# Az MSc képzés programja

## az egészségügyi mérnök,

## a gazdaságinformatikus,

## a mérnökinformatikus,

## az űrmérnöki és

## a villamosmérnöki

## szakokon

Érvényes: 2015. február 1-től felmenő rendszerben
(az űrmérnöki szakon 2022. szeptember 1-től)

**(V 4.16)**

**BUDAPEST, 2025**

BME VILLAMOSMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR

# Tartalom


**I. BEVEZETÉS ... 4**

**II. A TANTERVI KERETEK ... 6**

**II.1 Az egészségügyi mérnök mesterszak tantervi hálója ... 7**

**II.2 A gazdaságinformatikus mesterszak tantervi hálója ... 9**

**II.3 A mérnökinformatikus mesterszak tantervi hálója ... 13**

**II.4 Az űrmérnöki mesterszak tantervi hálója ... 15**

**II.5 A villamosmérnöki mesterszak tantervi hálója ... 17**

**III. EGÉSZSÉGÜGYI MÉRNÖK MESTERSZAK ... 19**

**III.1 Természettudományos alapismeretek ... 22**

**III.2 Gazdasági és humán ismeretek ... 28**

**III.3 Szakmai törzsanyag ... 32**

**III.4 Differenciált szakmai ismeretek ... 35**

**III.5 Szigorlat, diplomatervezés ... 43**

**III.6 Szabadon választható tantárgyak ... 45**

**IV. GAZDASÁGINFORMATIKUS MESTERSZAK ... 46**

**IV.1 Természettudományos alapismeretek ... 48**

**IV.2 Gazdasági és humán ismeretek ... 50**

**IV.3 Szakmai törzsanyag ... 53**

**IV.4 Specializációk ... 56**

IV.4.1 Pénzügyi informatika specializáció (SzIT) ... 57

IV.4.2 Vállalatirányítási informatika specializáció (ETT) ... 63

IV.4.3 Elektronikus közigazgatás és közszolgáltatások specializáció (TMIT) ... 69

IV.4.4 Gazdasági elemző informatika specializáció (TMIT) ... 76

IV.4.5 Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment specializáció (MIT) ... 82

**IV.5 Kötelezően választható tantárgyak ... 88**

**IV.6 Szabadon választható tantárgyak ... 91**

**V. MÉRNÖKINFORMATIKUS MESTERSZAK ... 92**

**V.1 Természettudományos alapismeretek ... 94**

V.1.1 Felsőbb matematika informatikusoknak ... 94

V.1.2 Közös tantárgyak ... 100

**V.2 Gazdasági és humán ismeretek ... 107**

**V.3 Szakmai törzsanyag ... 109**

V.3.1 Alkalmazott informatika főspecializáció (AUT) ... 109

V.3.2 Internet architektúra és szolgáltatások főspecializáció (TMIT) ... 114

V.3.3 Kritikus rendszerek főspecializáció (MIT) ... 118

V.3.4 Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja főspecializáció (HIT) ... 122

V.3.5 Vizuális informatika főspecializáció (IIT) ... 126

**V.4 Szakmai törzsanyag választható ismeretei ... 130**

V.4.1 Mellékspecializációk ... 130

V.4.1.1 Adat- és médiainformatika mellékspecializáció (TMIT) ... 130

V.4.1.2 Intelligens rendszerek mellékspecializáció (MIT) ... 133

V.4.1.3 IT biztonság mellékspecializáció (HIT) ... 136
V.4.1.4 IT rendszerek fizikai védelme mellékspecializáció (HVT) ... 139
V.4.1.5 Mobilszoftver-fejlesztés mellékspecializáció (AUT) ... 142
V.4.1.6 Számításelmélet mellékspecializáció (SZIT) ... 145
V.4.1.7 Számítási felhők és párhuzamos rendszerek mellékspec. (IIT) ... 147
V.4.2 Projekttantárgyak ... 149
**V.5 Szabadon választható tantárgyak ... 155**
**VI. ŰRMÉRNÖKI MESTERSZAK ... 156**
**VI.1 Természettudományos ismeretek ... 158**
VI.1.1 Felsőbb matematika űrmérnököknek ... 158
VI.1.2 Választható természettudományos tantárgyak ... 163
**VI.2 Gazdasági és humán ismeretek ... 168**
**VI.3 Űrmérnöki szakmai ismeretek ... 171**
VI.3.1 Kötelező tantárgyak ... 171
VI.3.2 Kötelezően választható tantárgyak ... 179
**VI.4 Projekttantárgyak ... 185**
**VI.5 Szabadon választható tantárgyak ... 189**
**VII. VILLAMOSMÉRNÖKI MESTERSZAK ... 190**
**VII.1 Természettudományos alapismeretek ... 192**
VII.1.1 Felsőbb matematika villamosmérnököknek ... 192
VII.1.2 Elágazó természettudományos tantárgy ... 196
VII.1.3 Választható természettudományos ismeretek ... 198
VII.1.4 Közös tantárgyak ... 201
**VII.2 Gazdasági és humán ismeretek ... 205**
**VII.3 Szakmai törzsanyag ... 207**
VII.3.1 Beágyazott információs rendszerek főspecializáció (MIT) ... 207
VII.3.2 Irányítórendszerek főspecializáció (IIT) ... 213
VII.3.3 Mikroelektronika és elektronikai technológia főspec. (EET-ETT) ... 217
VII.3.4 Multimédia rendszerek és szolgáltatások főspecializáció (HIT) ... 221
VII.3.5 Számítógép-alapú rendszerek főspecializáció (AUT) ... 225
VII.3.6 Vezetéknélküli rendszerek és alkalmazások főspecializáció (HVT) ... 229
VII.3.7 Villamosenergia-rendszerek főspecializáció (VET) ... 234
**VII.4 Szakmai törzsanyag választható ismeretei ... 237**
VII.4.1 Mellékspecializációk ... 237
VII.4.1.1 Alkalmazott elektronika mellékspecializáció (AUT) ... 237
VII.4.1.2 Alkalmazott szenzorika mellékspecializáció (ETT) ... 240
VII.4.1.3 E-mobilitás mellékspecializáció (VET-VG) ... 243
VII.4.1.4 Épületvillamosság mellékspecializáció (VET-NF) ... 246
VII.4.1.5 Hang- és stúdiótechnika mellékspecializáció (HIT) ... 248
VII.4.1.6 Intelligens robotok és járművek mellékspecializáció (IIT) ... 250
VII.4.1.7 Okos város mellékspecializáció (TMIT) ... 253
VII.4.1.8 Optikai hálózatok mellékspecializáció (HVT) ... 256
VII.4.1.9 Programozható logikai áramkörök alk.technikája m.spec. (MIT) ... 258
VII.4.1.10 Smart Systems Integration mellékspecializáció (EET) ... 261
VII.4.1.11 Nukleáris rendszertechnika mellékspecializáció (VIK) ... 263
VII.4.2 Projekttantárgyak ... 266
**VII.5 Szabadon választható tantárgyak ... 272**

# I. Bevezetés

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Villamosmérnöki és Informatikai Karán (VIK), 2006 tavaszán kidolgoztuk a mérnökinformatikus és villamosmérnöki MSc szakjaink azon változatának tantervi kereteit, amelyet a BSc programunk felfutását követően, 2009-ben indítottunk. A tantervi keretek jelenlegi formáját sorozatos egyeztetések és hangolások után 2008. május 8-án fogadta el határozatában a Kari Tanács. Megfogalmazásuknál törekedtünk arra, hogy a két szak tanterve lényegében azonos struktúrát kövessen, és ezáltal hallgatóink szakmai érdeklődésének kielégítése érdekében lehetőleg nagyfokú átjárhatóságot biztosító, de hatékonyan kiszolgálható programokhoz jussunk.

Az egészségügyi mérnök szak a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) és a Semmelweis Egyetem (SE) közös képzési programja. Magyarországon az első, átfogó oktatási forma, amelynek célja okleveles egészségügyi (orvosbiológiai) mérnök (MSc in Biomedical Engineering) diploma kiadása. A mesterszak indításáról a Kari Tanács 2007. november 17-i határozata döntött, tantervi kereteit a 2008. július 8-i határozatával fogadta el.

Az elsőként indított mesterszakok tapasztalatai alapján – alkalmazkodva a régiónkban jelentkező gazdaságinformatikai vonatkozású igényekhez – karunk 2009-ben harározta el a gazdaságinformatikus mesterképzés elindítását. Kari tanácsunk 2010. április 20-i határozatában fogadta el a a végleges tantervet és a tantárgyak részletes tematikáit, a képzés 2010. szeptemberétől került meghirdetésre.

2021-ben hozta létre és 2022 szeptemberétől indította el karunk az űrmérnöki mesterképzést.

A tantervi keretek felvázolását megelőzte a tanszékek kompetenciaterületeinek áttekintése, és az ún. kari kompetencia-térkép kialakítása. Gondolkodásunk fontos eleme volt, hogy képzéseink – lehetőség szerint – teljes spektrumúak legyenek, ezért minden, a Kar munkatársai által művelt terület az egyeztetések során teret kapott. Oktatási szempontból a kompetenciákat a mérnökinformatikus és a villamosmérnöki szakon belül hét szakmacsoportba rendeztük: (1) Beágyazott és robot rendszerek, (2) Infokommunikáció, (3) Információs rendszerek, (4) Informatikai rendszerek tervezése, (5) Mikroelektronika és elektronikai technológia, (6) Számításelmélet, (7) Villamos energetika. Ezek közül az első négy mindkét szakon érint témaköröket, a további három pedig csak az egyik, vagy a másik szakon megjelenőket érinti. Az egészségügyi mérnök szak egyetlen szakterülete (Orvosbiológiai mérnök) önálló szakmacsoportot (8) alkot, míg a gazdaságinformatikus képzésben két szakmacsoport került kialakításra: Komplex üzleti informatikai rendszerek (9) és Szolgáltatás-technológia (10). A szakmacsoportokon belül a tanszékek kompetenciáik minél szélesebb körű felvonultathatósága érdekében lehetőséget kaptak – méretüktől és egyéb feladataiktól függően - legalább egy MSc specializáció önálló megfogalmazására. A tanszékenként különálló specializációs programok értelmét az adja, hogy a hallgatók tanulmányaikat egy-egy tanszék „munkatársaiként” végzik, tanulmányaik szerves része a tanszék szakmai tevékenységeiben, projektjeiben való részvétel.

A VIK Kari Tanácsa elfogadta az MSc képzés tantervének kereteit, és a specializációk célkitűzéseit és kimeneti követelményeit. 2006 őszén a tanszékek – első változatban – kidolgozták a mérnökinformatikus és a villamosmérnöki képzés közös, valamint specializáció-tantárgyait. Ez az első összefoglaló dokumentum az MSc képzés programja címmel 2007 januárjában jelent meg. Az első elképzelésnek a kiegészítése és pontosítása zajlott 2007-ben és 2008 első felében. Az egészségügyi mérnökképzés tantervi kereteit a Kari Tanács 2008. július 8-i határozatával fogadta el, a gazdaságinformatikus képzés tantervének és tantáryainak elfogadására 2010. április 20-án került sor. Jelen összeállítás ennek a munkafolyamatnak az összefoglalása, az Villamosmérnöki és Informatikai Kar mesterképzésének programja egységes szerkezetbe foglalva. Ezt az összeállítást szeretnénk felhasználni (1) előzetes, kölcsönös referenciaként a további részletek kidolgozása során, (2) ennek közreadásával kérünk véleményt, kritikát, tanácsot szakmánk prominenseitől, továbbá (3) ennek segítségével tájékoztatnánk a képzésünk iránt érdeklődőket.

A dokumentum első részében az öt szak tantervi hálóit, és a szakmacsoportok szerinti rendeződést mutatjuk be az általános orientálódás segítésére. Az ezt követő fő fejezetek már szakok szerinti bontásban mutatják be a képzésben szereplő főbb tantárgycsoportok elemeit és magukat a specializációkat. A

specializációk szakmai tartalmát minimálisan 5 kötelező szaktárgy és tematikus laborok fedik le, az önálló laboratórium és a diplomatervezés a készségfejlesztést és az ehhez tartozó ismeretszerzést szolgálja. A specializációkhoz kötelezően választható, azaz előírt tantárgyválasztékból származó tantárgyak is tartozhatnak, amelyek a specializáció egy-egy fontos részterületén való jártasság megszerzését vagy elmélyítését szolgálják.

A magyarországi felsőoktatás terminológiájában változás történt, amely szerint

„Egyes szakokon a képzés során önálló szakképzettséget nem adó specializációk választhatók. Ezekről az intézmények tájékoztató jellegű információt adhatnak, indításuk intézményi feltételektől függ. A specializáció főszabályként kizárólag az oklevél záradékában tüntethető fel, a szakképzettség megnevezésében nem."

Mivel a képzéseinkben megjelenő differenciált szakmai blokkok a fenti definíciónak felelnek meg, korábbi „szakirány" elnevezéseinket ezzel összhangban „specializációra" változtattuk.

Odaadó munkájáért köszönetemet fejezem ki a Villamosmérnöki és Informatikai Kar tanszékei

Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék (AUT)
Elektronikus Eszközök Tanszéke (EET)
Elektronikai Technológia Tanszék (ETT)
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék (HIT) – korábban Híradástechnikai Tanszék
Irányítástechnika és Informatika Tanszék (IIT)
Mesterséges Intelligencia és Rendszertervezés Tanszék (MIT)
Számítástudományi és Információelméleti Tanszék (SzIT)
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék (HVT)
Távközlési és Mesterséges Intelligencia Tanszék (TMIT)
Villamos Energetika Tanszék (VET)

továbbá a beoktató társkarok és társintézmények

BME Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar (GTK)
- Filozófia és Tudománytörténet Tanszék (GTK FTT)
- Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék (GTK MVT)
- Pénzügyek Tanszék (GTK PT)
- Üzleti Jog Tanszék (GTK ÜJT)

BME Természettudományi Kar (TTK)
- Matematikai Intézet (TTK MI)
- Fizikai Intézet (TTK FI)

BME Építőmérnöki Kar (EMK)
BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar (KJK)
BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar (VBK)
Semmelweis Egyetem (SE)

vezetőinek és valamennyi közreműködő munkatársának.

Budapest, 2025. szeptember 1.

Dr. Imre Sándor
dékán

A dokumentumot összeállította: Tevesz Gábor

# II. A tantervi keretek

Mind az öt mesterszakunk tantervi hálója két változatban készült el annak érdekében, hogy a tanulmányok a tavaszi és az őszi félévben is megkezdhetőek legyenek, de a tantárgyakat – kevés kivétellel – ne kelljen mindkét félévben meghirdetni. Ezzel biztosítani tudjuk, hogy a BSc képzést 7 (ill. páratlan számú) félév alatt teljesítő hallgatók félévkihagyás nélkül megkezdjék MSc tanulmányaikat.

A tanulmányaikat a tavaszi félévben megkezdő hallgatók mintatantervének féléveit 1-től 4-ig sorszámoztuk. Ugyanez a számozás az őszi félévben induló képzésnél 0-tól 3-ig terjed, ily módon valamennyi tavaszi félévet páratlan, valamennyi őszi félévet páros szám jelöl. A tantárgyakat igyekeztünk a különböző félévekben induló, de egyébként azonos szakon zajló képzések esetében úgy elhelyezni, hogy egy-egy tantárgy lehetőleg csak páros vagy csak páratlan félévben forduljon elő. Ezzel elérhető lett az a racionális cél, hogy az adott tantárgyat mindkét képzés számára csak évente egyetlen alkalommal (vagy tavasszal, vagy ősszel) kelljen meghirdetni. Amennyiben ugyanaz a tantárgy nem azonos sorszámú, de azonos párosságú félévben fordul elő a két mintatantervben (pl. 0 és 2), a fentiek alapján azt jelenti, hogy a tantárgynak a többi tantárgyhoz viszonyított helyzete („a tantárgyak sorrendje”) megváltozik ugyan a kétféle kezdés szerinti képzés mintatanterveiben, a tantárgy mégis közösen tartható meg a kétféle képzés (eltérő évfolyamai) számára.

A következő alfejezetekben a mesterképzési szakok mintatanterveit (ún. tantervi kereteit) mutatjuk be áttekintő jelleggel. Az egyes tantárgycsoportokban kötelező, kötelezően választható és szabadon választható tantárgyak is előfordulnak, ezek számát és kreditkorlátait az MSc képzés Képzési és kimeneti követelményei szabályozzák. Utóbbiról az egyes szakokat tárgyaló fejezetek elején adunk kivonatos áttekintést.

# II.1 Az egészségügyi mérnök mesterszak tantervi hálója

### a) Kezdés a tavaszi félévben (1)

| | Tantárgynév | Szemeszter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | Típ. | ZV |
| **Természettudományos alapismeretek (22 kredit)** | | | | | | | |
| 1 | Molekuláris biológia | | | 2/2/0/v/**5** | | K | |
| 2 | Biofizika | 2/2/0/v/**5** | | | | K | |
| 3a | Rendszerélettani alapism. (műszaki alapk.-nek) | | 3/0/2/v/**6** | | | K | |
| 3b | Matematika (orvosi alapk.-nek) | 3/3/0/v/**7** | | | | K | |
| 4a | Funkcionális anatómia (műszaki alapk.-nek) | 4/0/1/v/**6** | | | | K | |
| 4b | Fizika1 (orvosi alapk.-nek) | | 2/2/0/v/**5** | | | K | |
| **További alapozó ismeretek (10 kredit)** | | | | | | | |
| 5 | Folyamatszabályozás | | 2/2/0/v/**5** | | | K | ZV |
| 6 | Biomechanika | | | 2/2/0/v/**5** | | K | ZV |
| **Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)** | | | | | | | |
| 7 | Minőségmenedzsment | | | 2/0/0/f/**2** | | K | |
| 8 | Az orvostud. kutatások etikai kérdései | 3/0/0/v/**4** | | | | K | |
| 9 | Köt. vál. gazd. és humán ism. | | | | 2/1/0/v/**4** | KV | |
| **Szakmai törzsanyag (20 kredit)** | | | | | | | |
| 10 | Klinikai műsz. diagnosztika és terápia | | | | 2/2/0/v/**5** | K | ZV |
| 11 | Műszaki biológiai rendsz. elm | 2/2/0/f/**5** | | | | K | ZV |
| 12 | Orvosbiológiai méréstechnika | | 2/2/0/f/**5** | | | K | ZV |
| 13 | Orvosbiológiai sz.gépes gyak. | | | 0/0/4/f/**5** | | K | |
| **Differenciált szakmai ismeretek (22 kredit)** | | | | | | | |
| 14 | Önálló munka | 0/0/4/f/**6** | 0/0/4/f/**6** | | | KV | |
| 15 | Köt. vál. szakmai tantárgyak 1 | | 2/2/0/v/**5** | | | KV | |
| 16 | Köt. vál. szakmai tantárgyak 2 | | | | 2/2/0/v/**5** | KV | |
| **Diplomatervezés (30 kredit)** | | | | | | | |
| 17 | Szigorlat | | | 0/0/0/sz/**0** | | | |
| 18 | Diplomatervezés | | | 0/10/0/f/**15** | 0/10/0/f/**15** | KV | |
| **Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)** | | | | | | | |
| 19 | Szabadon választható tantárgyak | 2/1/0/v/**3** | 2/1/0/v/**3** | | | SZV | |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit)** | | | | | | | |
| 20 | Szakmai gyakorlat | 4 hét/a/**0** | | | | KV | |
| | | | | | | | |
| | **Összes heti óra (műsz./orv.)** | 23/24 | 24/23 | 24 | 21 | | |
| | **Összes kredit (műsz./orv.)** | 29/30 | 30/29 | 32 | 29 | | |
| | **Vizsgaszám** | 3 | 3 | 2+sz | 3 | | |

**K:** kötelező, **KV:** kötelezően választható, **SZV:** szabadon választható

A záróvizsga tantárgy a **ZV** jelölésű halmazból választandó.

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

**b) Kezdés az őszi félévben (0)**

| | Tantárgynév | Szemeszter | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | Típ. | ZV |
| **Természettudományos alapismeretek (22 kredit)** | | | | | | | |
| 1 | Molekuláris biológia | | 2/2/0/v/**5** | | | K | |
| 2 | Biofizika | | 2/2/0/v/**5** | | | K | |
| 3a | Rendszerélettani alapism. (műszaki alapk.-nek) | | | 3/0/2/v/**6** | | K | |
| 3b | Matematika (orvosi alapk.-nek) | | 3/3/0/v/**7** | | | K | |
| 4a | Funkcionális anatómia (műszaki alapk.-nek) | | 4/0/1/v/**6** | | | K | |
| 4b | Fizika1 (orvosi alapk.-nek) | | | 2/2/0/v/**5** | | K | |
| **További alapozó ismeretek (10 kredit)** | | | | | | | |
| 5 | Folyamatszabályozás | 2/2/0/v/**5** | | | | K | ZV |
| 6 | Biomechanika | | | | 2/2/0/v/**5** | K | ZV |
| **Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)** | | | | | | | |
| 7 | Minőségmenedzsment | | | | 2/0/0/f/**2** | K | |
| 8 | Az orvostud. kutatások etikai kérdései | | | | 3/0/0/v/**4** | K | |
| 9 | Köt. vál. gazd. és humán ism. | | | 2/1/0/v/**4** | | KV | |
| **Szakmai törzsanyag (20 kredit)** | | | | | | | |
| 10 | Klinikai műsz. diagnosztika és terápia | | | 2/2/0/v/**5** | | K | ZV |
| 11 | Műszaki biológiai rendsz. elm | | 2/2/0/f/**5** | | | K | ZV |
| 12 | Orvosbiológiai méréstechnika | 2/2/0/f/**5** | | | | K | ZV |
| 13 | Orvosbiológiai sz.gépes gyak. | | | | 0/0/4/f/**5** | K | |
| **Differenciált szakmai ismeretek (22 kredit)** | | | | | | | |
| 14 | Önálló munka | 0/0/4/f/**6** | 0/0/4/f/**6** | | | KV | |
| 15 | Köt. vál. szakmai tantárgyak 1 | 2/2/0/v/**5** | | | | KV | |
| 16 | Köt. vál. szakmai tantárgyak 2 | | 2/2/0/v/**5** | | | KV | |
| **Diplomatervezés (30 kredit)** | | | | | | | |
| 17 | Szigorlat | | | 0/0/0/sz/**0** | | | |
| 18 | Diplomatervezés | | | 0/10/0/f/**15** | 0/10/0/f/**15** | KV | |
| **Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)** | | | | | | | |
| 19 | Szabadon választható tantárgyak | 2/1/0/v/**3**<br>2/1/0/v/**3** | | | | SZV | |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit)** | | | | | | | |
| 20 | Szakmai gyakorlat | 4 hét/a/**0** | | | | KV | |
| | | | | | | | |
| | **Összes heti óra (műsz./orv.)** | 22 | 25/26 | 22/21 | 23 | | |
| | **Összes kredit (műsz./orv.)** | 27 | 32/33 | 30/29 | 31 | | |
| | **Vizsgaszám** | 2 | 4 | 3+sz | 2 | | |

**K:** kötelező, **KV:** kötelezően választható, **SZV:** szabadon választható

A záróvizsga tantárgy a **ZV** jelölésű halmazból választandó.

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

## II.2 A gazdaságinformatikus mesterszak tantervi hálója

### a) Kezdés a tavaszi félévben (1)

| | Tárgynév | Szemeszter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| **Természettudományos alapismeretek (10 kredit)** | | | | | |
| 1 | Matematikai statisztika | | 3/0/2/v/**5** | | |
| 2 | Operációkutatás gazdaságinformatikusoknak | | | 3/1/0/v/**5** | |
| **Gazdasági és humán ismeretek (16 kredit)** | | | | | |
| 3 | Számvitel | | 3/1/0/v/**5** | | |
| 4 | Kontrolling | | | 3/1/0/v/**5** | |
| 5 | E-jog | | | 2/0/0/f/**3** | |
| 6 | Projektmenedzsment | | 2/0/0/f/**3** | | |
| **Szakmai törzsanyag (20 kredit)** | | | | | |
| 7 | Pénzügyek | | 3/1/0/v/**5** | | |
| 8 | Adatbiztonság a gazdaságinformatikában | | 3/1/0/f/**5** | | |
| 9 | Hálózatba kapcsolt adatbázisok | 3/1/0/v/**5** | | | |
| 10 | Adatbányászati technikák | 3/1/0/f/**5** | | | |
| **Specializáció: Pénzügyi informatika (24 kredit)** | | | | | |
| 11a | Üzleti és pénzügyi elemzés | | 3/0/0/v/**4** | | |
| 12a | Pénzügyi befektetések tervezése | 3/0/0/v/**4** | | | |
| 13a | Algoritmikus tőzsdei folyamat-előrejelzés | | | 3/0/2/v/**6** | |
| 14a | Pénzügyi szoftver technológiák | | | | 3/0/1/v/**5** |
| 15a | Kockázatelemzés és -kezelés | | | | 3/0/1/v/**5** |
| **Specializáció: Vállalatirányítási informatika (24 kredit)** | | | | | |
| 11b | Integrált vállalatirányítási rendszerek | | 3/0/0/v/**4** | | |
| 12b | E-üzletvitel | 3/0/0/v/**4** | | | |
| 13b | Vállalatirányítási rendszerek konfigurációja | | | 3/0/2/v/**6** | |
| 14b | Vállalatgazdaságtan | | | | 3/0/0/v/**4** |
| 15b | Vállalati alkalmazások integrációja | | | | 3/0/2/v/**6** |
| **Specializáció: Elektronikus közigazgatás és közszolgáltatások (24 kredit)** | | | | | |
| 11c | Közigazgatási és közszolgáltatási rendszerek | | 3/0/0/v/**4** | | |
| 12c | Dokumentum- és tartalomkezelés | 3/0/1/v/**5** | | | |
| 13c | Szolgáltatásorientált rendszerintegráció | | | 3/0/1/v/**5** | |
| 14c | Szolgáltatások hálózatbiztonsága | | | | 3/0/1/v/**5** |
| 15c | Vezetői és csoportmunka rendszerek | | | | 3/0/1/v/**5** |

(folytatás a következő oldalon)

(folytatás)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Specializáció: Gazdasági elemző informatika (24 kredit)** | | | | | |
| 11d | Üzleti és pénzügyi elemzés | | 3/0/0/v/**4** | | |
| 12d | Ügyfélanalítika | 3/0/1/v/**5** | | | |
| 13d | Trendelemzés és vizualizáció | | | 3/0/1/v/**5** | |
| 14d | Média- és szövegbányászat | | | | 3/0/1/v/**5** |
| 15d | Kockázatelemzés és -kezelés | | | | 3/0/1/v/**5** |
| **Specializáció: Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment (24 kredit)** | | | | | |
| 11e | Üzleti IT rendszerek modellezése | | 3/0/0/v/**4** | | |
| 12e | Tudásalapú szolgáltatások | 3/0/1/v/**5** | | | |
| 13e | Szolgáltatás-orientált rendszerintegráció | | | 3/0/1/v/**5** | |
| 14e | Folyamatmenedzsment megoldások SOA környezetben | | | | 3/0/1/v/**5** |
| 15e | Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment a gyakorlatban | | | | 3/0/1/v/**5** |
| **Választható tantárgyak (10 kredit)** | | | | | |
| 16 | Kötelezően választható tantárgy | 3/0/0/v/**4** | | | |
| 17 | Szabadon vál. tantárgy 1. | 4/0/0/v/**4** | | | |
| | Szabadon vál. tantárgy 2. | 2/0/0/f/**2** | | | |
| **Önálló laboratórium és diplomatervezés (40 kredit) (Specializációkhoz rendelve)** | | | | | |
| 18 | Önálló laboratórium 1. | 0/0/3/f/**4** | | | |
| | Önálló laboratórium 2. | | 0/0/4/f/**6** | | |
| 19 | Diplomatervezés 1. | | | 0/5/0/f/**10** | |
| | Diplomatervezés 2. | | | | 0/10/0/f/**20** |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit) (Specializációkhoz rendelve)** | | | | | |
| 20 | Szakmai gyakorlat | 6 hét/a/**0** | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a,b | **Összes heti óra** | 23 | 26 | 20 | 18 |
| | **Összes kredit-pontszám** | **28** | **33** | **29** | **30** |
| | **Vizsgaszám** | 4 | 4 | 3 | 2 |
| c,d, e | **Összes heti óra** | 24 | 26 | 19 | 18 |
| | **Összes kredit-pontszám** | **29** | **33** | **28** | **30** |
| | **Vizsgaszám** | 4 | 4 | 3 | 2 |

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

**b) Kezdés az őszi félévben (0)**

| | Tárgynév | Szemeszter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 |
| **Természettudományos alapismeretek (10 kredit)** | | | | | |
| 1 | Matematikai statisztika | 3/0/2/v/**5** | | | |
| 2 | Operációkutatás gazdaságinformatikusoknak | | 3/1/0/v/**5** | | |
| **Gazdasági és humán ismeretek (16 kredit)** | | | | | |
| 3 | Számvitel | 3/1/0/v/**5** | | | |
| 4 | Kontrolling | | | | 3/1/0/v/**5** |
| 5 | E-jog | | | | 2/0/0/f/**3** |
| 6 | Projektmenedzsment | | | 2/0/0/f/**3** | |
| **Szakmai törzsanyag (20 kredit)** | | | | | |
| 7 | Pénzügyek | 3/1/0/v/**5** | | | |
| 8 | Adatbiztonság a gazdaságinformatikában | 3/1/0/f/**5** | | | |
| 9 | Hálózatba kapcsolt adatbázisok | | 3/1/0/v/**5** | | |
| 10 | Adatbányászati technikák | | 3/1/0/f/**5** | | |
| **Specializáció: Pénzügyi informatika (24 kredit)** | | | | | |
| 11a | Üzleti és pénzügyi elemzés | 3/0/0/v/**4** | | | |
| 12a | Pénzügyi befektetések tervezése | | 3/0/0/v/**4** | | |
| 13a | Algoritmikus tőzsdei folyamat-előrejelzés | | 3/0/2/v/**6** | | |
| 14a | Pénzügyi szoftver technológiák | | | 3/0/1/v/**5** | |
| 15a | Kockázatelemzés és -kezelés | | | 3/0/1/v/**5** | |
| **Specializáció: Vállalatirányítási informatika (24 kredit)** | | | | | |
| 11b | Integrált vállalatirányítási rendszerek | 3/0/0/v/**4** | | | |
| 12b | E-üzletvitel | | 3/0/0/v/**4** | | |
| 13b | Vállalatirányítási rendszerek konfigurációja | | 3/0/2/v/**6** | | |
| 14b | Vállalatgazdaságtan | | | 3/0/0/v/**4** | |
| 15b | Vállalati alkalmazások integrációja | | | 3/0/2/v/**6** | |
| **Specializáció: Elektronikus közigazgatás és közszolgáltatások (24 kredit)** | | | | | |
| 11c | Közigazgatási és közszolgáltatási rendszerek | 3/0/0/v/**4** | | | |
| 12c | Dokumentum- és tartalomkezelés | | 3/0/1/v/**5** | | |
| 13c | Szolgáltatásorientált rendszerintegráció | | 3/0/1/v/**5** | | |
| 14c | Szolgáltatások hálózatbiztonsága | | | 3/0/1/v/**5** | |
| 15c | Vezetői és csoportmunka rendszerek | | | 3/0/1/v/**5** | |

(folytatás a következő oldalon)

(folytatás)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Specializáció: Gazdasági elemző informatika (24 kredit)** | | | | | |
| 11d | Üzleti és pénzügyi elemzés | 3/0/0/v/**4** | | | |
| 12d | Ügyfélanalítika | | 3/0/1/v/**5** | | |
| 13d | Trendelemzés és vizualizáció | | 3/0/1/v/**5** | | |
| 14d | Média- és szövegbányászat | | | 3/0/1/v/**5** | |
| 15d | Kockázatelemzés és -kezelés | | | 3/0/1/v/**5** | |
| **Specializáció: Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment (24 kredit)** | | | | | |
| 11e | Üzleti IT rendszerek modellezése | 3/0/0/v/**4** | | | |
| 12e | Tudásalapú szolgáltatások | | 3/0/1/v/**5** | | |
| 13e | Szolgáltatás-orientált rendszerintegráció | | 3/0/1/v/**5** | | |
| 14e | Folyamatmenedzsment megoldások SOA környezetben | | | 3/0/1/v/**5** | |
| 15e | Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment a gyakorlatban | | | 3/0/1/v/**5** | |
| **Választható tantárgyak (10 kredit)** | | | | | |
| 16 | Kötelezően választható tantárgy | | | 3/0/0/v/**4** | |
| 17 | Szabadon vál. tantárgy 1. | | | 4/0/0/v/**4** | |
| | Szabadon vál. tantárgy 2. | | | 2/0/0/f/**2** | |
| **Önálló laboratórium és diplomatervezés (40 kredit) (Specializációkhoz rendelve)** | | | | | |
| 18 | Önálló laboratórium 1. | 0/0/3/f/**4** | | | |
| | Önálló laboratórium 2. | | 0/0/4/f/**6** | | |
| 19 | Diplomatervezés 1. | | | 0/5/0/f/**10** | |
| | Diplomatervezés 2. | | | | 0/10/0/f/**20** |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit) (Specializációkhoz rendelve)** | | | | | |
| 20 | Szakmai gyakorlat | 6 hét/a/**0** | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Összes heti óra** | 23 | 24 | 24 | 16 |
| | **Összes kredit-pontszám** | **28** | **31** | **33** | **28** |
| | **Vizsgaszám** | 4 | 4 | 4 | 1 |

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

# II.3 A mérnökinformatikus mesterszak tantervi hálója

### a) Kezdés a tavaszi félévben (1)

| | Tárgynév | Szemeszter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| **Természettudományos alapismeretek (20 kredit)** | | | | | |
| 1 | Felsőbb matematika informatikusoknak | 4/0/0/v/**4** | 4/0/0/v/**4** | | |
| 2 | Közös tantárgyak | 3/0/0/f/**4** | 3/0/0/f/**4** | | |
| 3 | | | 3/0/0/f/**4** | | |
| **Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)** | | | | | |
| 4 | Mérnöki menedzsment[1] | | | | 4/0/0/v/**4** |
| 5 | Választható gazd. hum. tantárgy | | | 2/0/0/f/**2** | 2/0/0/f/**2** |
| 6 | | | | | 2/0/0/f/**2** |
| **Szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei (28 kredit)** | | | | | |
| 7 | Főspecializáció-tantárgyak | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | | |
| 8 | | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | | |
| 9 | | 2/1/0/v/**4** | | | |
| 10 | Főspecializáció-laboratórium | | 0/0/3/f/**4** | 0/0/3/f/**4** | |
| **Szakmai törzsanyag köt. választható ismeretkörei (56 kredit)** | | | | | |
| 11 | Mellékspecializáció-tantárgyak | 2/1/0/f/**4** | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | |
| 12 | Mellékspecializáció-laboratórium | | | 0/0/3/f/**4** | |
| 13 | Önálló laboratórium | 0/0/3/f/**5** | 0/0/3/f/**5** | | |
| 14 | Diplomatervezés | | | 0/5/0/f/**10** | 0/10/0/f/**20** |
| **Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)** | | | | | |
| 15 | Szabadon választható tantárgy | | | 6/0/0/f/**6** | |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit)** | | | | | |
| 16 | Szakmai gyakorlat | 6 hét/a/**0** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Összes heti óraszám** | 22 | 25 | 22 | 18 |
| **Előadás/gyakorlat/labor óraszám** | 15 / 4 / 3 | 16 / 3 / 6 | 10 / 6 / 6 | 8 / 10 / 0 |
| **Összes kredit-pontszám** | **29** | **33** | **30** | **28** |
| **Vizsgaszám** | 4 | 4 | 1 | 1 |

[1] A Mérnöki menedzsment c. tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

**Összesítés:** ea / gyak / lab: 49 / 23 / 15 = 87 óra (ea / gyak+lab = 49 / 38 = 56,3% / 43,7%)

### b) Kezdés az őszi félévben (0)

| | Tárgynév | Szemeszter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **0** | **1** | **2** | **3** |
| **Természettudományos alapismeretek (20 kredit)** | | | | | |
| 1 | Felsőbb matematika informatikusoknak | 4/0/0/v/**4** | 4/0/0/v/**4** | | |
| 2 | Közös tantárgyak | 3/0/0/f/**4** | 3/0/0/f/**4** | | |
| 3 | | 3/0/0/f/**4** | | | |
| **Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)** | | | | | |
| 4 | Mérnöki menedzsment[1] | 4/0/0/v/**4** | | | |
| 5 | Választható gazd. hum. tantárgy | | 2/0/0/f/**2** | 2/0/0/f/**2** | |
| 6 | | | | 2/0/0/f/**2** | |
| **Szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei (28 kredit)** | | | | | |
| 7 | Főspecializáció-tantárgyak | | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | |
| 8 | | | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | |
| 9 | | | 2/1/0/v/**4** | | |
| 10 | Főspecializáció-laboratórium | | | 0/0/3/f/**4** | 0/0/3/f/**4** |
| **Szakmai törzsanyag köt. választható ismeretkörei (56 kredit)** | | | | | |
| 11 | Mellékspecializáció-tantárgyak | | 2/1/0/f/**4** | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** |
| 12 | Mellékspecializáció-laboratórium | | | | 0/0/3/f/**4** |
| 13 | Önálló laboratórium | 0/0/3/f/**5** | 0/0/3/f/**5** | | |
| 14 | Diplomatervezés | | | 0/5/0/f/**10** | 0/10/0/f/**20** |
| **Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)** | | | | | |
| 15 | Szabadon választható tantárgy | 6/0/0/f/**6** | | | |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit)** | | | | | |
| 16 | Szakmai gyakorlat | 6 hét/a/**0** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Összes heti óraszám** | 23 | 24 | 21 | 19 |
| **Előadás/gyakorlat/labor óraszám** | 20 / 0 / 3 | 17 / 4 / 3 | 10 / 8 / 3 | 2 / 11 / 6 |
| **Összes kredit-pontszám** | **27** | **31** | **30** | **32** |
| **Vizsgaszám** | 2 | 4 | 3 | 1 |

[1] A Mérnöki menedzsment c. tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

**Összesítés:** ea / gyak / lab: 49 / 23 / 15 = 87 óra (ea / gyak+lab = 49 / 38 = 56,3% / 43,7%)

# II.4 Az űrmérnöki mesterszak tantervi hálója

### a) Kezdés a tavaszi félévben (1)

| | Tárgynév | Szemeszter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| **Természettudományos ismeretek (20 kredit)** | | | | | |
| 1 | Választható felsőbb matematika tantárgy | 2/1/0/f/**3** | | | |
| 2 | Fizika űrmérnököknek | 2/1/0/v/**5** | | | |
| 3 | Anyagtudomány | | 2/1/0/f/**4** | | |
| 4 | Űrkörnyezet | | 2/1/0/v/**4** | | |
| 5 | Választható természettudományos tantárgy | | 4/0/0/f/**4** | | |
| **Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)** | | | | | |
| 7 | Komplex űrberendezések fejlesztésének koordinálása | 1/1/0/f/**3** | | | |
| 8 | Hazai űrtevékenység és nemzetközi környezete | | 2/0/0/f/**3** | | |
| 6 | Mérnöki menedzsment | | 4/0/0/v/**4** | | |
| **Űrmérnöki szakmai ismeretek (76 kredit)** | | | | | |
| 9 | Űrkommunikáció | 2/1/0/v/**4** | | | |
| 10 | Űrkutatás és űrtechnológia | 2/2/0/f/**4** | | | |
| 11 | Űrrendszerek tervezése | | 2/2/0/v/**4** | | |
| 12 | Űrnavigáció | | | 2/1/0/v**4** | |
| 13 | Űreszközök pályái és földi állomások | 2/1/0/v/**4** | | | |
| 14 | Megbízhatóság és minőségbiztosítás az űrtechnológiában | | | 2/1/0/v/**4** | |
| 15 | Műholdas rendszerek és távérzékelés | | | 2/1/0/v/**4** | |
| 16 | Űrtechnológia laboratórium | | 0/0/4/f/**4** | 0/0/4/f/**4** | |
| 17 | Kötelezően választható tantárgy | | | 2/2/0/f/**4** | 2/2/0/f/**4** |
| 14 | Projektlaboratórium | 0/0/3/f/**5** | 0/0/3/f/**5** | | |
| 15 | Diplomatervezés | | | 0/5/0/f/**10** | 0/10/0/f/**20** |
| **Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)** | | | | | |
| 16 | Szabadon választható tantárgy | 2/0/0/f/**2** | | | 2/0/0/f/**2**<br>2/0/0/f/**2** |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit)** | | | | | |
| 17 | Szakmai gyakorlat | 4 hét/a/**0** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Összes heti óraszám** | 23 | 27 | 22 | 18 |
| **Előadás/gyakorlat/labor óraszám** | 13 / 7 / 3 | 16 / 4 / 7 | 8 / 10 / 4 | 6 / 12 / 0 |
| **Összes kredit-pontszám** | **30** | **32** | **30** | **28** |
| **Vizsgaszám** | 3 | 3 | 3 | 0 |

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

**Összesítés:** ea / gyak / lab: 43 / 33 / 14 = 90 óra (ea / gyak+lab = 43 / 47 = 47,7% / 52,3%)

**b) Kezdés az őszi félévben (0)**

| | Tárgynév | Szemeszter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **0** | **1** | **2** | **3** |
| **Természettudományos ismeretek (20 kredit)** | | | | | |
| 1 | Választható felsőbb matematika tantárgy | | 2/1/0/f/**3** | | |
| 2 | Fizika űrmérnököknek | | 2/1/0/v/**5** | | |
| 3 | Anyagtudomány | 2/1/0/f/**4** | | | |
| 4 | Űrkörnyezet | 2/1/0/v/**4** | | | |
| 5 | Választható természettudományos tantárgy | 4/0/0/f/**4** | | | |
| **Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)** | | | | | |
| 7 | Komplex űrberendezések fejlesztésének koordinálása | | 1/1/0/f/**3** | | |
| 8 | Hazai űrtevékenység és nemzetközi környezete | 2/0/0/f/**3** | | | |
| 6 | Mérnöki menedzsment | 4/0/0/v/**4** | | | |
| **Űrmérnöki szakmai ismeretek (76 kredit)** | | | | | |
| 9 | Űrkommunikáció | | 2/1/0/v/**4** | | |
| 10 | Űrkutatás és űrtechnológia | | 2/2/0/f/**4** | | |
| 11 | Űrrendszerek tervezése | 2/2/0/v/**4** | | | |
| 12 | Űrnavigáció | | | | 2/1/0/v**4** |
| 13 | Űreszközök pályái és földi állomások | | 2/1/0/v/**4** | | |
| 14 | Megbízhatóság és minőségbiztosítás az űrtechnológiában | | | | 2/1/0/v/**4** |
| 15 | Műholdas rendszerek és távérzékelés | | | | 2/1/0/v/**4** |
| 16 | Űrtechnológia laboratórium | | 0/0/4/f/**4** | 0/0/4/f/**4** | |
| 17 | Kötelezően választható tantárgy | | | 2/2/0/f/**4**<br>2/2/0/f/**4** | |
| 14 | Projektlaboratórium | 0/0/3/f/**5** | 0/0/3/f/**5** | | |
| 15 | Diplomatervezés | | | 0/5/0/f/**10** | 0/10/0/f/**20** |
| **Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)** | | | | | |
| 16 | Szabadon választható tantárgy | | | 2/0/0/f/**2**<br>2/0/0/f/**2**<br>2/0/0/f/**2** | |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit)** | | | | | |
| 17 | Szakmai gyakorlat | 4 hét/a/**0** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Összes heti óraszám** | 23 | 25 | 23 | 19 |
| **Előadás/gyakorlat/labor óraszám** | 16 / 4 / 3 | 11 / 7 / 7 | 10 / 9 / 4 | 6 / 13 / 0 |
| **Összes kredit-pontszám** | **28** | **32** | **28** | **32** |
| **Vizsgaszám** | 3 | 3 | 0 | 3 |

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

**Összesítés:** ea / gyak / lab: 43 / 33 / 14 = 90 óra (ea / gyak+lab = 43 / 47 = 47,7% / 52,3%)

# II.5 A villamosmérnöki mesterszak tantervi hálója

### a) Kezdés a tavaszi félévben (1)

| | Tárgynév | Szemeszter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| **Természettudományos alapismeretek (22 kredit)** | | | | | |
| 1 | Felsőbb matematika villamosmérnököknek | 2/1/0/f/**3** | 2/1/0/f/**3** | | |
| 2 | Elágazó term. tud. tantárgy[1] | | | 3/1/0/v/**4** | |
| 3 | Választható term. tud. tantárgy | | 4/0/0/f/**4** | | |
| 4 | Közös tantárgyak | 3/0/0/f/**4** | | 3/0/0/f/**4** | |
| **Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)** | | | | | |
| 5 | Mérnöki menedzsment[2] | | | 4/0/0/v/**4** | |
| 6 | Választható gazd. hum. tantárgy | | | 2/0/0/f/**2** | 4/0/0/f/**4** |
| **Szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei (28 kredit)** | | | | | |
| 7 | Főspecializáció tantárgyak | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | | |
| 8 | | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | | |
| 9 | | 2/1/0/v/**4** | | | |
| 10 | Főspecializáció labor | | 0/0/3/f/**4** | 0/0/3/f/**4** | |
| **Szakmai törzsanyag köt. választható ismeretkörei (54 kredit)** | | | | | |
| 11 | Mellékspecializáció tantárgyak | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | | |
| 12 | | | 2/1/0/v/**4** | | |
| 13 | Mellékspecializáció labor | | | 0/0/2/f/**2** | |
| 14 | Önálló laboratórium | 0/0/3/f/**5** | 0/0/3/f/**5** | | |
| 15 | Diplomatervezés | | | 0/5/0/f/**10** | 0/10/0/f/**20** |
| **Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)** | | | | | |
| 16 | Szabadon választható tantárgy | | | | 6/0/0/f/**6** |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit)** | | | | | |
| 17 | Szakmai gyakorlat | 4 hét/a/**0** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Összes heti óraszám** | 21 | 25 | 23 | 20 |
| **Előadás/gyakorlat/labor óraszám** | 13 / 5 / 3 | 14 / 5 / 6 | 12 / 6 / 5 | 10 / 10 / 0 |
| **Összes kredit-pontszám** | **28** | **32** | **30** | **30** |
| **Vizsgaszám** | 4 | 4 | 2 | 0 |

[1] A Fizika 3 c. tantárgy a tavaszi, az Elektromágneses terek c. tantárgy az őszi félévben kerül felkínálásra

[2] A Mérnöki menedzsment c. tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

**Összesítés:** ea / gyak / lab: 49 / 26 / 14 = 89 óra (ea / gyak+lab = 49 / 40 = 55,1% / 44,9%)

### b) Kezdés az őszi félévben (0)

| | Tárgynév | Szemeszter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **0** | **1** | **2** | **3** |
| **Természettudományos alapismeretek (22 kredit)** | | | | | |
| 1 | Felsőbb matematika villamosmérnököknek | 2/1/0/f/**3** | 2/1/0/f/**3** | | |
| 2 | Elágazó term. tud. tantárgy[1] | 3/1/0/v/**4** | | | |
| 3 | Választható term. tud. tantárgy | 4/0/0/f/**4** | | | |
| 4 | Közös tantárgyak | | 3/0/0/f/**4** | | 3/0/0/f/**4** |
| **Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)** | | | | | |
| 5 | Mérnöki menedzsment[2] | 4/0/0/v/**4** | | | |
| 6 | Választható gazd. hum. tantárgy | 4/0/0/f/**4** | | 2/0/0/f/**2** | |
| **Szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei (28 kredit)** | | | | | |
| 7 | Főspecializáció tantárgyak | | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | |
| 8 | | | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | |
| 9 | | | 2/1/0/v/**4** | | |
| 10 | Főspecializáció labor | | | 0/0/3/f/**4** | 0/0/3/f/**4** |
| **Szakmai törzsanyag köt. választható ismeretkörei (54 kredit)** | | | | | |
| 11 | Mellékspecializáció tantárgyak | | 2/1/0/v/**4** | 2/1/0/v/**4** | |
| 12 | | | | 2/1/0/v/**4** | |
| 13 | Mellékspecializáció labor | | | | 0/0/2/f/**2** |
| 14 | Önálló laboratórium | 0/0/3/f/**5** | 0/0/3/f/**5** | | |
| 15 | Diplomatervezés | | | 0/5/0/f/**10** | 0/10/0/f/**20** |
| **Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)** | | | | | |
| 16 | Szabadon választható tantárgy | 4/0/0/f/**4** | 2/0/0/f/**2** | | |
| **Kritérium tantárgy (0 kredit)** | | | | | |
| 17 | Szakmai gyakorlat | 4 hét/a/**0** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Összes heti óraszám** | 26 | 23 | 22 | 18 |
| **Előadás/gyakorlat/labor óraszám** | 21 / 2 / 3 | 15 / 5 / 3 | 10 / 9 / 3 | 3 / 10 / 5 |
| **Összes kredit-pontszám** | **28** | **30** | **32** | **30** |
| **Vizsgaszám** | 2 | 4 | 4 | 0 |

[1] A Fizika 3 c. tantárgy a tavaszi, az Elektromágneses terek c. tantárgy az őszi félévben kerül felkínálásra

[2] A Mérnöki menedzsment c. tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

**Jelmagyarázat:** előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

**Összesítés:** ea / gyak / lab: 49 / 26 / 14 = 89 óra (ea / gyak+lab = 49 / 40 = 55,1% / 44,9%)

# III. Egészségügyi mérnök mesterszak

A képzés célja olyan interdiszciplináris elméleti és gyakorlati ismeretekkel, valamint alkalmazási készséggel rendelkező mérnökök képzése, akik műszaki, informatikai, orvosi vagy természettudományos alaptudásukat kiegészítve, az elméleti és a gyakorlati jellegű egészségügyi mérnöki tevékenységek rendkívül széles területén alkalmazhatók. Az egészségügyi mérnökök az élő- és élettelen természettudományos, műszaki, gazdasági és humán ismereteik, továbbá az ezekhez kapcsolódó készségeik révén, szakterületükön tervezői és kutatási-fejlesztési feladatok ellátására, egészségügyi és műszaki szakemberekből álló csoportok kutató, fejlesztő és alkalmazói munkájában való közreműködésre, megfelelő gyakorlat után ilyen csoportok önálló irányítására alkalmasak. A mesterdiploma megszerzése feljogosít a doktori képzésben való részvételre.
Az orvosbiológiai mérnökképzés (biomedical engineering) az 1970-es években jelent meg önálló szakként a világban, eleinte elsősorban az Egyesült Államokban. Jelenleg a világban több mint 300 orvosbiológiai mérnökképzési program létezik, ebből csaknem 100 Európában. A Budapesti Műszaki Egyetemen az 1970-es években Orvosbiológiai méréstechnika szakmérnöki szak indult. 1995-ben orvosbiológiai mérnökképzés indult a Budapesti Műszaki Egyetem, a Semmelweis Orvostudományi Egyetem és az Állatorvostudományi Egyetem részvételével, gesztorintézmény a BME Villamosmérnöki Kar. Az országban jelenleg egyedüliként ezen a szakon történik egészségügyi (2002 előtt orvosbiológiai) mérnökök képzése, 2007-ig több mint 200 diploma került kiadásra.

**Felvétel az egészségügyi mérnök mesterszakra:** A mesterképzésre felvételt nyerni csak meglevő diploma birtokában lehet. A mesterképzésbe történő belépés előzményeként egyetlen szak sem vehető figyelembe teljes kreditérték beszámítással, mivel ezen a szakon jelenleg alapképzés nem folyik. Elsősorban az alábbi szakokon diplomát szerzettek jelentkezését várjuk: villamosmérnöki, biomérnöki, gépészmérnöki, szerkezetépítőmérnöki, mérnökinformatikus, programtervező informatikus, gazdaságinformatikus, orvosi laboratóriumi és képalkotó diagnosztikai analitikus, biológia, fizika, kémia (BSc) alapképzési szakok, valamint az orvos, fogorvos és gyógyszerész egységes, osztatlan mesterképzési szakok.

A mesterképzésbe való **felvétel** feltétele, hogy

- a műszaki, az informatikai, az orvos- és egészségtudomány és a természettudomány képzési terület alapképzési szakjain, valamint az általános orvos, fogorvos és gyógyszerész osztatlan szakon diplomát szerzett jelentkezők **legalább 30 kredittel** (ebből összesen legalább 12 kredit vagy matematikából és fizikából vagy anatómiából, élettanból és biokémiából),
- más szakon diplomát szerzett jelentkezők **legalább 40 kredittel**

rendelkezzenek, amelyeket korábbi tanulmányaik során szereztek az alábbiak szerinti 60 kreditből:

| | |
|---|---|
| *természettudományos ismeretek*<br>matematika (min. 12 kredit), fizika (min. 5 kredit), anatómia (min. 6 kredit), élettan (min. 6 kredit), biokémia (min. 5 kredit), kémia, biológia; | *35 kredit* |
| *mérnöki alapismeretek*<br>rendszerek analízise, tervezési ismeretek. | *10 kredit* |
| *számítástechnikai ismeretek* | *5 kredit* |
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>közgazdaságtani és menedzsment ismeretek, környezetvédelem, minőségbiztosítás, munkavédelem, társadalomtudomány; | *10 kredit* |

A **diploma kiadásának** feltétele, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek – felsőoktatási törvényben meghatározott – összevetése alapján elismerhető legyen legalább 60 kredit a fenti ismeretkörökben. A felvételkor a fenti lista szerint még hiányzó krediteket a tanulmányokkal párhuzamosan meg kell szerezni.

**A mesterképzés során megszerzendő ismeretek (120 kredit):**

| | |
|---|---|
| *természettudományos alapismeretek*<br>matematika, fizika, funkcionális anatómia, rendszerélettan, biofizika, molekuláris biológia; | *20-30 kredit* |
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>minőségmenedzsment, az orvosi kutatások etikai kérdései, további, az egészségügyhöz kapcsolódó gazdasági és humán ismeretek; | *10-20 kredit* |
| *egészségügyi mérnöki szakmai ismeretek*<br>biológiai eredetű jelek mérésére használható műszerek és méréstechnika, műszaki és biológiai rendszerek elmélete, folyamatszabályozás, biomechanika, orvosbiológiai számítógépes gyakorlat, bioinformatika, biokompatibilis anyagok, biotechnológia, orvosbiológiai érzékelők, orvosi képfeldolgozás, orvosi optika, beszéd- és hallásdiagnosztika, gyógyszerészeti biotechnológia, intelligens orvosi készülékek; | *15-35 kredit* |
| *a szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei*<br>differenciált szakmai ismeretek: orvosbiológiai mérnöki, egészségügyi mérnök-informatikus, sugárfizikai, továbbá a szakma igényeinek, valamint a szakindítást kérő intézmények hagyományainak megfelelő további specializációkhoz tartozó speciális szakmai ismeretek; diplomamunka (30 kredit); | *40-60 kredit* |
| *szabadon választható tantárgyak ismeretkörei* | *min. 6 kredit* |

A szak orientációja: kiegyensúlyozott (a gyakorlati jellegű ismeretátadás aránya 40-60 százalék).

A hallgatók a differenciált szakmai ismeretek egy részét – 10 kredit kiméretben – önálló munkával, megfelelő oktatói konzultációval segítve sajátítják el. Ennek során a hallgatók személyre szabott feladatot kapnak. Az önálló feladat kijelölése, az ehhez nyújtott konzultáció ad lehetőséget a tehetségekkel való foglalkozásra. A hallgatók az önálló munka keretében elkezdett szakmai tevékenységet a diplomatervezés (összesen 30 kredit) során folytathatják. A két tantárgy együtt a képzés harmadát (40 kredit a 120-ból) teszi ki. Ez lehetővé teszi, hogy a kiemelkedő képességű hallgatók megfelelő feladatot kapjanak, és előrehaladásukat személyre szabott konzultációval segítsük.

A minden egészségügyi mérnöktől elvárt általános kompetenciák megszerzését a kötelező tantárgyak biztosítják. Ezeket a különböző alapdiplomával rendelkezők a mintatantervben leírtak szerint hallgatják.

**Előtanulmányi rend:**

A kar által kötelezően előírt MSc előtanulmányi rend szerint

- Az egyes tantárgyak adatlapjai előtanulmányi rend előírásokat tartalmazhatnak, elsősorban a természettudományos és a, közös tantárgyakra vonatkozóan.
- Az Orvosbiológiai számítógépes gyakorlatok tantárgy felvételének előfeltétele az Orvosbiológiai méréstechnika és a Folyamatszabályozás tantárgyak kreditjeinek megszerzése.
- Az Önálló munka 1, Önálló munka 2, Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2 tantárgyak
  - csak az adott szak MSc képzésének hallgatói számára vehetők fel,
  - csak a felsorolás sorrendjében vehetők fel, a felsorolásban őket megelőző tantárgyak kreditjeinek teljesítése után.
- A szigorlat letétele csak az alapozó ismereteket nyújtó tantárgyak (a meglevő alapdiplomától függően Matematika M1, Fizika M1, vagy Funkcionális anatómia, Rendszerélettani alapismeretek) kreditjeinek megszerzése után lehetséges. Ha a hallgató az előtanulmányi rendben szereplő egyik tantárgyat teljesítette, akkor az Egészségügyi mérnöki alapszigorlatot az előtanulmányi rendben szereplő másik tantárggyal egy időben, azonos félévben is felveheti.
- A Diplomatervezés 2 tantárgy felvételének feltétele
  - a mintatantervnek megfelelően 84 kredit teljesítése,
  - a szigorlat (egészségügyi alapképzettségűek számára matematika, fizika, számítástechnika, műszaki és természettudományos alapképzettségűek számára anatómia, élettan és biokémia témakörből) eredményes letétele.

- További előírásokat a „BME VIK MSc diplomaterv, záróvizsga, oklevél szabályzata” tartalmazhat.

**Szakmai gyakorlat:**
A képzés hallgatói számára a diploma megszerzésének feltétele egy legalább 4 hetes egybefüggő szakmai gyakorlat sikeres teljesítése is. A szakmai gyakorlat lehetséges időpontjait, helyszíneit, tartalmát és lebonyolításának rendjét, a kar szabályzatai határozzák meg.

## III.1 Természettudományos alapismeretek

A természettudományos alapismeretek tantárgyainak listája a következő:

| Tárgy neve | Tantárgykód | Kötelező/választható |
|---|---|---|
| Molekuláris biológia | VIEUM119 | kötelező |
| Biofizika | VIEUM120 | kötelező |
| Rendszerélettani alapismeretek | VIEUM200 | kötelező (műsz.) |
| Matematika M1 | TE90MX31 | kötelező (orv.) |
| Funkcionális anatómia | VIEUM121 | kötelező (műsz.) |
| Fizika M1 | TE13MX05 | kötelező (orv.) |
| Folyamatszabályozás | VIIIM158 | kötelező |
| Biomechanika | EOTMOM04 | kötelező |

Műsz.: műszaki alapképzettségűek számára, Orv.: orvosi alapképzettségűek számára

### Molekuláris biológia

(VIEUM119, 3. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SE)

**1. A tantárgy célkitűzése**

A genetikai információ tárolása, kifejeződése, a laboratóriumi géntechnológiák ismertetése. A biotechnológia molekuláris biológiai alapjainak elsajátítása.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

- Nukleinsavak szerkezete.
- A DNS replikációja.
- A DNS károsodásainak javítása, repair mechanizmusok, mutációk.
- RNS, és a transzkripció.
- A génkifejeződés szabályozása, transzkripciós faktorok, a sejtciklus szabályozása.
- A vírusgenom replikációja és az onkogének.
- Fehérjeszintézis.
- Molekuláris biológiai és egyéb biológiai laboratóriumi módszerek.
- Rekombináns géntechnológia.
- Vektorok és könyvtárak.
- Génamplifikációs eljárások.
- Génreguláció vizsgálata (transzkripciós szabályozás).
- A rekombináns géntechnológia gyakorlati alkalmazásai.
- Bioinformatika. Az in silico vizsgálatok alapjai.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Ádám-Dux-Faragó-Fésűs-Machovich-Mandl-Sümegi: Orvosi biokémia (szerkesztette: Ádám Veronika), Medicina Könyvkiadó, Budapest, 2001

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Mandl József egyetemi tanár (SE), Dr. Csuka Ildikó egyetemi adjunktus (SE), Dr. Hrabák András egyetemi docens (SE)

# Biofizika

(VIEUM120, 1. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SE)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Megismertetni a biológiai rendszerek életfolyamatainak alapjait képező fizikai törvényszerűségeket, a diagnosztikában, terápiában és az élettudományi kutatómunkában használt, fizikai elveken nyugvó főbb módszerek alapjait.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

- Rend-rendezetlenség, gázok, folyadékok, folyadékkristályok, szilárdtestek, az anyag nano-léptékű új tulajdonságai, kötéserősség, kötéstávolság, erős és gyenge kötések.
- Molekuláris biofizika: Biológiai makromolekulák szerkezete. Általános felépítési elvek, variációs lehetőségek, szerkezeti szintek, stabilitás, szerkezeti dinamika. A fehérjetekeredés biofizikája. Az anyag tulajdonságainak molekuláris szinten történő szabályozásán nyugvó szupramolekuláris szerkezetek, önszerveződés és önreprodukció képessége.
- Fény, hullámoptika, kvantumoptika. Fényforrások, hőmérsékleti sugárzás, lumineszcencia.
- Nem-ionizáló sugárzások, fotobiofizika, környezeti hatások.
- Ionizáló sugárzások (röntgen-, gamma- és részecskesugárzás) és kölcsönhatásuk az élő anyaggal. CT, SPECT, PET, MRI és ultrahangos módszerek alapjai. A dozimetria és a sugárvédelem alapfogalmai.
- Transzportfolyamatok, áramlás, diffúzió, transzportfolyamatok általános leírása. Nem-egyensúlyi termodinamika alapjai. Ingerületi folyamatok, érzékszervek biofizikája: látás, hallás, szaglás és ízlelés biofizikai vonatkozásai. Molekuláris biomechanika.
- Optikai spektroszkópiai és diffrakciós módszerek. Modern mikroszkópiai módszerek: lézer csipesz, konfokális mikroszkóp, kétfotonos mikroszkóp, FRET, FCS.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Maróti Péter-Laczkó Gábor: Bevezetés a biofizikába, SzTE (JATE) kiadvány, 1993
[2] Damjanovich Sándor-Fidy Judit- Szöllősi János: Orvosi biofizika, Medicina, 2006, 2007

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Fidy Judit egyetemi tanár (SE), Dr. Gróf Pál egyetemi docens (SE), Dr. Csík Gabriella egyetemi docens (SE)

# Rendszerélettani alapismeretek

(VIEUM200, 2. szemeszter, 3/0/2/v/6 kredit, SE)
műszaki alapképzettségű hallgatók számára

**1. A tantárgy célkitűzése**

Műszaki alapképzettségű hallgatók számára alaptárgyi bevezetőt nyújtani az ember élettanába.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

Ismertetésre kerülnek az emberi test sejtjeinek, szerveinek és szervrendszereinek alapvető élettani folyamatai. Tárgyaljuk a sejtszabályozás, a membránelektromosság, az izomműködés, a vérkeringés, a légzés, a táplálkozás és tápanyag-feldolgozás, a kiválasztás, a hormonális szabályozás az érzékszervi és idegrendszeri működés főbb jelenségeit és a közöttük lévő összefüggéseket. Bemutatjuk a fontosabb tudományos és klinikai diagnosztikus vizsgálatok élettani alapjait. A rendszerélettani szemléletet követve tárgyaljuk a test homeosztázisának meghatározó szabályozási köreit, azok módosulásait különböző élettani és népegészségügyi szempontból fontosabb kórállapotokban. A hallgatók előtt így ismeretessé

válnak a gyakrabban végzett tudományos, klinikai diagnosztikus mérések és terápiás beavatkozások élettani háttérfolyamatai. Képessé válnak arra, hogy ilyen műszerek, mérési feladatok, adatkezelési-feldolgozási feladatok fejlesztése, tervezése, kivitelezése, a berendezések beüzemeltetése és működtetése során az érintett élettani mechanizmusokat áttekintsék, és az orvosi valamint műszaki szakértők közötti nélkülözhetetlen kommunikációt megvalósítsák.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] A http://www.elet2.sote.hu honlapon az előadások anyaga fellelhető.
[2] Fonyó A. – Ligeti E.: Az orvosi élettan tankönyve. 4 kiadás, Medicina, Budapest, 2008.
[3] A. C. Guyton and J. E. Hall: Textbook of Medical Physiology. 11th edition, Saunders, Philadelphia, 2006.
[4] Monos E: Hemodinamika: a vérkeringés biomechanikája. Semmelweis Kiadó, Budapest, 2005
[5] Monos E: A vénás rendszer élettana, 3 kiadás, Semmelweis E KODK, Budapest, 2004.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Nádasy György egyetemi docens (SE), Dr. Monos Emil egyetemi tanár (SE), Dr. Dézsi László tudományos csoportvezető (SE)

## Matematika M1

(TE90MX31, 1. szemeszter, 3/3/0/v/7 kredit, BME TTK)
orvosi alapképzettségű hallgatók számára

**1. A tantárgy célkitűzése**
Orvosi alapképzettségű hallgatók számára alaptárgyi bevezetőt nyújtani a szaktárgyakban felhasználásra kerülő matematikai fogalmakról és számításokról.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
Műveletek vektorokkal és mátrixokkal. A térbeli analitikus geometria elemei. Komplex számok. Valós számsorozatok. Egyváltozós függvények. Az elemi függvények deriváltjai. A Riemann- integrál fogalma. Lineáris tér, függetlenség, bázis, dimenzió. Sajátérték, sajátvektor fogalma. Elsőrendű szeparábilis és lineáris differenciálegyenletek megoldása. Másodrendű lineáris, állandó együtthatós differenciálegyenletek megoldása. Kettősintegrál fogalma, létezésének elégséges feltétele, kiszámítása, alkalmazása. Hármasintegrál fogalma, létezésének elégséges feltétele, kiszámítása, alkalmazása. Integráltranszformációk. A vektoranalízis elemei. Görbementi és felületmenti integrálok. Divergencia, rotáció, Gauss - Osztrogradszkij tétel, Stokes tétel. Numerikus sorok. Függvénysorok, hatványsorok. Taylor sor. Fourier sor. Fourier transzformáció. Laplace transzformáció. Parciális differenciálegyenlet.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Szász Gábor: Matematika I, II, III,
[2] Csató Tamásné : Előadás vázlat,
[3] Thomas-féle kalkulus I-III.,
[4] Jánossy-Gnadig-Tasnádi: Vektorszámítás I-III.
[5] Babcsányi et. al.: Matematikai Feladatgyűjtemény I-IV.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Tasnádi Tamás egyetemi adjunktus (BME TTK), Dr. Járai Antal egyetemi tanár (BME TTK),
Dr. G. Horváth Ákosné tudományos főmunkatárs (BME TTK)

# Funkcionális anatómia

(VIEUM121, 1. szemeszter, 4/0/1/v/6 kredit, SE)
műszaki alapképzettségű hallgatók számára

**1. A tantárgy célkitűzése**
Műszaki alapképzettségű hallgatók számára alaptárgyi bevezetőt nyújtani. A funkcionális anatómia az egészségügyimérnök-képzés természetes alapja, az emberi test szerkezetének funkcionális szemléletű bemutatása.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
A program 14x4 órában, egymásra épülő logikával tárgyalja a szervrendszerek (vázlatos) fejlődését, makro- és mikroszkópos funkcionális morfológiáját és életszerű példákkal utal a diagnosztika, gyógyítás, rehabilitáció, munkaélettan és sportorvoslás, valamint az ergonómia és bionika anatómiai alapjaira.
Bevezető, a funkcionális anatómia szemlélete. Általános egyedfejlődés. Csonttan. Az ízületek funkcionális anatómiája. Csontfejlődés, sérülések, rehabilitáció. A vázizomzat funkcionális anatómiája. Keringés I. - A szívműtétek és rehabilitáció. Keringés II. - A nagyvérkör, nyirokkeringés. A légzőrendszer. Az emésztőrendszer. Az urogenitalis rendszer. Az idegrendszer fejlődése és makroszkópiás leírása. A gerincvelő funkcionális szerkezete. Az agytörzs és agyidegek. A köztiagy, látó- és hallórendszer, neuroendokrin szabályozás. A testtartás és az adaptív mozgásszabályozás. A féltekék funkcionális anatómiája.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Szentágothai-Réthelyi: Funkcionális Anatómia I-III. Semmelweis Kiadó
[2] Sobotta: Az Ember Anatómiájának Atlasza, I.II.
[3] kiosztott előadásvázlatok, az intézeti honlap jelszavas hozzáférésű anyaga.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Réthelyi Miklós egyetemi tanár (SE), Dr. Simon László szaktanácsadó (SE), Dr. Gerber Gábor egyetemi docens (SE), Dr. Sótonyi Péter egyetemi tanár (SZIE)

# Fizika M1

(TE13MX05, 2. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, BME TTK)
orvosi alapképzettségű hallgatók számára

**1. A tantárgy célkitűzése**
Orvosi alapképzettségű hallgatók számára alaptárgyi bevezetőt nyújtani a szaktárgyakban felhasználásra kerülő fizikai fogalmakról és számításokról.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
Kinematikai alapfogalmak. Erő és tömeg, Newton-törvények, munka, energia. Pontrendszer mozgása, megmaradási törvények. Hőmérséklet, gáztörvények, a kinetikus gázelmélet alapjai. Belső energia és hő, a hőtan alaptörvényei. Hőtranszport. Halmazállapot-változások. Az elektromos erőtér jellemzése és alaptörvényei. Az elektromos áram. A mágneses erőtér jellemzése és alaptörvényei. Időben változó elektromágneses erőtér. Harmonikus-, csillapodó- és kényszerrezgés. A hullám fogalma, harmonikus hullám. Hullámok terjedése, interferencia, állóhullámok. Hullámok elhajlása. Elektromágneses hullámok, elektromágneses spektrum. Fényelhajlás, fénypolarizáció, diszperzió, a színképelemzés alapelve. Az elektromágneses hullám részecske jellege, a foton. Részecskék hullámszerű viselkedése. Atommodellek, atomi energianívók, atomi fénykibocsátás és fényelnyelés. Az atommag összetétele és sajátságai.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Tóth A.: Fizika műszaki menedzser hallgatók számára, Műegyetemi Kiadó 1996 (10041)
[2] Vannay L.: Fizika összefoglaló és példatár, Typotex Kiadó, Budapest 2003
[3] Budó Á.-Pócza J.: Kísérleti fizika I., Tankönyvkiadó, Budapest
[4] Budó Á.: Kísérleti fizika II., Tankönyvkiadó, Budapest
[5] Budó Á. - Mátrai T.: Kísérleti fizika III., Tankönyvkiadó, Budapest

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Keszthelyi Tamás egyetemi docens (BME TTK)

## Folyamatszabályozás

(VIIIM158, 2. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, IIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**
Szabályozástechnikai és irányítástechnikai alapfogalmak megismertetése és ezek alkalmazásának bemutatása példákon keresztül.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
Történeti áttekintés. Irányítástechnikai alapfogalmak. Zárt szabályozási rendszerek jelátviteli tulajdonságai. Szabályozási rendszerek stabilitásvizsgálata. Stabilitásvizsgálat Bode-diagramokkal. Strukturális és feltételes stabilitás. Paraméteroptimalizálás. Optimalizálási kritériumok. Integrálkritériumok. Optimalizálási kritériumok számítása. Szabályozók optimális paramétereinek beállítása. Nemlineáris szabályozási rendszerek. Mintavételező rendszerek. A z transzformáció és az inverz z transzformáció. Az Állapottér-módszer, állapotegyenletek. A megfigyelhetőség és az irányíthatóság. Többparaméteres kapcsolt szabályozások (TKSz)

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Szilágyi B.:” Szabályozástechinka. Számítógépes gyakorlatok”, Egyetem jegyzet 2003.
[2] Benyó Z. „Folyamatidentifikáció és Folyamatszimuláció”, Előadásjegyzet, 2006.
[3] Levine W.S: ”The Control Handbook”, CRC Press, 2006.
[4] Bronzino J.D: ”The Biomedical Engineering Handbook”, CRC Press, 2005.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Benyó Zoltán egyetemi tanár (IIT), Dr. Kovács Levente egyetemi adjunktus (IIT)

## Biomechanika

(EOTMOM04, 3. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, BME ÉMK)

**1. A tantárgy célkitűzése**
A mechanika élettani folyamatokban történő alkalmazásának és alkalmazhatóságának bemutatása.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
Elemi statikai összefüggések. Mechanikai rendszerek egyensúlyának vizsgálata. Külső és belső reakciók számításának alapelvei statikailag határozott szerkezeteken. Az igénybevételek fogalma. Az igénybevételek közötti matematikai kapcsolatrendszer. A feszültségek és alakváltozások definíciója.

Egyensúlyi, geometriai és anyagmodell egyenletek. A mechanikai egyenletek megoldásának alapvető módszerei. Anyagmodellek típusai. A hiperelasztikus modellcsalád alkalmazási területei és fontosabb típusaik. Képlékeny viselkedés leírása. Az időfüggő anyagmodellek fontosabb típusai. A mechanikai feladatok peremértékfeladat típusú megfogalmazása és néhány alapvető szerkezet analitikus megoldása. Mechanikai feladatok variációs megfogalmazása és megoldása. A potenciális energia minimumának tétele. A Galjorkin- és a Ritz-módszer. A végeselemes megoldás alapelvei. Folyadékok áramlásásnak alapegyenlete, stacionárius áramlás csőhálózatokban. Veszteséges áramlások rugalmas és merev csövekben, instacionárius áramlások. Vérkör modellezése, nyomás és áramlássebesség mérése. Véráramlások vizsgálata és mérési módjai. Dinamikai alapelvek. Az emberi test lehetséges és használatos modelljei. A test súlypontjának és súlyponti tehetetlenségi mátrixának meghatározása. Mozgások kinematikai elemzése. A gyakorlatban használt számítógépes rendszerek. Felvételkészítés és kiértékelés. Online gerincvizsgálatok. A mellkas és a has ütközésének biomechanikai modellezése. A rezgések hatása.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Előadásvázlat (Elektronikus változat, tanszéki honlapról letölthető)
[2] Tarnai-Gáspár: Tartók statikája (Egyetemi jegyzet)
[3] Kaliszky-Kurutzné Kovács Márta-Szilágyi: Szilárdságtan (Egyetemi tankönyv)
[4] Bojtár- Gáspár : Tartók IV (Végeselemek módszere) (Egyetemi jegyzet)
[5] Bojtár: Mechanikai anyagmodellek (Egyetemi jegyzet)

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Bojtár Imre egyetemi tanár (BME ÉMK), Dr. Kiss Rita egyetemi docens (PTE), Dr. Pandula Zoltán egyetemi adjukntus (BME GPK)

## III.2 Gazdasági és humán ismeretek

A gazdasági és humán ismeretek tantárgycsoportban a hallgatóknak két tantárgyat kötelező jelleggel, egyet az alábbi listából választva kell felvenniük.

| Tárgy neve | Tantárgykód | Kötelező/választható |
|---|---|---|
| Minőségmenedzsment | GT20M002 | kötelező |
| Az orvostudományi kutatások etikai kérdései | VIEUM300 | kötelező |
| Diagnosztika és készségfejlesztés szimulátorokkal | GT52M400 | választható |
| Érvelés és tárgyalástechnika | GT41M400 | választható |
| Mérnöki menedzsment | VITMMB03 | választható |

### Minőségmenedzsment

(GT20M002, 3. szemeszter, 2/0/0/f/2 kredit, BME GTK)

**1. A tantárgy célkitűzése**
A minőségmenedzsment alapelveinek és az alkalmazott minőség rendszerek fontosabb jellemzőinek bemutatása.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
Minőségmenedzsment rendszerek helye, szerepe a vállalatok, intézmények vezetési rendszerében. Minőségfilozófiák, minőségiskolák. Minőségmenedzsment rendszerek alapelvei. A termelő vállalatoknál és a szolgáltató szervezeteknél alkalmazott minőség rendszerek fontosabb jellemzői. A Total Quality Management alapelvei és fontosabb módszerei. A TQM vezetési filozófia alkalmazási lehetőségei, azonosságok és eltérések a termelő szervezetekben és a szolgáltató szektorban. A vevőközpontúság alapjai és módszerei. Folyamatmenedzsment alapjai és szerepe a minőségmenedzsment rendszerekben. A teljesítmények mérése, indikátorok szerepe a folyamatok folyamatos fejlesztésében. A dolgozók felhatalmazásának és bevonásának elve és módszerei. A vezető szerepének meghatározása és módszerei a TQM (kiválósági) kultúra kialakításában és fejlesztésében. Minőség költségek elemzése, a minőség gazdaságossági szempontjai. Az önértékelési (EFQM, CAF) modellek alapjai és alkalmazása a vállalati működés folyamatos fejlesztésére.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Kövesi J.-Topár J. (szerk.): A minőségmenedzsment alapjai, Typotex, Budapest, 2006.
[2] A.R. Tenner – I.J. De Toro : Teljes körű minőségmenedzsment TQM 4. kiadás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2005.
[3] MSZ EN ISO 9001:2001 Minőségirányítási Rendszerek - Követelmények MSZT 2001.
[4] Topár J.: A minőségmenedzsment –rendszerek fejlődésének néhány jellemzője a hazai vállalkozásoknál. Harvard Business Manager 4/2001 pp.50-57
[5] Topár, J.: Minőségmenedzsment a közszolgálatban. Tudásalapú társadalom; Tudásteremtés-Tudástranszfer; Értékrendváltás V. Nemzetközi Konferencia Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar Miskolc-Lillafüred 2005 május, pp. 116-123

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Kövesi János egyetemi tanár (BME GTK)

# Az orvostudományi kutatások etikai kérdései

(VIEUM300, 1. szemeszter, 3/0/0/v/4 kredit, SE)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Az orvosi tudományos kutatások etikai kérdéseinek és a kapcsolódó jogi szabályozásnak a bemutatása.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

Az orvos-beteg kapcsolatnak a jogrendszer kategóriái közé szorítása, polgári jogi fogalmakkal való leírása nagyon nehéz feladat, hiszen ez a jogviszony egyetlen szerződéstípusba sem sorolható be. Mégis, legközelebb a megbízási szerződéshez áll, hiszen a megbízási szerződés számos eleme megtalálható az orvos-beteg kapcsolatban is, ezért ezt a jogviszonyt általában „megbízásszerű" jogviszonyként szokták leírni. A megbízási szerződés tipikus gondossági kötelem, tehát az orvos a gondos eljárásra, és nem valamely eredmény létrehozására vállal kötelezettséget.

Jogi ismeretek. Az orvosi jogviszony elméleti alapjai. Az egészségügyi ellátórendszer működésének jogszabályi háttere. Az orvosi felelősség. A betegek jogai. Az orvosok jogai és kötelezettségei. Az szerv- és szövetátültetésekkel kapcsolatos előírások. Az emberen végzett orvostudományi kutatások szabályozása.

Orvosi etika, bioetika. A hagyományos orvosi etika. Az orvosi és bioetika Magyarországon. A bioetika legfontosabb témái.

A társadalombiztosítási jog. A társadalombiztosítási törvény felépítése. A társadalombiztosítási szolgáltatások. Biztosítási orvosi ismeretek. Az orvos felelőssége és kötelezettsége.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Kovács József: A modern orvosi etika alapjai.Medicina Könyvkiadó, 1999.
[2] Kőszegfalvi Erzsébet: Egészségügyi jogi kézikönyv. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1999.
[3] Dósa Ágnes: Az orvos kártérítési felelőssége HVG-Orac Budapest, 2004.
[4] Ferencz Antal: A bioetika alapjai Szent-István Társulat Könyvkiadó, 2001.
[5] Sótonyi Péter: Az igazságügyi orvostan Semmelweis Kiadó, 2005.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Sótonyi Péter egyetemi tanár (SE), Dr. Törő Klára egyetemi docens (SE), Dr. Dósa Ágnes tudományos munkatárs (SE)

# Diagnosztika és készségfejlesztés szimulátorokkal

(GT52M400, 4. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, BME GTK)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Áttekintést adni a szimulációs módszerek alkalmazási lehetőségeiről az ember fiziológiai sajátosságainak és pszichológiai képességeinek diagnosztizálásában, továbbá munkaköri alkalmasságának előrejelzésében, valamint szenzomotoros és kognitív képességeinek, készségeinek fejlesztésében.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

A bevezető jellegű elméleti módszertani ismereteket kiegészítik a különféle szimulátor-alkalmazási példákat bemutató esettanulmányok és helyszíni látogatások, elsősorban a közlekedés, valamint a folyamatirányítás területén alkalmazott szimulátoroknál.

A szimulált valóság-helyzet, mint a valóság adott szeletének modellezése. A szimuláció valósághűsége: fizikai, funkcionális és pszichológiai hűség. A szimulátorok gyakorlati alkalmazása: a főbb felhasználási területek, az alkalmazás előnyei és nehézségei.

A humán teljesítménymérés és értékelés elvi, módszertani kérdései.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Antalovits M. 1995., Készségfejlesztés szimulátorral. (Habilitációs dolgozat) Budapest, ELTE BTK. Budapest, 110 o. + mell.
[2] Antalovits, M. – Izsó, L., 1998., Self-assessment and learning in nuclear power plant simulation training. (In:) Misumi, J., Wilpert, B., Miller, R. (eds) *Nuclear Safety: A Human Factors Perspective*. Taylor and Francis Ltd. London, 243 – 256. o.
[3] Antalovits, M. – Izsó, L. 2003., Assessment of Crew Performance and Measuring of Mental Efforts in a Cognitively Demanding Task Environment. (In:) Hockey, G.R.J., Gaillard, A.W.K., Burov, O. (eds.) *Operator Functional State. The Assessment and Prediction of Human Performance Degradation in Complex Tasks*. IOS Press, Amsterdam. pp. 284 – 290.
[4] Izsó, L. – Antalovits, M. 1997. An Observation Method for Analysing Operators' Routine Activity in Computerised Control Rooms. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics,* Vol.3, No.3-4, 173-189.
[5] Antalovits M. 2001., A folyamatirányító operátor készségeinek és tudásának pszichikus szerveződése, reprezentációja. Alkalmazott Pszichológia, III/4. 5-20. o.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Izsó Lajos egyetemi tanár (BME GTK), Dr. Antalovits Miklós egyetemi tanár (BME GTK)

## Érvelés és tárgyalástechnika

(GT41M400, 4. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, BME GTK)

**1. A tantárgy célkitűzése**
Az érvelések megértéséhez, elemzéséhez, értékeléséhez és kritikájához szükséges módszerek bemutatása.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
Az érvelések vagy indoklások két szempontból játszanak kiemelkedő szerepet: egyrészt, a döntések során az alternatívák közül aszerint választunk, hogy mi szól mellettük és ellenük, másrészt, az álláspontunkat indokolni és másokkal elfogadtatni érvelések segítségével tudjuk. Az érvelés tehát a racionális döntés, valamint a helyes álláspont kialakításának és elfogadtatásának eszköze.
A kurzus során a résztvevők megismerkedhetnek az érvelések megértésének, elemzésének, értékelésének és kritikájának módszereivel, valamint ezek alkalmazási lehetőségeivel. A képzésen különös gondot fordítunk a hibás, de gyakran meggyőzőnek tűnő – ezért veszélyes és félrevezető – érvelések vizsgálatára.
A tárgyalás az érdekütközések feloldásának leghatékonyabb eszköze. Egy konfliktus során az érdekek leginkább úgy érvényesíthetők, ha az egyik fél elfogadja a másik fél javaslatát a sajátja ellenében, vagy a tárgyaló felek közösen találnak olyan megoldást, amely mindkettőjük érdekeinek (leginkább) megfelel.
A képzés során mindkét eset elméleti és gyakorlati vizsgálatára sor kerül: áttekintjük a tárgyalás szokásos modelljeit és stratégiáit, bemutatjuk a tárgyalásnak – az érdekérvényesítésnek – az együttműködésen alapuló modelljét. Megvizsgáljuk a tárgyalási folyamat kezelésének gyakorlati eszközeit, amelyek a legfontosabbak a szokásos munkahelyi tárgyalások eredményessége szempontjából.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Margitay T (2004): *Az érvelés mestersége*, Bp. Typotex kiadó

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Margitay Tihamér egyetemi tanár (BME GTK)

# Mérnöki menedzsment

(VITMMB03, 4/0/0/v/4 kredit, TMIT)
A tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

## 1. A tantárgy célkitűzése

A hallgatók megismerik a technológia- és innováció- menedzsment módszereket, az üzleti stratégiákat, a jellemző mérnöki vezetői szerepeket, helyzeteket és eszközöket. A sajátos technológiai és piacszabályozási elvek alapján lássák az új termékek és technológiák piacra lépésének és piaci elfogadtatásának folyamatát.

## 2. A tantárgy részletes tematikája

A mérnöki menedzsment helye, szerepe, területei. Az információs, kommunikációs és elektronikus média technológia sajátosságai, átfogó trendjei, mérnöki menedzsmentje.
A stratégiai menedzsment szerepe, üzleti stratégiák tervezésének és követésének módszerei. Összetett mérnöki döntési problémák megoldása.
Szervezetek vezetése, mérnöki vezetői szerepek és feladatok, vezetési helyzetek és módszerek. Szervezetek életciklusa, döntési kultúrája, változtatások menedzselése.
Tudásmenedzsment folyamatok. Szellemi vagyon védelmének alapelvei.
Technológia- és innovációmenedzsment. A technológia előrejelzés, tervezés, bevezetés és váltás módszerei. A termékfejlesztés és piaci elfogadás folyamata, szervezeti és finanszírozási formái, eszközei. Technológiai, üzleti és innovációs stratégiák, döntési modellek, termékciklus menedzsment módszerek. Üzleti folyamatok menedzselése.
Az információs-, kommunikációs és média szektor technológia és piac szabályozásának céljai, elvei és modelljei. A verseny és a konvergencia kibontakoztatásának szabályozási feladatai. Az elektronikus hálózatok és szolgáltatások, az informatika és a média közösségi és hazai keretszabályozása. Spektrum- és azonosítómenedzsment, szolgáltatók együttműködésének szabályai, alkalmazások biztonság- és tartalomszabályozása.

## 3. Félévközi követelmény

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

## 4. Irodalom

[1] IEEE Trans. on Engineering Management és Engineering Management Review folyóiratok
[2] Murphy, T.: Achieving Business Value from Information Technology, Gartner 2002.
[3] Morel-Guimaraes,L. - Khalil, T.M.- Hosni, Y. A.: Management of Technology. Key success factors for innovation and sustainable development. Elsevier, 2005.
[4] Hosni, Y. A. - Khalil, T.M.: Management of Technology. Internet economy: opportunities and challenges. Elsevier, 2004.
[5] The EU regulatory framework for electronic communications. Handbook. Arnold & Porter, 2003.
[6] Sveiby, K.E.: Szervezetek új gazdagsága: a menedzselt tudás. KJK-Kerszöv, 2001
[7] Kaplan, R. S., Norton, D. P.: A stratégia-központú szervezet. Panem Kft., Budapest, 2002
[8] Pakucs J., Papanek G.: Az innovációs folyamatok szervezése. Magyar Innovációs Szövetség, 2006.
[9] Kotler, Ph., Keller, K. L.: Marketingmenedzsment, 12. kiadás, Akadémiai Kiadó, 2008.
[10] IEEE Internat. Engineering Management Conferences, 2007 Austin, 2008 Lisbon.

## 5. A tantárgy kidolgozója és előadója

Dr. Sallai Gyula egyetemi tanár (TMIT), Dr. Abos Imre egyetemi docens (TMIT), Dr. Kósa Zsuzsanna egyetemi adjunktus (TMIT)

## III.3 Szakmai törzsanyag

A szakmai törzsanyag a következő tantárgyakból áll:

| Tantárgy neve | Tantárgykód | Kötelező/választható |
|---|---|---|
| Klinikai műszeres diagnosztika és terápia | VIEUM122 | kötelező |
| Műszaki és biológiai rendszerek elmélete | VIIIM123 | kötelező |
| Orvosbiológiai méréstechnika | VIMIM202 | kötelező |
| Orvosbiológiai számítógépes gyakorlatok | VIMIM301 | kötelező |

### Klinikai műszeres diagnosztika és terápia

(VIEUM122, 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SE)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Az orvos által fizikális vizsgálattal nem követhető változások műszeres diagnosztikai módszereinek bemutatása. A hallgatókat elsősorban a klinikai szemlélettel kívánjuk megismertetni. Erre alapozva, mind a terápiás módszerek sokaságának, mind az egyes terápiás eszközök fejlesztésének és alkalmazásának bemutatása.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

Bevezetés. Testméretek mérőeszközei. Lehetőségek és határok a diagnosztikában és terápiában, terápiás eszközök ipari előállítása relatíve kis számban. Testmagasság, testsúlymérés eszközei, bőrvastagság- és zsírrétegvastagságmérő eszközök, koponyaméretek, gerinchajlás (elhajlás), izületi kitérés mérő eszközei, röntgen. Vérkeringési rendszer mérései. Diagnosztika: szív elektrográfia, ultrahang (ECHO), vértérfogat, véráramlás és vérnyomásmérés. Terápia: operálható szívbetegségek, szívizom biopszia, billentyűtágítás ballonos szívkatéterrel, értágítás periférián coronaria, alvadás, viszkozitás, vérgázelemzés. Légzési rendszer. Diagnosztika: légzési térfogatok, légzési áramlás mérése, légúti és intrathoracalis nyomásmérés. Terápia: bronchoszkópia, pleuroszkópia, mediatinoscopia, biopszia, pleuraür szívás, respirátorok. Emésztőrendszer. Diagnosztika: endoszkópiák (oesophagus, gastro, jejuno, colono, recto). Terápia: endoszkópos sebészi terápia. Idegrendszer. Diagnosztika: electroenkefalográfia, mágneses magrezonancia vizsgálat, komputer tomográfia, célzókészülékek, elektróda diagnosztika, MAP-technika. Pótlás. Szerv-, szövet- és funkciópótlás (műszív, művese, PM, érprotézis). Méret, funkció, szövetbarát tulajdonság, energiabiztosítás, költség. Invazív műszeres terápia. Invazív műszeres gyógyítási technikák (intervencionális radiológia). A három egyetemről meghívott előadók előadásuk elektronikus változatát kérésre a hallgatók számára rendelkezésre bocsátják jegyzetként.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Szende Béla – Schaff Zsuzsa – Zalatnai Attila: Klinikopathológiai esettanulmányok. Medicina, Budapest, 2003.
[2] Nagy Zoltán (szerk.): Vascularis neurológia. B+V Kiadó, Budapest, 2006.
[3] Flautner Lajos – Sárváry András: A sebészet és traumatológia tankönyve. Semmelweis Kiadó, Budapest, 2003.
[4] Acsády György – Nemes Attila: Az érsebészet tankönyve. (2. kiadás) Medicina, Budapest, 2007.
[5] Acsády György- Nemes Attila (szerk.): Az érbetegek klinikai és műtéttani atlasza. Medicina, Budapest, 2005.
[6] Szarvas Ferenc (szerk.): Differenciáldiagnosztikai kalauz. Medicina, Budapest, 2006.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Nemes Attila egyetemi tanár (SE), Dr. Bodor Elek egyetemi tanár (SE), Dr. Merkely Béla egyetemi docens (SE), Dr. Selmeci László egyetemi tanár (SE).

# Műszaki és biológiai rendszerek elmélete

(VIIIM123, 1. szemeszter, 2/2/0/f/5 kredit, IIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Rendszerszemléletű ismeretanyag átadása a hallgatóknak az élettani folyamatok méréses meghatározásához. Bemutatja a diagnosztikai és kísérleti vizsgálatok tervezésének és kiértékelésének elméleti módszereit és azok számítógépes realizációját.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

A fiziológiai méréselmélet alapfogalmai. Jelek alapvető leírási módjai. Fiziológiai folyamatoknál a mérési eljárások tervezése. Szűréselmélet és alkalmazása. Szűrési algoritmusok és azok számítógépes realizációja. Mérési adatok feldolgozásának alapvető módszerei. A leíró statisztika alapfogalma. Sokaság és minta, a statisztikai következtetés alapjai. Varianciaanalízis. Változók összefüggéseinek vizsgálata. Főkomponens és faktoranalízis, korrespondenciaanalízis. Klaszter- és diszkriminanciaanalízis. Többdimenziós skálázás. Számítógépes statisztikai programcsomagok. Kompartment analízis matematikai alapjai. Élettani folyamatok leírása kompartment analízis segítségével. Zárt-és nyitott rendszerek, valamint különböző kapcsolatok leírása. Inhomogenitás. Kompartment analízis alkalmazástechnikája. Számítógépes programcsomagok és alkalmazásuk. Inverz probléma vizsgálata. Paraméterbecslés és folyamatidentifikáció. Különböző megoldási elvek ismertetése. Élettani folyamatok identifikációja. Néhány tipikus alkalmazás. Számítógépes programcsomagok és alkalmazásuk. Fuzzy rendszerek. Következtése térben és időben. Tanuló rendszerek. Biofuzzy és alkalmazása. Mesterséges mozgás és látás. Mesterséges intelligencia alapjai. Szakértői rendszerek alapjai. Mesterséges neurális hálózatok. Neurális hálók és fuzzy rendszerek. Párhuzamos algoritmusok implementálása, hardveres és szoftveres realizálás.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Z. Benyó, B. Paláncz, L.Szilágyi: Insight into computer science with MAPLE – Scienctia Publishing House 2005
[2] Benyó Z., Jávor A.: Folyamatszimuláció - Egyetemi jegyzet, Bp. 1996.
[3] Benyó Z.: Adaptív szabályozások, oktatási segédlet, Bp., 1989.
[4] Bronzino J.D: ”The Biomedical Engineering Handbook”, CRC Press, 2005.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Benyó Zoltán egyetemi tanár (IIT), Dr. Baranyi Péter tudományos tanácsadó (TMIT), Dr. Benyó Balázs tudományos főmunkatárs (IIT)

# Orvosbiológiai méréstechnika

(VIMIM202, 2. szemeszter, 2/2/0/f/5 kredit, MIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**

A biológiai jelek méréséhez szükséges jelátalakítók bemutatása és a hozzájuk kapcsolódó készülékek funkcionális ismertetése, ideértve mind a jellemző hardver egységeket mind az elterjedten használt jelfeldolgozó algoritmusokat.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

*Bevezetés*

A tantárgy kapcsolódási pontjai: egészségügy, műszergyártás. Jeltartományok, jeltípusok, közvetlen és közvetett mérések. Zajok, zavarok.

*Jelátalakítók*

Elektródok: típusok, helyettesítő képek. Nem villamos mennyiségek villamos jellé alakítása: elmozdulás, nyomás, erő, áramlási sebesség, hőmérséklet. Linearizálás, dinamikus tulajdonságok vizsgálata.

*Biológiai jeleket feldolgozó erősítők*
Jelhozzávezetés, bemeneti fokozat, védelem, galvanikus elválasztás, zajelnyomás, szelektív fokozatok.
*Biztonságtechnika*
Az áram fiziológiai hatása. Az áramutak létrejötte. Védekezés a nem kívánatos áramutak ellen. Szabványok.
*Elektronikus jeleket feldolgozó orvosi készülékek bemutatása*
A készülékek funkcionális blokkvázlata. Digitalizálás, adattömörítés, lényegkiemelés. Az eredmények reprezentálása. Készülékspecifikus jelfeldolgozás. Távmérés. A bemutatandó készülékek:
Elektrokardiográfok. Pacemakerek. Defibrillátorok. Elektroencefalográfok. Elektromiográfok. Stimulátorok. Vérnyomás- és pulzusmérők. Légzési paramétereket mérő készülékek. Impedanciamérők, pletizmográfok. Őrző készülékek. Dializátorok. Hallásvizsgálók. Laboratóriumi készülékek. Ultrahangot használó készülékek.
*Képalkotó berendezések.*
*Mozgásanalízis.*
*Orvosi készülékek ellenőrzése.*

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Jobbágy Ákos: Orvosbiológiai méréstechnika I-II. Egyetemi jegyzet, 2003
[2] Webster J (ed.): Medical Instrumentation, Application and Design. 2nd edition, 1995. John Wiley & Sons, Inc.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr Jobbágy Ákos egyetemi tanár (MIT)

## Orvosbiológiai számítógépes gyakorlatok

(VIMIM301, 3. szemeszter, 0/0/4/f/5 kredit, MIT, IIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**
Az élettani folyamatok méréses meghatározása, szimulációja, identifikációja. Ezek bemutatásához különböző élettani folyamatokkal foglalkozik.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
Folyamatidentifikáció, folyamatszimuláció, EKG jelfeldolgozás, EEG jelfeldolgozás, vérnyomásmérés, ultrahang echokardiográfia, polysomnográfiás felvételek kiértékelése.
Alkalmazási példa: Vércukormérés - bemutató mérés.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
A mérőcsoportok megkapják a mérési útmutatókat. Ezek tartalmazzák a mérés elvégzéséhez szükséges elméleti alapokat is, illetve az irodalmak hivatkozásait.

**5. A tantárgy kidolgozója és felelőse**
Dr. Jobbágy Ákos egyetemi tanár (MIT), Dr. Kovács Levente egyetemi adjunktus (IIT)

## III.4 Differenciált szakmai ismeretek

A differenciált szakmai ismeretek tantárgycsoportban a hallgatóknak az ismeretek egy részét – 10 kredit kiméretben – önálló munkával, megfelelő oktatói konzultációval segítve kell elsajátítaniuk. Ennek során minden hallgató személyre szabott feladatot kap. Az önálló feladat kijelölése, az ehhez nyújtott konzultáció ad lehetőséget a tehetségekkel való foglalkozásra. A hallgatók az önálló munka keretében elkezdett szakmai tevékenységet a diplomatervezés (30 kredit) során folytathatják.

| Tárgy neve | Tantárgykód | Kötelező/választható |
|---|---|---|
| Önálló munka 1. | VIEUM821 | kötelező |
| Önálló munka 2. | VIEUM871 | kötelező |

A két félévben folytatott önálló munkán túl két tantárgyat kell választaniuk az alábbi listából.

| Tárgy neve | Tantárgykód | Kötelező/választható |
|---|---|---|
| Beszéd- és hallásdiagnosztika | VITMM203 | választható |
| Biokompatibilis anyagok | GEMTMVV1 | választható |
| Biotechnológia | VEMBM700 | választható |
| Egészségügyi informatika és biostatisztika | VIMIM206 | választható |
| Érzékelők az orvosbiológiában | VIETM205 | választható |
| Gyógyszerészi biotechnológia | VIEUM206 | választható |
| Orvosi képfeldolgozás | VIIIM207 | választható |
| Orvosi optikai műszerek | GEMIMEM1 | választható |
| Virtuális műszerezés az egészségügyi mérnöki gyakorlatban[1] | VIEEM208 | választható |

[1] A tantárgy a 2017/18 tanév tavaszi félévében indul először

### Beszéd- és hallásdiagnosztika

(VITMM203, 2. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, TMIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Megismertetni a hallgatókkal a beszéd és hallászavarok diagnosztizálására és csökkentésére szolgáló modern, hatékony műszaki eszközöket, berendezéseket, eljárásokat.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

A tantárgy tárgyalja az emberi kommunikációban lényeges szerepet játszó két szervcsoport, a beszédszervek, valamint a hallás és beszédészlelés folyamataiért felelős szervek, és azok működését vezérlő idegi folyamatok működését. Áttekintést ad a beszéd, a hallás, a beszédfeldolgozás tipikus zavarairól. Részleteiben tárgyalja a zavarokat diagnosztizáló, és a zavarokat csökkentő eljárásokat, eszközöket, számítógépes módszereket, azok működési korlátait, alkalmazási problémáit. Kitér a különböző implantációs módszerekre, az implantáció utáni rehabilitációs eljárásokra. Gyakorlati foglalkozások részben a BME TMIT Beszédakusztikai laboratóriumban fognak folyni, részben speciális szakemberek bevonásával audiológiai állomáson, foniáter szakrendelésen.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Pitel József: Audiológia, Viktória Ltd, Pécs,1996.
[2] Brian C.J. Moore: The Psychology of hearing. Academic Press, 2001.
[3] Vicsi Klára: Beszédkommunikáció, BME jegyzetterv, 2002
http://alpha.tmit.bme.hu/speech/docs/education/beszedkomm.pdf

[4] Fonetika, a beszéd tudománya, Osiris Kiadó, Budapest, 2004.
[5] Tanulmányok a hallássérültek beszédérthetőségének fejlesztéséről. Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Tanárképző főiskola, Budapest, 1995
[6] Dr. Küstel Marianna (levelező szerző), Dr. Ribári Ottó, Dr. Répássy Gábor: A süketség gyógyításának hazai eredményei és perspektívái: a cochlearis implantáció – Lege Artis Medicinae 2002;12(4):235-239.
[7] Folyovich András-Pataki László: Számítógépes beszédrehabilitáció a neurológiai gyakorlatban. Ideggyógyászati szemle, 1996. 49 évf. 11-12 sz. P. 397-400.
[8] Wilson BS, Finley CC, Lawson DT, Wolford R, Eddington D, Rabinowitz W. Better speech recognition with cochlear implants. Nature 1991;352:236-8.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Vicsi Klára tud.főmunkatárs (TMIT)

## Biokompatibilis anyagok

(GEMTMVV1, 2. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, BME GPK)

**1. A tantárgy célkitűzése**
A tantárgy célkitűzése: az élő szervezetbe beültethető mesterséges anyagok tulajdonságainak, és a beültetés következményeinek megismertetése.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
Elvárások az élő szervezetbe beépített anyagokkal szemben. Bioaktív anyagok. Biodegradáció. Az anyagválasztás szempontjai és problémái. Az idegen anyagok és a testnedvek kölcsönhatásai. A biokompatibilitás problémaköre, definíciói. In-vitro vizsgálatok alkalmazhatósága. Sebészeti fém és ötvözet alapú implantátumok anyagai. Tulajdonságok (szilárdsági, kifáradási, kopásállósági, korróziós) és az ezeket meghatározó tényezők. Intelligens anyagok. Alakmemóriával rendelkező ötvözetek orvosi alkalmazásai. Fogászati és sebészeti alkalmazások. Kerámia, üveg és fém-kerámia implantátumok. Alapfogalmak, definíciók. Bioinert és bioaktív kerámiák. Bioaktív üvegek. Fogászati segéd és pótlóanyagok. Ötvözetek, amalgámok, kerámiák, polimerek. Speciális felületelõkészítõ technológiák. Implantátumok esetén alkalmazott felületvizsgálati módszerek. Orvosi eszközök, elektródák és szenzorok speciális anyagai. Mérő és vezérlő elektródák. Szívritmus-szabályozók, defibrillátorok. Érsebészeti implantátumok, haemodinamikai modellek. A véráramba ültetett implantátumok fajtái, anyagai és funkciójuk. Az implantátumok várható élettartamát meghatározó főbb tényezők. Az anyagok degradációja, korróziója. Az implantátumok tesztelésének módszerei. Mesterséges és természetes csontpótló anyagok. A csonthiányok pótlása: a csonthiányok helye, a defectusok eredete. Spontán gyógyulás. A defectusok művi kitöltése.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Ginsztler J., Hidasi B., Dévényi L.: Alkalmazott anyagtudomány, Műegyetemi Kiadó, 2000, (Jegyzetszám: 45-048)
[2] Bertóti, Marosi, Tóth: Műszaki felülettudomány és orvosbiológiai alkalmazásai, B+V Kiadó, 2003.
[3] Előadás vázlatok: www.mtt.bme.hu

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Ginsztler János egyetemi tanár (BME GPK), Dr. Mészáros István egyetemi docens (BME GPK), Dr. Dobránszky János egyetemi docens (BME GPK)

# Biotechnológia

(VEMBM700, 2. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, BME VBK)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Megismertetni a hallgatókat a modern és klasszikus biotechnológia alapjaival és alkalmazásának lehetőségeivel. Bemutatni a biotechnológiai (termelő) eljárások műveleti hátterét, valamint néhány típus technológiát (esettanulmányok mentén).

**2. A tantárgy részletes tematikája**

Bevezetés. Biokémiai áttekintés. A génmódosítás biológiai, biokémiai alapjai. DNS replikáció, transzkripció, transzláció, homológ rekombináció. Azonosságok és különbségek prokariótákban és eukriótákban. A gén fogalma, azonosítása biológiai, fizikai és informatikai módszerekkel. A génműködés szabályozása és vizsgálati módszerei. A génklónozás eszköztára: enzimek, vektorok, gazdák. A rekombináns DNS technikák alkalmazási lehetőségei ipari törzsek nemesítésénél. Génkönyvtárak készítése és felhasználása.

Heterológ fehérjék termeltetése. Enzimológiai alapismeretek, enzimek alkalmazása. Fermentációs alapismeretek: tenyésztési technikák, sterilezés és containement. Fermentációs és biotranszformációs technológiák. (Aminosav, szerves sav, antibiotikum. Biotranszformáció.) Biológiai biztonság alapjai.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Sevella Béla: Biomérnöki műveletek és folyamatok, Műegyetemi Kiadó,1998

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Sevella Béla egyetemi tanár (BME VBK)

# Egészségügyi informatika és biostatisztika

(VIMIM206, 2. vagy 4. szemeszter, 2/1/1/v/5 kredit, MIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Az átfogó, heterogén, nagy mintaszámú egészségügyi adatok a standard klinikai adatok mellett egyre nagyobb mértékben tartalmaznak életmódra és környezetre vonatkozó adatokat, illetve molekuláris biológiai adatokat, ami mind információ technológiai, mind statisztikai szempontból is új kihívásokat jelent. Az egészségügyi informatika számára új feladat a teljes körű egészségügyi, klinikai és gyógyszerfogyasztási adatok szinkronizált gyűjtése, amely ráadásul kiegészül olyan valós életből származó adatokkal, mint a viselhető elektronikai eszközök és a támogatott életviteli technológiáknak az adatai.

Az így előálló nagy mennyiségű, többrétű, sok ponton keresztkapcsolt, átfogó adathalmaz statisztikai és adatbányászati elemzése mind az egyén, az orvos, a biztosítók és a gyógyszeripar számára is vitális információkat biztosíthat. Ennek azonban feltétele ezen új adatokra is alkalmazható vagy éppen célzottan erre kifejlesztett adatelemzési eljárások használata.

A tantárgy ezen új, egészségügyi adatok által meghatározott szempontból ismerteti az informatikai és statisztikai megoldásokat.

A tantárgy a következő kompetenciák elsajátítását teszi lehetővé:

- biostatisztikai alapfogalmak és módszerek ismerete
- orvosi kódrendszerek, ontológiák kezelése
- adatmérnöki folyamatok tervezése
- az R statisztikai adatelemzési nyelv alkalmazása
- orvosi döntéstámogató rendszerek kialakítása

**2. A tantárgy részletes tematikája**

1. Az R adatelemzési nyelv alapjai I.
2. Az R adatelemzési nyelv alapjai II.
3. Biostatisztikai alapok I. Statisztikai minta, mintavételezés, statisztikai erő számítása, populációk összehasonlítása.
4. Biostatisztikai alapok II: hipotézistesztelés és konfidencia-intervallumok, gyakori statisztikai tesztek.
5. Biostatisztikai alapok III: Túlélési elemzés.
6. Biostatisztikai alapok IV: a bayesi megközelítés.
7. Biomarker kutatás: biomarker típusok, a jegykiválasztási probléma.
8. A többszörös hipotézistesztelési probléma és megoldásai.
9. Dimenziócsökkentés és klaszterezés.
10. Prediktív módszerek: regressziós modellek, döntési fák.
11. Hálózati medicina és rendszerbiológia.
12. Kísérlettervezés és orvosi döntéstámogatás.
13. Egészségügyi kódrendszerek: genetikai és fenotípusos leírók, betegségek, gyógyszerek, diagnosztikai tesztek, képalkotó eljárások, beavatkozások kódrendszerei.
14. Egészségügyi és gyógyszeripari rendszerek, folyamatok, szereplők és informatikai támogatásuk.

A tantárgy keretén belül vizsgált alkalmazási területek

- Klinikai laboratóriumi diagnosztikai adatok és elemzésük
- Genetikai adatok és elemzésük
- Farmakovigilanciai adatok és elemzésük, betegegyüttműködési modellek, gyógyszerkutatási módszerek
- Orvosi képalkotó és képfeldolgozási eljárások
- Otthoni életvitelt támogató és viselhető egészségügyi elektronikai eszközök

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Prohászka Zoltán – Füst György – Dinya Elek: Biostatisztika a klinikumban, Semmelweis Kiadó és Multimédia Stúdió, 2013
[2] Torsten Hothorn – Brian S. Everitt: A Handbook of Statistical Analyses using R, Third Edition, Chapman and Hall/CRC, 2014
[3] Antal Péter – Arany Ádám – Bolgár Bence – Gézsi András – Hajós Gergely – Hullám Gábor – Marx Péter – Millinghoffer András – Poppe László – Sárközy Péter: Bioinformatika: Molekuláris méréstechnikától az orvosi döntéstámogatásig, ISBN-13 978-963-2791-80-7, Typotex, 2014
[4] Antos András – Antal Péter – Hullám Gábor – Millinghoffer András – Hajós Gergely: Valószínűségi döntéstámogató rendszerek, ISBN-13 978-963-2791-84-5, Typotex, 2014

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Antal Péter egyetemi docens (MIT), Hullám Gábor egyetemi adjunktus (MIT), Gézsi András egyetemi kutató (SE)

# Érzékelők az orvosbiológiában

(VIETM205, 2. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, ETT)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Az orvosbiológiai célú érzékelők tulajdonságainak ismertetése, az érzékelők alkalmazásához szükséges feltételek elemzése.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

Az érzékelők fogalma, felosztása, jellemzői, intelligens és integrált érzékelők, újszerű követelmények. Speciális anyagtípusok és technológiák. Eszközstruktúrák az érzékelőkben: impedancia szerkezetek, félvezető eszközök, elektrokémiai cellák, kalorimetrikus, rezonátor és száloptikai típusok. A jelátalakításra alkalmas alapjelenségek. Termorezisztív és termoelektromos, piroelektromos effektus, piezoelektromos, piezorezisztív effektus, kapacitásváltozás, elektretek, töltéseltérítés Hall-efektus, magnetorezisztív effektus, hatás a szupravezetésre, termikus és kvantum effektusok. A kémiai jelátalakítás molekuláris kölcsönhatásai: adszorpció, abszorpció, ionkicserélődés, a kémiai optikai jelátalakítás lehetőségei, bioérzékelők alapjai. Fizikai érzékelők és alkalmazásaik az orvosbiológiában: hőmérsékletérzékelők és egyéb alkalmazásaik, mechanikai érzékelők, ultrahang érzékelők az echográfiában, nukleáris detektorok a radiológiában, mágneses érzékelők, áramlásmérés. Kémiai érzékelők és alkalmazásaik az orvosbiológiában: a vérbeli gázkoncentrációk és pH érzékelői (invazív és transzkután elektrokémiai érzékelők, optikai szálas érzékelők, kombinált típusok), oximetria, ionszelektív érzékelők, pH-mérés az emésztőrendszerben, szöveti pH/$pO_2$ meghatározása és feltérképezése. Bioérzékelők: enzimatikus ill. biokatalitikus érzékelők (alapelvek, glukóz érzékelők, további biokatalitikus érzékelők, affinitás bioérzékelők (immuno-érzékelők, DNS-chipek), élő bioszenzorok.

**3. Félévközi követelmény**

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**

[1] Harsányi G.: Érzékelők az orvosbiológiában, BME jegyzet, 1998.
[2] G. Harsányi: Sensors in Biomedical Applications, Technomic, USA, 2000.
[3] G. Harsányi: Sensors in Biomedical Applications, Technomic, előadásvázlat CD-n.
[4] G. Harsányi et. al.: SensEdu – an Internet-Based Short Course in Sensorics, http://www.ett.bme.hu/sensedu/menu.html

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**

Dr. Harsányi Gábor egyetemi tanár (ETT), Dr. Sántha Hunor egyetemi adjunktus (ETT)

# Gyógyszerészeti biotechnológia

(VIEUM206, 2. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SE)

**1. A tantárgy célkitűzése**

Azoknak a biotechnológiai ismereteknek az átadása, amelyek a gyógyászati szempontból fontos hatóanyagok termeltetésére irányulnak, különös tekintettel a természetes eredetű biológiailag aktív anyagokra.

**2. A tantárgy részletes tematikája**

- *A biotechnológia fogalma, tárgya*
  - A biotechnológiát megalapozó kutatások. Történeti áttekintés
- *A növényi biotechnológia alapjai és gazdasági jelentősége*
  - Izolált növényi sejtek és szövetek tenyésztése és anyagcseréje.
  - Különböző típusú növényi sejt-, szövet- és szervtenyészetek
  - Gyógyászatilag hatásos anyagcseretermékek *in vitro* termeltetése.

- *Farmakológiailag hatásos vegyületek termeltetése gyógynövény szövettenyészetekkel*
  - Azotoidok ( pl. alkaloidok)
  - Fenoloidok (kumarinok, flavonoidok, antociánok, cserzőanyagok, antraglikozidok, stb.)
  - Terpenoidok (illóolajok, triterpének, tetraterpének, szívre ható glikozidok, stb.)
- *A szövettenyészetek hatóanyagképzésének fokozása*
  - Hormonális regulációval, elicitációval, biotranszformációval,
  - Mikrobiális géntranszformációval, stb.
- *Növényi géntechnológia alapjai*
  - A genetikai kód, génátültetés (közvetett génbevitelek; *Agrobacterium* által közvetített génbevitel; vírus vektorok, valamint közvetlen génbeviteli technikák)
- *Géntechnológia a gyakorlatban*
  - Géntechnológián alapuló gyógyszergyártás (interferon, inzulin, SCP, stb.)
  - A jövő géntechnológiája. Erkölcsi kérdések. Milyen módon avatkozhat be az emberiség a természet rendjébe?
- *Új biotechnológiai technikák elterjedése a kutatásban és a gyógyszeripar területén*
  - Fermentációs eljárások. Speciális technológiák
  - Gazdasági kérdések

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Dudits Dénes, Heszky László: Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroinform Kiadó, Bp, 2000.
[2] Herold Skjervolt: Biotechnológia. Mezőgazdasági Kiadó, Bpest, 1989.
[3] James D. Watson, Joh Tooze, David T. Kurtz: A Rekombináns DNS. Mezőgazdasági Kiadó, Bp, 1998.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Szőke Éva egyetemi tanár (SE)

## Orvosi képfeldolgozás

(VIIIM207, 2. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, IIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**
A hallgatók példákon keresztül sajátítsák el a különféle modalitásokkal kinyert képek feldolgozásának legfontosabb lépéseit, rendre megvizsgálva az alkalmazhatóság előnyeit és korlátjait.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
- 2D/3D orvosi adatok forrásai: CT, MRI, PET, UH
- tomográfiás rekonstrukció matematikai háttere: 2D/3D Fourier transzformáció, Fourier vetítősík tétel, szűrt visszavetítés, algebrai rekonstrukció
- újramintavételezés elmélete: konvolúciós szűrés, ideális és gyakorlati rekonstrukció, Nyquist-kritérium, ideális 2D/3D mintavételező rácsok
- szegmentálás, küszöbözés, régió növelése, morfológiai operátorok, neurális hálózatok alkalmazása, interaktív félautomata módszerek
- tömörítés: wavelet-transzformáció, vektorkvantálás, RLE
- indirekt vizualizáció: Fourier térfogat-vizualizáció, masírozó kockák (Marching Cubes) algoritmusa, Monte Carlo térfogat-vizualizáció
- direkt vizualizáció: sugárkövetés (ray casting), pacázás (splatting), nyírás/torzítás transzformáció, 3D textúraleképzés
- virtuális endoszkópia: szegmentálás, középvonal keresése, navigáció
- illusztratív nem-fotorealisztikus vizualizáció

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Charles Hansen, Chris R. Johnson: The Visualization Handbook, Academic Press, 2004
[2] Isaac Bankman: Handbook of Medical Imaging: Processing and Analysis, Academic Press, 2000

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Csébfalvi Balázs egyetemi docens (IIT)

## Orvosi optikai műszerek

(GEMIMEM1, 2. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, BME GPK)

**1. A tantárgy célkitűzése**
Az orvosi gyakorlatban előforduló optikai műszerek működési elveinek és felépítésének megismertetése. A program áttekintést tartalmaz a szemészeti optikai műszerekről és az orvosi lézerekről is, amelyek azonban részletesebben külön fakultatív tantárgyban szerepelnek.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
A geometriai optika alapfogalmai. Fókusztávolság, nagyítás, fényerő, numerikus apertura, feloldóképesség. A száloptikák. Fénytovábbító és képtovábbító szálak. Képalkotó optikai elemek. Lencsék. Lencserendszerek, tükrök. Mikroszkópok. A mikroszkópi képalkotás elve. Mikroszkóp objektívek, okulárok, tubusok, állványok. Monokuláris és binikuláris mikroszkópok. Sztereo-mikroszkópok. Különféle megvilágítások. Finompozicionálók. Az operációs mikroszkóp. Az endoszkópok. Képalkotás, képtovábbítás, megfigyelés okulárral, spionnal, kamerával. Megvilágító rendszerek. Az endoszkópok manipulátorai. A biometria eszközei. Mérés katetométerrel. Sztereometria. Holográfia. A moire-technika alkalmazása az ortopédiában. Lézerek az orvosi gyakorlatban. Lézerek fajtái. Terápiás lézerek, sebészeti lézerek. A lézerfény optikája. A lézerek biztonságtechnikája. A szem optikája. Szemüvegek, kontaktlencsék. Szemvizsgáló berendezések. A színlátás optikája. A spektrofotometria. Spektrális mennyiségek mérése. Színszűrők, interferenciaszűrők, monokromátorok. Spektrofotométerek. Egyfényutas és kétfényutas spektrofotométerek. Minta-adagolók. Küvetták. Laboratóriumi minták spektrális értékelése. Az infraképtechnika. Termometria. A lumineszcencia. A polarimetria. Képfeldolgozás. Képfelvevők. Képdigitalizálók. A kép szűrése, tisztítása. Szegmentálás. Lényegkiemelés. Alakfelismerés. Geometriai torzítások. 3D mérés digitális képen.

**3. Félévközi követelmény**
A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**4. Irodalom**
[1] Dr.Ábrahám (szerk.): OPTIKA (könyv) PANEM - McGraw Hill 1998.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Ábrahám György egyetemi tanár (BME-GPK)

# Virtuális műszerezés az egészségügyi mérnöki gyakorlatban[1]

(VIEEM208, 1. vagy 3. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, EET)

## 1. A tantárgy célkitűzése

A kurzus célja, hogy az egészségügyi mérnökhallgatóknak bemutassa a mai modern műszerkezelés és virtuális műszerezés alapjait és felkészítse őket önállóan összeállított mérések elvégzésére. Így olyan általános műszerkezelési és mérésvezérlési alapra tesznek szert, amit a tanulmányaik és később ipari munkáik során alkalmazni tudnak. Az előadások során áttekintjük, hogyan lehet olyan alkalmazásokat készíteni, amikkel mérési adatokat tudunk gyűjteni, tárolni és feldolgozni, illetve a mérőberendezéseket szakszerűen vezérelni. Ismertetjük a fizikai műszerek vezérlési lehetőségeit, adatgyűjtők, mérőkártyák használatát és mindezek integrálási lehetőségeit virtuális környezetbe. A laboratóriumi mérések gyakorlat orientáltak, lehetőség szerint minden hallgatónak külön mérőkártya áll rendelkezésre.

## 2. A tantárgy részletes tematikája

1. blokk: LabVIEW programozás ismeretek
   a. Programozási alapok, adatgráf alapú programozás, LabVIEW alapok: objektumok, ciklusok, vezérlési szerkezetek (select, case), adattárolók (shift regiszterek)
   b. Adatstruktúrák (tömbök, klaszterek, típusdefiníciók, egyedi vezérlők, tulajdonságok örökítése). Fájlkezelés, fájlformátumok (bináris és szöveges fájlok, XML)
   c. Állapotgépek. Párhuzamos adattranszfer (lokális és globális változók, funkcionális globális változók)
   d. Szinkronizált adattranszfer (Notifier és Queue struktúra, VI időzítés), eseményvezérelt programozás
   e. Objektum orientált LabVIEW
   f. Mérésadatgyűjtés és kiértékelés, méréstervezés, DAQ architektúra, VISA architektúra. Adatgyűjtő rendszerek: RS232, GPIB, CAN, DAQmxg. Hibakezelés
2. blokk: mérésadatgyűjtés és jelfeldolgozás LabVIEW környezetben
   a. Mérésadatgyűjtés általános elvei, impedancia illesztés, szimmetrikus és aszimmetrikus jelforrások, kvantálás, mintavételezés
   b. Az egészségügyi mérnöki gyakorlatban előforduló jelek (EKG, EEG, respiratogram) kiértékelése LabVIEW környezetben: kvantálás, újramintavételezés, szűrés, ofszet kompenzáció, SNR mérése
   c. Egészségügyi mérnöki képfeldolgozás lehetőségei LabVIEW környezetben: mintázat keresés, küszöbérték keresés, kontrasztosítás
3. Zárthelyi (9. hét)
4. blokk: Projekt készítés
   a. A hallgatók feladata egy nyomásmérő szenzorral illetve NI-USB adatgyűjtő eszközzel (hallgatói páronként egy eszköz) megvalósított komplex adatgyűjtőkiértékelő rendszer megvalósítása
5. blokk: Házi feladat projekt: a hallgatók által a 7. héten kiválasztott egészségügyi mérnöki műszerezési problémát megoldó önálló feladat, melynek eredménye egy komplett mérőrendszer és az ezt vezérlő LabVIEW szoftver megvalósítása és dokumentálása. A házi feladatot a 14. héten mutatják be.
6. CLAD vizsga

## 3. Félévközi követelmény

A félévközi követelmények pontos leírását a tantárgy adatlapja tartalmazza.

## 4. Irodalom

[1] NI LabVIEW Core 1 és LabVIEW Core 2 kurzus jegyzet és feladatgyűjtemény
[2] John Essick – „Hands-On Introduction to LabVIEW for Scientists and Engineers”, (ISBN: 0195373952)
[3] Robert H. Bishop - LabVIEW 2009 Student Edition (ISBN: 0132141299)
[4] Elektronikusan elérhető előadás fóliák

## 5. A tantárgy kidolgozója és előadója

Ender Ferenc egyetemi adjunktus (EET)

[1] A tantárgy a 2017/18 tanév tavaszi félévében indul először

## III.5 Szigorlat, diplomatervezés

### Szigorlat

(VIEUM372, 3. szemeszter, 0/0/0/sz/0 kredit, MIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**
A tantárgy célkitűzése, hogy a hallgató – előképzettségétől függően – a műszaki vagy az orvosi alapismereteket szintetizálja.
Ha a hallgató nem rendelkezik műszaki képzési területen szerzett diplomával vagy természettudományos képzési területen szerzett matematika vagy fizika szakos diplomával, akkor műszaki alapszigorlatot kell tenni, amely matematika, fizika, számítástechnikai ismeretek témakörökre terjed ki, különben *orvosi alapszigorlatot* kell tenni, amely anatómia, élettan, biokémia témakörökre terjed ki.
Műszaki alapszigorlathoz kötelező előtanulmányi rend: Matematika M1, Fizika M1.
Orvosi alapszigorlathoz kötelező előtanulmányi rend: Rendszerélettani alapismeretek, Funkcionális anatómia.
Ha a hallgató az előtanulmányi rendben szereplő egyik tantárgyat teljesítette, akkor az Egészségügyi mérnöki alapszigorlatot az előtanulmányi rendben szereplő másik tantárggyal egy időben, azonos félévben is felveheti.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
A szigorlat részéletes anyagát a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**3. Félévközi követelmény**
Nincs

**4. Irodalom**
Témakörönként a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Simon László szaktanácsadó (SE)
Dr. Nádasy György docens (SE)
Dr. Szarka András docens (BME Alk. Biotechn. és Élelmiszertud. Tsz.)
Dr. Tasnádi Tamás adj. (TTK MI)
Dr. Keszhelyi Tamás docens (TTK FI)
Dr. Juhász Ferencné tud. mts. (IIT)

### Diplomatervezés 1 (Egészségügyi mérnök)

(VIEUM921, 3. szemeszter, 0/10/0/f/15 kredit, MIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**
A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
A szigorlat részéletes anyagát a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**3. Félévközi követelmény**
A tantárgyat teljesíti a hallgató, ha a félév során az előkészítő munkát elvégezte, és készen áll a Diplomatervezés 2. tantárgy elvégzésére.

**4. Irodalom**
A téma kidolgozásához szükséges szakirodalmat a konzulens irányítása alapján a hallgató gyűjti és a megfelelő módon hivatkozza.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Jobbágy Ákos egy. tan. (MIT)

## Diplomatervezés 2 (Egészségügyi mérnök)

(VIEUM971, 3. szemeszter, 0/10/0/f/15 kredit, MIT)

**1. A tantárgy célkitűzése**
A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

**2. A tantárgy részletes tematikája**
A szigorlat részéletes anyagát a tantárgy adatlapja tartalmazza.

**3. Félévközi követelmény**
A tantárgyat teljesíti a hallgató, ha a két félév során az előkészítő munkát elvégezte, és a diplomatervet ezután már várhatóan konzulensi segítség nélkül is el tudja készíteni.

**4. Irodalom**
A téma kidolgozásához szükséges szakirodalmat a konzulens irányítása alapján a hallgató gyűjti és a megfelelő módon hivatkozza.

**5. A tantárgy kidolgozója és előadója**
Dr. Jobbágy Ákos egy. tan. (MIT)

## III.6 Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 6 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelősével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.

# IV. Gazdaságinformatikus mesterszak

A mesterképzés fontos célja, hogy az elméleti megalapozás igényességével és a specializációs képzés szakmai mélységével felkészítsen a magas szintű kutató-fejlesztő gazdaságinformatikusi tevékenységre, és a legtehetségesebbek számára a doktori képzésre. A képzés célja olyan kompetenciák adása, amellyel a képzésben résztvevők képesek a komplex üzleti folyamatokat megérteni, problémákat feltárni és megoldási alternatívákat kidolgozni. Alkalmasak az értékteremtő folyamatokat támogató informatikai rendszerekkel szemben támasztott igények felismerésére, fejlesztésre. Ennek elősegítésére a képzés súlyt helyez a legújabb szakirodalom és a szakmai rendezvények nemzetközi szintű követésére, az informatikai súlypont megtartása mellett az interdiszciplináris, illetve multidiszciplináris szemlélet elsajátítására, egyetemközi együttműködések és kutató-fejlesztő szervezetekkel kialakított kapcsolatok ápolására, a hallgatók szakmai rendezvényeken és közös kutatás-fejlesztési tevékenységekben való részvételének biztosítására. A Villamosmérnöki és Informatikai Karon (továbbiakban: VIK) működő doktori iskolák képesek befogadni a gazdaságinformatikus PhD hallgatókat, számukra színvonalas és perspektivikus kutatási témákat kiírni, azok konzultációját vezetni.

**Felvétel a gazdaságinformatikus mesterszakra:** A mesterképzésbe történő belépés előzményeként, kreditpótlás nélkül elfogadott szak a **gazdaságinformatikus alapképzési (BSc) szak.** Más alapszakon végzettek esetében a mesterfokú diplomához, a mintatantervben szereplő kreditek megszerzésén felül szükséges, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek – felsőoktatási törvényben meghatározott – összevetése alapján elismerhető legyen legalább 70 kredit (amelyből 30 kredit még pótolható a mesterképzés első két félévében) a korábbi tanulmányai szerint.

A felvétel feltétele, hogy a szakterületi előtanulmányok során megszerzett kreditpontok összege elérje a 70 kreditpontot, amiből minimum 40-nel rendelkezni kell a mesterfokozat megszerzésére irányuló tanulmányok megkezdésekor, illetve a hiányzó (30) kreditet meg kell szerezni a mesterképzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féléven belül, a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint.

A 70 kreditpont az alábbi kompetenciaterületeken oszlik meg:

| | |
|---|---|
| *természettudományos ismeretek*<br>analízis, valószínűségszámítás, statisztika, operációkutatás, matematika, számítástudomány; | *10 kredit* |
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>közgazdaságtani, vállalatgazdaságtani, gazdaságtudományi, pénzügyi, jogi ismeretek, EU ismeretek, menedzsment, vezetéselméleti (döntéselmélet, módszertan) ismeretek; | *20 kredit* |
| *informatikai ismeretek*<br>számítógép-architektúrák, operációs rendszerek, számítógép-hálózatok, programozás-elmélet, programnyelvek, programtervezés, adatbázis-kezelés, IR-architektúrák, -fejlesztés, -menedzselés, minőségbiztosítás, integrált fejlesztőeszközök, fejlesztési támogatások, informatikai audit, integrált vállalatirányítási rendszerek, speciális alkalmazások. | *40 kredit* |

A táblázat szerinti ismeretkörökben korábban megszerzett kreditek elismerése elsősorban a következő alapdiplomával rendelkezők esetében lehetséges: programtervező informatikus, mérnökinformatikus, villamosmérnök, műszaki menedzser, gazdálkodási és menedzsment, gazdaságelemzés, pénzügy és számvitel alapképzési szakok. A képzésbe tervezzük azon alapképzési szakon végzettek felvételét is, akik a saját alapképzésükkel párhuzamosan (választható tantárgyként) elegendő kredit-értékű ismereteket hallgattak.

Választható tantárgyként az előtanulmányi kreditek megszerzését az informatikai ismeretkörben a BME VIK kiemelten támogatja. Részleteket ld. Ajánlott tantárgyak az informatikai előtanulmányi kreditek megszerzésénél.

Ezen felül figyelembe vehetők mindazon alap- vagy mesterfokozatot adó alapképzési szakok, illetve a felsőoktatásról szóló 139/2015 (VI.9.) Korm. rendelet szerinti főiskolai vagy egyetemi szintű alapképzési szakok, amelyeket a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek összevetése alapján a VIK kreditátviteli bizottsága elfogad.

**A mesterképzés során megszerzendő ismeretek (120 kredit):**

| | |
|---|---|
| *természettudományi és gazdasági ismeretek*<br>számítástudomány, operációkutatás, többváltozós statisztika, menedzsment kontroll, stratégia, vezetői számvitel; | *18-30 kredit* |
| *gazdaságinformatikai szakmai ismeretek*<br>szoftver engineering, hálózati technológiák, biztonság, rendszerfejlesztés, adatbányászat, adattárház, vállalati architektúra, informatikai stratégia, folyamatmenedzsment; | *20-25 kredit* |
| *a szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei*<br>A választható specializációkat is figyelembe véve az informatika szakma igényeinek megfelelő szakterületeken szerezhető speciális ismeret; | *25-50 kredit* |
| *diplomamunka* | *30 kredit* |
| *szabadon választható tantárgyak ismeretkörei* | *min. 6 kredit* |

A szak orientációja: kiegyensúlyozott (a gyakorlati jellegű ismeretátadás aránya 40-60 százalék).

**Előtanulmányi rend:**
A kar által kötelezően előírt MSc előtanulmányi rend szerint

- Az egyes specializáció-tantárgyak adatlapjai előtanulmányi rend előírásokat tartalmazhatnak, elsősorban természettudományos, közös és korábbi specializáció-tantárgyakra vonatkozóan.
- Az Önálló labor 1, Önálló labor 2, Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2 tantárgyak
  - csak az adott szak MSc képzésének hallgatói számára vehetők fel,
  - csak a felsorolás sorrendjében vehetők fel, a felsorolásban őket megelőző tantárgyak kreditjeinek teljesítése után.
- A Diplomatervezés 2 tantárgy felvételének feltétele a mintatantervnek megfelelően 84 kredit teljesítése.
- További előírásokat a „BME VIK MSc diplomaterv, záróvizsga, oklevél szabályzata” tartalmazhat.

**Specializálódás, specializáció váltás:**
A szakon a képzés teljes ideje alatt a hallgatók specializációhoz kapcsolódva végzik tanulmányaikat. A specializációra a jelentkezésüket (a választani kívánt specializációk sorrendjét) még felvételük előtt, a felvételi írásbeli ill. szóbeli alkalmával kell leadniuk.
A hallgató egy alkalommal, a specializációba kerülés kezdetétől számított fél éven belül, a BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzatában meghatározott tanulmányi nyilvántartó rendszerben (TR) benyújtott kérvénnyel kérheti specializációja megváltoztatását. A kérelem elfogadása esetén a hallgató a következő félévtől kikerül az eredeti specializációról, és átkerül az általa megjelölt új specializációra (amennyiben az elindult). A specializációt váltó hallgatónak az eredeti specializáción elvégzett tantárgyai ügyében a Kari Kreditátviteli Bizottság hoz döntést.

**Szakmai gyakorlat:**
A képzés hallgatói számára a diploma megszerzésének feltétele egy legalább 6 hetes egybefüggő szakmai gyakorlat sikeres teljesítése is. A szakmai gyakorlat lehetséges időpontjait, helyszíneit, tartalmát és lebonyolításának rendjét, a kar szabályzatai határozzák meg.

## IV.1 Természettudományos alapismeretek

A természettudományos alapismereteken belül két felsőbb matematika tantárgy jelenik meg a gazdaságinformatikus MSc képzés kínálatában. Ezek a matematika tantárgyak a következők:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Matematikai statisztika | VISZM102 |
| Operációkutatás gazdaságinformatikusoknak | TE90MX50 |

### Matematikai statisztika

(VISZM102, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/0/2/v/5 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A matematikai statisztika alapvető elveivel, módszereivel és azok alkalmazhatóságával való megismerkedés a tantárgy célkitűzése egy bevezető előadás- és laborsorozat keretében. A félév első felében a valószínűségszámítás mértékelméleti újratárgyalása, ismétlése folyik, mert a statisztika tárgyalásánál erősen építünk az itt szereplő fogalmakra, tételekre. Az ekkor szerzett ismereteket a hallgatók hasznosítják majd más tárgyaknál (pl. az adatbányászat és a pénzügyi matematika) tárgyalásánál is. A laborgyakorlatokon az IBM SPSS statisztikai programcsomag segítségével szemléltetjük a módszerek alkalmazásait. A programrendszer használatának megismerése mellett a gazdasági életből származó adatmátrixok komplex statisztikai kielemzése által szembesülnek a hallgatók az anyag hasznosíthatóságával. Kialakitandó a hallgatókban a sztochasztikus modellalkotás képessége. Legyen képes egy adott gyakorlati probléma esetén felismerni a megoldáshoz szükséges statisztikai módszert majd a megtanult programrendszer segítségével az adatokon azt végre is hajtani. Végül legyen képes ábrák és táblázatok segítségével értelmezni, interpretálni az eredményeket.
**A tantárgy részletes tematikája:** A valószínűségszámítás mértékelméleti megalapozása. Alapfogalmak, axiómák. A Kolmogorov-féle valószínűségi mező. A valószínűségi mérték tulajdonságai. Feltételes valószínűségi mező, teljes valószínűség tétele, Bayes-tétel, függetlenség. Valószínűségi változó, eloszlás, eloszlásfüggvény. Diszkrét és folytonos eloszlások. Nevezetes eloszlások: binomiális, geometriai, hipergeometriai, Poisson, egyenletes, exponenciális, normális. Várható érték, szórás, variancia. Markov- és Csebisev-egyenlőtlenség. Valószínűségi változók transzformáltjának eloszlása, várható értéke. Valószínűségi változók együttes eloszlása, függetlenség, kovariancia és korrelációs együttható. Konvolúció. Feltételes várható érték, lineáris regresszió. Karakterisztikus függvény. Valószínűségi változók sorozatainak konvergenciái. Nagy számok törvényei. Centrális határeloszlás tételek. A nagy eltérések elmélete. A többdimenziós normális eloszlás. Sűrűségfüggvény, momentumgeneráló függvény, karakterisztikus függvény. Kapcsolat a korrelálatlanság és a függetlenség között normális esetben. Regresszió normális esetben. Lukács-tétel. A normálisból származtatott folytonos eloszlások: chi-négyzet, Student- és Fisher eloszlások. A chi-négyzet előállítása polinomiális eloszlásból. A matematikai statisztika alapfogalmai: sokaság, populáció, minta, mintavétel, mintaelemszám meghatározás, statisztika, paraméter. Becslési tulajdonságok: torzítatlanság, konzisztencia, erős konzisztencia. Elégségesség, hatásosság. Glivenko-Cantelli-tétel. Neymann-Fisher faktorizációs tétel. Rao-Blackwell-Kolmogorov-tétel. Cramer-Rao-egyenlőtlenség. A maximum-likelyhood-becslés és tulajdonságai. Intervallumbecslések. Hipotéziselmélet, paraméteres próbák: egy és kétmintás u- és t-próbák. Az F-próba és a Welch-próba. Nemparaméteres próbák: a chi-négyzet próbák és a Kolmogorov-Szmirnov-próbák. Kruskal- Wallis-, Wilcoxon, Friedman-, előjel- és Mann-Whitney-próbák. Regresszióanalízis. Lineáris és lineárisra visszavezethető kétparaméters regressziók. Polinomiális regresszió. Többváltozós lineáris regresszió. Modellépítés, együttes-, parciális és többszörös korrelációs együtthatók. Loglin regresszió. Nemlineáris regresszió. Faktor- és főkomponens-analízis. A k-faktoros modell, a kovariancia-mátrix felbontása. Kaiser-Meyer-Olkin mérték, kommunalitás, átviteli mátrix. Rotációk: varimax, equimax, quartimax. A főkomponens-transzformáció. Watanabe-tétel. Sztochasztikus folyamatok. Stacionárius idősorok, Markov-láncok. Idősorok analízise. Determinisztikus módszerek, trendelemzés. Exponenciális szűrés. Box-Jenkins idősor-modellek (AR, MA, ARMA modellek).

# Operációkutatás gazdaságinformatikusoknak

(TE90MX50, szemeszter: őszi 3., tavaszi 1., 3/1/0/v/5 kredit, DET)

**A tantárgy célkitűzése:** Az operációkutatás alapvető elveivel, módszereivel való megismerkedés egy bevezető előadássorozat keretében. A laborgyakorlatokon az operációkutatás rendelkezésre álló szoftvereit és azok gyakorlati feladatok megoldására történő alkalmazási lehetőségeit mutatjuk be. A hallgatók elsajátítják, hogyan lehet operációkutatási algoritmusokra készült számítógépes szoftverekkel gyakorlati alkalmazási feladatokat megoldani. A tantárgy elvégzése során lehetőség nyílik saját, önálló szoftverek fejlesztésére és azokkal történő feladatmegoldásokra is.
**A tantárgy részletes tematikája:** Bevezetés, szállítási feladat, probléma megfogalmazása. Megengedett megoldás létezése, induló megengedett bázismegoldás előállítása. Optimalitási kritériumok. Szállítási feladat variánsai, modelljei és alkalmazásai. Általános lineáris programozási feladatok. Lineáris optimalizálási modellek (termelés tervezés, keverési modellek). Lineáris egyenletrendszer és egyenlőtlenségrendszer megoldása és alkalmazásai. Lineáris függetlenség, bázis megoldás, általános megoldás. Szeparáció, Farkas lemma. Szimplex módszer és dualitás tétel. Gyenge és erős dualitás tétel. Degeneráció, ciklizálás, indexválasztási szabályok, végesség. Hálózati folyam feladatok. Gráfok, hálózatok, folyamok, legrövidebb út feladat. Maximális folyam, minimális vágás; Ford – Fulkerson tétele és javító utas algoritmusa. Maximális folyam feladatok és alkalmazásaik. Minimál költséges hálózati folyamfeladatok. Hálózati szimplex algoritmus és variánsai. Egészértékű programozási feladatok és alkalmazásai (ütemezés elmélet, személyzet hozzárendelés, stb.). Hátizsák feladat, korlátozás és szétválasztás módszere. Egészértékű programozási feladatok. Játékelmélet alapjai. Mátrixjátékok, tiszta és kevert stratégiák, nyeregpont. Nash-féle egyensúly, Neumann János tétele. Játékelmélet alkalmazásai. Válogatott fejezetek az operációkutatásból. Kritikus út (CPM), hálótervezés. Ütemezés-elméleti alkalmazások. Több-célfüggvényes programozási feladatok. Az Excel solver használata. Modellező nyelvek: Mosel, AMPL. Solverek: Xpress, CPLEX.

## IV.2 Gazdasági és humán ismeretek

A gazdasági lés humán ismereteket négy tantárgy alapozza meg, amelyek listája a következő :

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Számvitel | GT35M400 |
| Kontrolling | GT35M401 |
| E-jog | GT55M400 |
| Projektmenedzsment | GT20M400 |

### Számvitel

(GT35M400, szemeszter: őszi 1., tavaszi 1., 3/1/0/v/5 kredit, PT)

**A tantárgy célkitűzése:** A különböző intézményekből és szakokról érkező hallgatók számviteli ismereteit azonos szintre hozza, így a tantárgy részletes tárgyalásakor áttekintjük a hazai számviteli rendszert, a beszámolást, annak formáit, a beszámoló mellékleteit, természetesen a mesterszaknak megfelelő szinten. Részletesen bemutatásra kerül a könyvvezetés és az értékelés, a zárás, a beszámoló összeállítás témaköre. Kitérünk a pénzügyek és a számvitel kapcsolatára, valamint arra, hogy a számvitel által szolgáltatott információk miként használhatók fel egyéb nem számviteli területen. Kiemelt hangsúlyt helyezünk a beszámoló egyes mellékleteinek pénzügyi felhasználhatóságára, kitérve az adatkorrekciós tényezők bemutatására, továbbá a cash-flow kimutatás, mint a gazdasági elemzések alapja kiemelt szerepet kap a tantárgy feldolgozásakor. A tantárgy alapvető célul tűzi ki, hogy a hallgatók mélyen megértsék a számvitel főbb ok-okozati összefüggéseit, mindehhez a témakörökhöz kapcsolódóan több komplex példamegoldást bemutató foglalkozás is kapcsolódik. Törekszünk arra, hogy az informatikus hallgatók megértsék, hogy a számviteli információs rendszerrel, mint szoftverrel szemben milyen elvárások fogalmazódnak meg a gyakorlatban, valamint, hogy az elemi gazdasági események rendszere milyen programozható algoritmusokat kíván és alkalmaz.
**A tantárgy részletes tematikája:** A számvitel fogalma, feladata. A kettős könyvvezetés elmélete és gyakorlata! A kettős könyvvitel alkalmazása kereskedelmi példán. Beszámoló. Mérleg eszköz oldala. Mérleg forrás oldala. Eredménykimutatás. Értékelés. Kiegészítő melléklet és az üzleti jelentés. Cash-flow kimutatás. A számviteli alapelvek és politika. Számviteli elszámolások és a finanszírozás. Elemzés külső szemmel. A heti 3+1 kiméret (3 előadás + 1 gyakorlat) a félév során nem szimmetrikusan kerül megtartásra. Azaz a félév első heteiben a gyakorlat terhére előadások kerültek a tantervbe, míg a félév második felében a hallgatók találkozhatnak majd olyan héttel is, amely kizárólag példamegoldásokkal telik. Átlagosan megfelel a tantárgy a kiméretben megfogalmazottaknak.

### Kontrolling

(GT35M401, szemeszter: őszi 3., tavaszi 3., 3/1/0/v/5 kredit, PT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy követelménye, hogy felkészítse a hallgatókat a XXI. századi vállalatirányításban a kontrolling szerepére úgy, hogy ne csak értsék, de készségszinten képesek is legyenek alkalmazni a kontrolling módszereket, akár vezetőként kell döntéseket hozni, akár kontrollerként kell vezetői információáramlást kialakítani, elemző, döntés-előkészítő munkát végezni, akár informatikusként kell (szoftvert és hardvert is beleértve) támogatni e fontos feladatok hatékony ellátását.
**A tantárgy részletes tematikája:** A kontrolling szerepe a vállalat vezérlésében. A kontroller legfontosabb feladatai. A szervezet felelősségi és elszámolási rendszerének kialakítása. A kontrolling rendszer építőelemei. A stratégia kapcsolódása a nyereség és a likviditás tervezéséhez. A kontrolling szervezet kialakításának lehetőségei. A költségelszámolás és a teljesítményértékelés szerepe a kontrollingban és megjelenítése a vezetői jelentésekben. A vezetői számvitel részterületei. Árképzési módszerek. A teljesítmények és a költségek szakszerű irányítását biztosító költségnemek, költséghelyek és költségviselők szerinti elszámolás felépítése. A termelő, a szolgáltató és a kereskedelmi szervezetek

vezetői számvitele. A folyamatok költségszámítása (tevékenység alapú költségszámítás, Activity Based Costing). A normatív költségek előírása (zéró bázisú költségtervezés). A piacok, a vevők és az üzleti területek eredmény-számításának módszerei. Stratégiai és operatív kontrolling és értékorientált vállalatirányítás. A stratégiaalkotás során alkalmazott módszerek. A stratégiai elképzelések operatív megvalósítása. A stratégiai teljesítmény-mutatókon alapuló irányítási rendszer (Balanced Scorecard) felépítése. A stratégia, az üzleti tervezés, a projekttervezés és az operatív tervezés összekapcsolása. Operatív tervezés. Hogyan építjük fel az operatív tervezést? Hogyan kapcsolhatjuk össze az operatív tervezés egyes moduljait? A kontroller feladatai a tervezés során. Egy tervezési értekezletet sikeres levezénylése. Mitől lesz reális a terv? Az előrejelzések és a kockázatok kezelésének (kockázatmenedzsment) beillesztése a tervezési és beszámolási rendszerbe. A vezetői döntéshozatal lépcsői. Hogyan hozzuk mozgásba a szervezetet a beszámolókkal? A beszámoló rendszer elemei és a beszámolási folyamat. A kontroller munkáját támogató információs technológiák. Hogyan érjük el a beszámolókkal a kívánatos hatást? Az üzeneteket lényegre törő közvetítése. Diagramok, táblázatok alkalmazása a beszámolókban. A tervezés, beszámolás során előkerülő konfliktusok kezelése.

## E-jog

(GT55M400, szemeszter: őszi 3., tavaszi 3., 2/0/0/f/3 kredit, ÜJT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy - az információs társadalom jogának kialakulásába a gazdasági informatikus képzés más tárgyi követelményeivel összhangban - képessé tegye a hallgatókat egyfelől arra, hogy eligazodjanak az e-jog területein, munkájukkal összefüggő élethelyzeteikben az alapvető jogi kompetenciák birtokában járhassanak el másfelől pedig arra, hogy a gazdaságinformatikusi tevékenység során felmerülő jogi kérdésekben - nem jogászként - alapszinten választ tudjanak adni, meg tudják ítélni a jogi kockázatokat, illetve azt, hogy konkrét jogi tanácsért hova kell fordulniuk. A képzés további lényeges célkitűzése, hogy áttekintést adjon gazdaságinformatika körébe eső közbeszerzési eljárásokban az ajánlattevői oldalon jelentkező és az esetleges jogorvoslattal kapcsolatos feladatokról.
**A tantárgy részletes tematikája:** A kurzus „alapozó órája” az információs társadalom jogi problémáinak általános igényű áttekintését célozza: olyan folyamatként állítja a hallgatók elé, mely tudatosan (az Európai Uniós és nemzeti információs társadalmi politikák célkitűzései szerint) indukált (a jogalkotás terén is) változásokat. Az információs jogokat – elsősorban az infokommunikációs technológiák igénybevételének összefüggésében áttekintjük a véleménynyilvánítás szabadságával, a tartalomszolgáltatással, a személyiségvédelemmel foglalkozó jogszabályokat. A negyedik óra az elektronikus aláírás, a titkosítás, az információ tárolás, az azonosítás szabályaira fókuszál: e technikai jellegű szabályok egyben sok szempontból a következő két nagy blokk „háttérszabályaiként” is érvényesülnek. Az elektronikus kereskedelemmel foglalkozó óra elsősorban az Interneten keresztül történő értékesítés és a távollévők közötti kereskedelem kérdéseit tárgyalja, s ezzel összefüggésben mutatja be az ügyleti forgalomhoz kapcsolódó egyéb (elektronikus fizetések, számlázás) sajátosságait is. Az elektronikus ügyintézést (hatóságokkal, bíróságokkal való kapcsolattartás) ugyancsak külön óra tárgyalja, mely átfogja az elektronikus közszolgáltatások (a Központi Elektronikus Szolgáltató Rendszer) működésével összefüggő informatikai jogi szakkérdéseket is. A kurzusban nagy hangsúlyt kíván fektetni a szerzői jog problémáinak árnyalt bemutatására, ezen belül is a szoftverjoggal, az adatbázisok jogi védelmével, az Interneten keresztül történő tartalom hozzáférhetővé tételével illetve a közös jogkezeléssel, jogkezelési rendszerekkel kapcsolatos jogi összefüggésének bemutatására. Egy-egy óra időtartamban tárgyaljuk az iparjogvédelem (súlyozottan a szabadalmi jog) és a domain nevek joga alapvető kérdéseit. A kurzust a közbeszerzések jogi szabályozási rendszerének áttekintése zárja, mely – az EU-s összeghatár feletti és alatti beszerzések eltérő szabályainak kiemelésével – az anyagi és alaki közbeszerzési jog fő fogalmaival, szabályozási kérdéseivel ismerteti meg a hallgatókat.

# Projektmenedzsment

(GT20M400, szemeszter: őszi 2., tavaszi 2., 2/0/0/f/3 kredit, MVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja megismertetni a projektmenedzsmenttel kapcsolatos definíciókat és módszereket. A kurzus nagy hangsúlyt fektet a szoftveres megoldások megismertetésére. A tantárgy a projektet egyrészt, mint az egyedi gyártás, illetve egyedi szolgáltatások nyújtásának szervezési és irányítási eszközét, másrészt a termelő és szolgáltató rendszerekben gyakran előforduló projektek (termékfejlesztés, folyamat-átalakítás, stb.) lebonyolításának szervezési technikáját értelmezi.
**A tantárgy részletes tematikája:** Projektmenedzsmenttel kapcsolatos alapvető definíciók. Fázisok jellemzői (rész megvalósíthatósági tanulmányok, lobbitérkép stb.). Projektéletciklus és a termékéletciklus kapcsolata (életciklus szerinti elemzés). Legfontosabb módszertanok felépítése (PMBoK, PRINCE2). Folyamatok, folyamatcsoportok. Főbb dokumentumok: projektalapító okirat, előzetes projektterjedelem-leírás, projektmenedzsmentterv. BPM dialektusok, folyamatmodellezés. Szoftver-életciklus modellek és szoftverfejlesztési módszertanok. Szereplők, szerepek. Emberi erőforrás menedzsment eszközei: tevékenység-felelős mátrix, készség-szaktudás adatbázis. Hálóelméleti alapok. Alapvető gráfelméleti algoritmusok összefoglalása. Munkalebontási szerkezet, függőség meghatározása; megelőzési és követési listák, listák átalakítása címkézési technikával. Háló rajzolásának szabályai és technikája, dinamizálása és elemzése. Legfontosabb paraméterek (TPT, S, TF, FF, IF, CF) kiszámítása. Sztochasztikus elemeket, döntési pontokat és összetettebb logikai pontokat tartalmazó speciális hálók. Idő- és költségbecslés alapjai. Modell paraméterezése. Nyomon követés (Earned Value Management, Earned Schedule). Erőforrás elemzés. Kockázat: kvalitatív és kvantitatív kockázatelemzés. Szerződéstípusok. Versenyeztetés. Projektportfólió-menedzsment: definíció, lépések, rangsorolás, iroda szerepe.

## IV.3 Szakmai törzsanyag

A szakmai törzsanyag, amely a specializációk speciális tudását – mind gazdasági, mind informatikai oldalról – megalapozza, a következő tantárgyakból áll :

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Pénzügyek | GT35M402 |
| Adatbiztonság a gazdaságinformatikában | VIHIM100 |
| Hálózatba kapcsolt adatbázisok | VITMM100 |
| Adatbányászati technikák | VISZM185 |

### Pénzügyek

(GT35M402, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/1/0/v/5 kredit, PT)

**A tantárgy célkitűzése:** A pénzügyek tantárgy gazdasági jellegű alapismereteket foglal össze. Célja, hogy a hallgatók átfogó képet kapjanak a gazdaság működésének főbb mechanizmusairól, és mélyen megértsék a gazdaság főbb ok-okozati összefüggéseit is – mindezt természetesen a mesterképzéseknek megfelelő színvonalon. A tantárgy a közgazdasági alapismeretekből, alapfogalmakból kiindulva jut el a részvényesi érdekképviselet, a releváns bevételek és költségek levezetéséig. A tantárgyban jelentős szerepet kap a modern pénzügyek alappilléreinek színvonalas áttekintése, ezek részeként az osztalékközömbösség, az étékek függetlensége. Ugyanide sorolható a Tőkepiaci árfolyamok modelljének (CAPM) részletes levezetése, bemutatása, de az érintőlegesen megjelenő tőkepiaci árazás témaköre is. A tőkeköltségek meghatározása, megadása külön fejezetben kerül tárgyalásra. Végül – természetesen – a tantárgyban helyet kapnak az alapvető gazdasági mutatók és számítások is, itt, mesterszinten, sokkal erőteljesebben fókuszálva ezek elméleti hátterére, levezetéseire is. A vállalati pénzügyek tantárgy számos későbbi pénzügyi tantárgy alapozó tantárgya, előtanulmányi követelménye.
**A tantárgy részletes tematikája:** Részvényesi érték maximalizálása, megbízó ügynök probléma, profit, szabad pénzáramlások, mini vállalat megközelítés. Tőkeköltség. Döntés kockázatos pénzügyi helyzetekben, Markowitz féle portfólió elmélet. Tőkepiaci árfolyamok modellje (CAPM). Tőkeköltség becslés paraméterei tökéletes és tökéletlen tőkepiac mellett. Vállalati pénzügyi elemzések elmélete, háttere. Pénzáramok meghatározásának gyakorlati kérdései (növekményi alapú becslés, elsüllyedt költségek, releváns költségek stb.) Gazdasági elemzések főbb mutatóinak gyakorlati kérdései (NPV, IRR, PI, AE stb.) Adózás I. Hozzáadott érték alapú (forgalmi típusú) adók, vállalatokat érintő adók és ezek szerepe a gazdasági elemzésekben. Adózás II. Személy adók, és ezek szerepe a gazdasági elemzésekben. Osztalékfizetés elmélete, osztalékközömbösség levezetése tökéletes és tökéletlen piacon. Finanszírozás alapelméletei (Miller-Modigliani tételek levezetése tökéletes és tökéletlen piacon) és ezek hatásai a gazdasági elemzésekre. Tőkeköltség becslés gyakorlati lépései. Kockázatelemzés elméleti háttere, érzékenységvizsgálatok, scenárió-analízis, üzleti-szimuláció. Esettanulmányok feldolgozása.

### Adatbiztonság a gazdaságinformatikában

(VIHIM100, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/1/0/f/5 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A korszerű informatikai rendszerek és hálózatok által tárolt, kezelt illetve továbbított adatok integritásának és bizalmasságának védelme fontos feladat. A tantárgy célja, hogy bevezetést adjon azokba az elvekbe és módszerekbe, amelyek e feladat megoldásában használhatók. Átfogó ismeretet nyújt a tantárgy, amelynek keretében mind a kriptográfiai, mind a számítógépes és hálózati biztonságtechnológia, mind pedig biztonságmenedzsment alapelvekbe és módszerekbe bevezetést kap a hallgató. A tantárgyat sikeresen elvégző hallgató képes lesz a vállalati szintű biztonsági kihívások megértésére, a megoldási lehetőségek átlátására és szerzett tudásán keresztül azok menedzselésére.

**A tantárgy részletes tematikája:** Konvencionális blokk rejtjelezők: helyettesítéses-permutációs iteratív rejtjelezés (SPC), születésnapi paradoxon és alkalmazása, blokk rejtjelező módok. Nyilvános kulcsú infrastruktúra (PKI) alapjai: RSA, ElGamal. ECC (Elliptikus görbe kriptográfia). Digitális aláírás, kriptográfiai hash függvény. Partnerazonosítás: jelszavas megoldások, egyirányú függvények alkalmazása jelszóvédelemben, kihívás és válaszvárás technika, nyilvános kulcsú rejtjelező alkalmazása partnerazonosításban, Fiat-Shamir protokoll; Hozzáférésvédelem. Kulcsgondozás és kulcscsere protokollok. Integritásvédelem: CBC-MAC, kulcsolt hash; Titokmegosztás. Elektronikus kereskedelem biztonsági alapprotokolljai, protokollhibák, tervezési alapelvek. Felhasználók hitelesítése. Vállalati szintű igények. Hitelesítés technikák: jelszó, biometriai azonosítás, token alapú hitelesítési módszerek, intelligens kártyák. captcha technikák. Hozzáférésvédelem: alapfogalmak és modellek (AC mátrix, AC lista), hozzáférésvédelmi problémák operációs rendszerekben (Linux, Windows), komplex hozzáférésvédelmi rendszerek (RSBAC), adatbázis biztonsági problémák. Hozzáférésvédelem illesztése a szervezeti infrastruktúrára. Web biztonság: szerver oldali problémák (SQL injection, code injection), cross site scripting (XSS), session kezelés problémái, paraméterek manipulálása, browser biztonság (keretek, szeparáció), click fraud, page rank támadások. Az adatvédelem technikai kérdései: forgalom analízis (mint probléma), anonym kommunikációs technikák, MIX és DC hálózatok, anonym kommunikációs rendszerek (anonym proxyk, Tor), az anonimitás mérése, location privacy problémák. Vállalati információs infrastruktúra adatbiztonsági alap-problémái (hálózati behatolás, rosszindulatú programok, nemkívánt forgalom). Hálózati behatolás detektáló és megelőző rendszerek. Forensics technikák alapjai. Rosszindulatú programok. Programok alapvető működési elvei, korlátai, lehetőségei. A botnet. Nemkívánt forgalom (DoS, spam). A biztonsági rendszerek üzemeltetési garanciái: Biztonsági minősítések (termék, folyamat), auditálás és tanúsítás, kockázatanalízis és biztonságmenedzsment, jogi háttér, informatikai hadviselés.

## Hálózatba kapcsolt adatbázisok

(VITMM100, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/1/0/v/5kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az informatikai rendszereket hálózatba kapcsolt, kooperatív adatbázisok jellemzik. A tantárgy a korszerű távközlő hálózatok technológiáiba és szolgáltatásaiba, valamint az adatbázis-rendszerek együttműködésének módszereibe vezeti be a hallgatókat elméleti és gyakorlati oldalról.

**A tantárgy részletes tematikája:**

Hálózati technológiák

- A távközlő hálózatok felépítése és működése. Szélessávú hálózatok. KábelTV hálózatok. Új generációs hálózatok (NGN). Az Internet hálózatok felépítése és működése. Adatbázis alkalmazások áttekintése a hálózatigényük szempontjából, programozható hálózati környezet, multicast, új típusú adatforgalom ("push" és "pull").
- IP szintű hálózati szolgáltatások, TCP-ben és UDP-ben működése és ezek illesztése adatbázis alkalmazásokhoz, implementációs példák (Berkeley socket). QoS megvalósítási lehetőségek (Diffserv), adatbázisok virtuális magánhálózatokon: MPLS, Ethernet, User-Network Interface-ek. Optikai hálózatok szolgáltatásai.
- Jövő Internet trendek, új szolgáltatások áttekintése. Jelenlegi hálózatok hiányosságai, mobilitás, multi-homing, skálázhatóság, fix globális címek, multicast. Új megoldások: tartalom alapján címzett hálózatok, IPv6.

Elosztott adatbázis architektúrák

- Elosztott algoritmusok. A párhuzamosítás korlátai és buktatói, Amdahl törvénye. Algoritmusok párhuzamosításának módszerei, ábrázolása, folyamatok és leképzés. Vezérlési és adatfüggés, vezérlési és adatfüggési gráf.
- Teljesítmény kiegyenlítés, kommunikációs sémák, közös memória, szinkron és aszinkron üzenettovábbítás. Dead lock és ennek elkerülése. Kliens-szerver paradigma. Párhuzamos architektúrák programozása. Peer-to-peer architektúrák kialakulásának áttekintése.
- Hash táblák, ütközések kezelése: láncolás, nyílt címzés, zárt hashelés. A hash függvények alkalmazása adatbázisokban. Elosztott hash táblák (DHT): motivációk, alapkoncepció. Kademlia/Kad hálózat ismertetése, gyakorlati alkalmazások, BitTorrent.

- Peer-to-peer architektúrák motivációi, néhány tipikus peer-to-peer alkalmazás, valamint architektúra ismertetése. Hibrid és tiszta peer-to-peer architektúrák. Különböző hash függvények, néhány elterjedt kriptografikus hash függvény működésének ismertetése (MD5, SHA-1).
- A Kademlia elosztott hash tábla: motivációk, alapkoncepció, alkalmazás fájlcserélő alkalmazásokban. Kulcsszó alapú keresés megvalósítása elosztott hash táblákban – horizontális és vertikális partícionálás.

Adatbázisok együttműködése

- Logikai struktúrák szövetségi rendszereinek kialakítása. Heterogenitási szintjei: környezeti, nyelvi, modell, szoftver, verzió, fájlrendszer, szemantika különbözéségének okai, következményei. Szerkezeti, kommunikációs, végrehajtási, hozzárendelési autonómia fogalma. Együttműködés lehetséges szintjei.
- Tranzakció-kezelés szövetséges környezetben: zárkezelés, erőforrás-elosztások elosztott környezetben: szorosan csatolt rendszerek elosztott viselkedése, adatfrissítési stratégiák. Autonóm rendszerek összekapcsolása, zárolási stratégiák autonóm rendszerekben.
- Tranzakciós készpontok szorosan csatolt rendszerekben. Autonóm tranzakciós viselkedés. Lokális és globális helyreállítási stratégiák. Hibafelderítés és –kezelés.
- Adatbázisok backup stratégiái: hideg backup, forró backup, tandem szerverek viselkedése. Az adatbázisok mentésének szintjei: adatorientált, lekérdezés-orientált megoldások. Naplózás alapú szinkronizáció, transzportábilis táblák. Adatszivárgás, mint backup stratégia. A megoldások összevetése, előnyök és hátrányok elemzése.
- Szövetséges adatbázisok szintjei, minta megoldások. Oracle RAC, IBM FDBMS, Google Bigtable, Oracle TimesTen/MonetDB. Anonimitás és az összekapcsolhatóság jogi aspektusai.
- Lekérdezés-átírási folyamatok: szövetséges környezetben való lekérdezés-egyeztetés, lekérdezés-átírás. Adatbázisok migrációja, lekérdezés-migráció. Nyelvi eltérések, nyelvjárások kezelése.
- Értékkonverzió, dátum-, pénz-, címke- és nyelvi integráció. Adattisztítási feladatok. Lekérdezés-optimalizálás elosztott környezetben. CBO, RBO, vegyes megoldások. Átírási szabályok, statisztikai gyűjtések, adatbázisok és a Pareto-elv.

## Adatbányászati technikák

(VISZM185, szemeszter: őszi 1., tavaszi 1., 3/1/0/f/5 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az alapvető adatbányászati algoritmusok ismertetése, azok alkalmazhatóságának bemutatása a gazdasági életből származó példákon keresztül. A hallgatók legyenek képesek adatbányászati elemzések elvégzésére különböző területeken (kereskedelem, pénzügy, marketing, orvosi adatbányászat, stb.). Ismerkedjenek me a gyakorlatban széles körben elterjedt adatbányászati szoftverrel és szereznek tapasztalatokat az adatelemzés, tudáskinyerés területén.

**A tantárgy részletes tematikája:** Adatbányászat fogalma, története, feladatai, alkalmazási területek, adatbányászat szoftverek. Előfeldolgozás, adattranszformációk, hasonlósági mértékek, hiányzó értékek kezelése, diszkretizálás, mintavételezés. Bevezetés az osztályozásba és a regresszióba, osztályozó módszerek, osztályozás feladata. Lokális többségen alapuló osztályozók, k-legközelebbi szomszéd módszere, partíciós- és kernel-szabály, k-d fa. Döntési fák felépítése, döntési fák és döntési szabályok, minimális döntési fa feladata, ID3 algoritmus (feltételes entrópia), CART/CHAID módszerek lényege. Bayes-döntés, Bayesi hálózatok, naiv bayesi hálók (NBH). Lineáris osztályozók, perceptron algoritmus, Vapnik algoritmusa, hipersíkkal nem szeparálható adatok, SVM. Osztályozók kombinálása (bagging, randomizálás, boosting). Konzisztencia, hibavalószínűség, osztályozók kiértékelése: ismételt mintavételezés, keresztvalidáció, bootstrap. Klasszikus klaszterezési célfüggvények, klaszterező algoritmusok típusai, partíciós algoritmusok, hierarhikus-, sűrűség-alapú módszerek, rács- és modellalapú klaszterező algoritmusok. Gyakori elemhalmaz keresés, Apriori algoritmus, Szófa a gyakori elemhalmazok tárolására, Apriori algoritmus gyorsítása: bemenet tárolása (piros-fekete fa), zsákutca nyesés. Asszociációs szabály fogalma, szabályok kinyerése, érdekességi mutatók, függetlenség meghatározása, hierarchikus asszociációs szabályok, asszociációs szabályok és az osztályozás.

## IV.4 Specializációk

A képzés öt specializációja a gazdaságinformatika legdinamikusabban fejlődő és a jelenlegi ipari, intézményi háttér által leginkább igényelt szakterületeken ad alkalmazás-közeli szakmai tudást. A specializációkban megszerzett kompetenciák versenyképességet biztosítanak, mind a terület munkaerőpiacán, mind a területhez kapcsolódó kutatásokban.

A specializációk listája:

- Pénzügyi informatika specializáció (SzIT)
  *(Specialization of Financial Engineering)*
- Vállalatirányítási informatika specializáció (ETT)
  *(Specialization of Enterprise Application Systems)*
- Elektronikus közigazgatás és közszolgáltatások specializáció (TMIT)
  *(Specialization of Electronic Government and Public Utilities)*
- Gazdasági elemző informatika specializáció (TMIT)
  *(Specialization of Analytical Business Intelligence)*
- Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment specializáció (MIT)
  *(Specialization of Service Sciences Management and Engineering)*

## IV.4.1 Pénzügyi informatika specializáció (SzIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Pénzügyi informatika**
*(Specialization of Financial Informatics)*
**2. MSc szak:** gazdaságinformatikus
**3. A specializációfelelős tanszék:** Számítástudományi és Információelméleti Tanszék
**4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Katona Gyula egyetemi docens

**5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:**
A specializáció hátterében immár nyolc évre tekint vissza a Számítástudományi és Információelméleti Tanszék befektetés-optimalizálás kutatási tevékenysége, amely a nem-paraméteres predikció, a gépi tanulás módszerei kutatásának szerves folytatásaként jött létre. A téma sikeres műveléséhez járul hozzá a folyamatosan bővülő nemzetközi kutatási együttműködés (Pompeu Fabra University, Department of Economics, Fachbereich Mathematik Institut für Stochastik und Anwendungen Lehrstuhl für Stochastik tanszéke, Katholieke Universitet Leuven matematika tanszéke). Az idevágó pénzügyi információs rendszerek kutatása világméretű nagyvállalatok (pl. Morgan Stanley) által szponzorált projektek keretei között történik.

**6. A megszerezhető kompetenciák:**
A specializáció a pénzügyi szolgáltatásokról, ezek informatikai hátteréről, valamint a pénzügyi adatsorok elemzésének algoritmikus és informatikai eszközeiről ad tudást a hallgatónak.

A tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | | Tantárgykód |
|---|---|---|
| Üzleti és pénzügyi elemzés | (angol nyelven) | VITMM102 |
| Pénzügyi befektetések tervezése | (angol nyelven) | GT35M404 |
| Algoritmikus tőzsdei folyamat-előrejelzés | (angol nyelven) | VISZM107 |
| Pénzügyi szoftver technológiák | (angol nyelven) | VIAUM100 |
| Kockázatelemzés és –kezelés | (angol nyelven) | VIHIM277 |
| Önálló laboratórium 1 | | VISZM295 |
| Önálló laboratórium 2 | | VISZM382 |
| Diplomatervezés 1 | | VISZM296 |
| Diplomatervezés 2 | | VISZM383 |
| Szakmai gyakorlat | | VISZM297 |

### Üzleti és pénzügyi elemzés

(VITMM102, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/0/0/v/4 kredit, TMIT)
(korábban GT35M403, GTK PT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy általános célja a vállalatok külső értékelésének elméleti megalapozása, és az erre épülő befektetési tevékenység támogatása. Ezen belül speciális témák: az értékpapírok megítélése kockázat- és megtérülés számítások alapján, portfolió elmélet. Az üzleti életben gyakran felmerülő esetek, befektetési és hitelezési szituációk és a felmerülő pénzügyi kockázatok elemzése, az irreális, és túlzottan kockázatos tranzakciós felismerése, ajánlatokat, az elfogadható kompromisszumok megtalálása.
**A tantárgy részletes tematikája:** Vállalati mutatók a vállalat értékének és kockázatának megállapításához, vállalati tőkebevonás lehetséges formái, fedezeti stratégiák, hitel-árazás és hiteligény-értékelés, hitelek értékelő pontozása (scoring), árfolyamkockázatok, hitelfelvételi kockázatok. Pénzügyi viselkedéstan: befektetői magatartások jellemzői, nem pénzügyi befektetések jellemzői és kockázatai, pénzügyi befektetések, értékpapírok fajtái, értékpapír-piacok, pénzügyi piacok, értékpapír árazás, árkosár

módszer, árfolyam előrejelzések. Kockázat megragadása, kockázat és hozam összefüggései, kockázat szétterítés, hozamkalkulálás, értékpapír és portfolió kiválasztás a várható megtérülések alapján, értékpapír-piacok jellemzői, megtérülés előrejelzése, portfolió elmélet, opciók és hatásuk, értékpapírok- és portfolióválogatás és elemzés. Kamatozó értékpapírok elemzése, állami kötvények, ország-kockázat és infláció értékelése, vállalati kötvények árazása, eszköz-kosaras értékpapírok árazása. Csődök előrejelzése pénzügyi modellekkel, komplex és adat-intenzív problémák feldolgozása és modellezése. Üzleti esetpéldák: beruházási számítások magas hitel-aránnyal; működő cég bevezetése a tőzsdére; nyugdíj-előtakarékosság; vállalati kötvénykibocsátás.

## Pénzügyi befektetések tervezése

(GT35M404, szemeszter: 1., 3/0/0/v/4 kredit, GTK PT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** Megismerteti a gazdaságinformatikus hallgatókkal a modern tőkepiacok alapvető termékeit, a termékekhez kapcsolódó kockázatokat, azok kezelését, a termékek árazását, továbbá az alapvető befektetési/portfólió stratégiákat. Alapvető áttekintést ad a pénzügyi idősorelemzés releváns eszközeiről. A hallgató képes lesz felmérni az egyes befektetési/hitelfelvételi lehetőségek előnyeit, hátrányait, átlátni és elemezni azok piaci mozgását. Alkalmassá válik bankok, befektetési alapok informatikai feladatainak értő megvalósítására, vállalatok befektetési eszközeinek informatikai támogatására. Képes lesz pénzügyi idősorok alapvető jellegzetességeinek feltárására.
**A tantárgy részletes tematikája:** Alapvető pénzpiaci termékek. Portfólió elmélet, CAMP. Hasznosságelmélet, optimális portfolió, a piac CAPM modellje. Az opció fogalma. Az opciók fajtái és kereskedésük. Opciók árazása. Diszkrét martingálok. A binomiális model. A Cox-Ross-Rubinstein formula. Black-Scholes formula. A tőzsdei idősorok elemzésének alapjai, sztochasztikus folyamatok. Determinisztikus modellek, simítási eljárások. Box-Jenkins modell család. ARCH, GARCH modellek.

## Algoritmikus tőzsdei folyamat-előrejelzés

(VISZM107, szemeszter: 3., 3/0/2/v/6 kredit, SZIT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** Megismerteti a gazdaságinformatikus hallgatókkal a pénzügyi idősorok modellezésének és előrejelzésének alapvető módszereit és a kapcsolódó befektetési/portfólió stratégiákat. A hallgató képes lesz modellezni és előre jelezni az egyes pénzügyi idősorokat. Alkalmassá válik arra, hogy bankok és befektetési alapok befektetési stratégiáinak tervezését segítse.
**A tantárgy részletes tematikája:** Sűrűségfüggvény becslés, L1 hiba. Sűrűségfüggvény becslés, hisztogram. Sűrűségfüggvény becslés magfüggvényes becslés. Regressziós probléma, regressziós függvény, partíciós. Regressziós probléma, regressziós függvény magfüggvényes. Regressziós probléma, legközelebbi szomszéd becslések. Regressziós probléma, empirikus hibaminimalizálás. Alakfelismerés: hibavalószínűség. Alakfelismerés: Bayes döntés, partíciós. Alakfelismerés: magfüggvényes legközelebbi szomszéd módszer. Alakfelismerés: empirikus hibaminimalizálás. Optimális portfólió-stratégiák, fix portfólió. Optimális portfólió-stratégiák, konstans portfólió. Optimális portfólió-stratégiák, dinamikus portfólió, empirikus portfólió. Laboratóriumi gyakorlat anyaga: Adatgyűjtés, adatbázis építés, adattisztítás, korrekció. Bevezetés a program használatába. Feltáró statisztika, leíró statisztika. Feltáró statisztika, prezentálás, grafika. Idősor elemzés, áttekintés, determinisztikus modellek. Idősor elemzés, áttekintés, simítási eljárások. Idősor elemzés, áttekintés, ARIMA, ARCH, GARCH modellek. A regressziós feladat, regressziós függvény, elemi, spline, NN. A regressziós feladat, regressziós függvény, magfüggvény – Gauss. A regressziós feladat, legközelebbi társ. Zárthelyi. Log-optimális portfólió, algoritmikus megvalósítás állandó, megújított portfólió. Log-optimális portfólió, algoritmikus megvalósítás kombinált szakértőkkel.

## Pénzügyi szoftver technológiák

(VIAUM100, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/1/v/5 kredit, AUT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja az alapvető szoftvertechnológiai fogalmak ismertetése. A tantárgy hangsúlyt fektet a pénzügyi rendszerek modellezésére, követelményspecifikációjára, tervezésére és fejlesztésére. Bemutatja a pénzügyi szektor néhány szakterület-specifikus modellezési nyelvét, továbbá tárgyalja a kész szoftverelemekből való rendszerépítés alapjait. A hallgatók ismerkedjenek meg a pénzügyi terület főbb szoftvermodellezési nyelvével, valamint a pénzügyi információs rendszerek felépítési és szoftverfejlesztési aspektusaival. Az ismeretek segítségével a hallgatók váljanak képessé felhasználói felületeket kialakítására, kliens oldali szoftvereket fejlesztésére mobil, asztali és webes környezetre, továbbá információs rendszereket építeni kész szoftverkomponensekből.
**A tantárgy részletes tematikája:** Bevezetés, szoftver technológia fogalma, általános jellemzői, szerepe az informatikában. Általános szoftverkészítési stílusok, pénzügyi rendszerek modellezési kérdései. Time to market koncepció. Szoftvertechnológia a pénzügyi rendszerek fejlesztéséhez.Életciklus modellek, objektumorientált tervezés, Unified Process életciklus modellje, Unified Modeling Language, objektumorientált analízis, analízis sémák (Analysis Patterns), objektumorientált tervezés. Szakterület-specifikus nyelvek szerepe a pénzügyi rendszerek kialakításában. Metamodellezés, absztrakt szintaxis, a szoftvermodellek és címkézett gráfok kapcsolata, attribútum modellezés, kényszerek, multiplicitás, konkrét szintaxis. Modellalapú fejlesztés alapjai, modellfeldolgozás. Tervezési és architekturális minták a pénzügyi rendszerekhez. Tervezési minták (Design Patterns). Rétegezés, Model-View-Controller, Document-View, Framework (strukturált felépítésből objektumorientált rendszer) Szerver és kliens oldali fejlesztési technikák. Alkalmazható tervezési minták, adatkezelés, adatkötés, többkomponensű alkalmazások fejlesztése. Webes alkalmazások fejlesztése, architektúra, kliensoldali szkriptek, szerveroldali szkriptek, kliens- és szerveroldali vezérlők használata, eseményvezérelt szerver oldali programozás. Vékony, vastag és mobil kliensek fejlesztése. Üzenet alapú platformok, eseményvezérelt alkalmazások, többszálú alkalmazások fejlesztése, szinkronizációs problémák és megoldásuk, moduláris felhasználói felület kialakítása. Szabványos interfészeken való kommunikáció. Elosztott pénzügyi rendszerek fejlesztési kérdései. Alkalmazások közötti kommunikáció (IBM MQ, Pub/Sub services (CPS)), elosztott rendszerek felépítéséhez szükséges alapszolgáltatások, kód újrafelhasználhatósági technikák, komponens alapú programozás. Elosztott, komponens alapú fejlesztés elméleti alapjai és tervezése, szabványosított architektúrák (DCOM, CORBA), tranzakció kezelés és aszinkron működés elosztott rendszerekben (MTS, MSMQ), biztonsági kérdések elosztott rendszerekben. Grid: elosztott számítás és adattárolás. Esettanulmányok.

## Kockázatelemzés és -kezelés

(VIHIM277, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/1/v/5 kredit, HIT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** Átfogó ismeretek adása a jövendő döntéshozóknak a jelenleg használatban lévő kockázat analízis és kockázat menedzselő stratégiákról A tantárgy elsősorban az üzleti gyakorlatban előforduló legfontosabb kockázati problémák azonosítására, illetve azok kezelésére, elkerülésére összepontosít. A hallgató gyakorlatot szerez a kockázatelemzésben és kockázatfeltárásban; valamint képessé válik kockázatkezelési stratégia tervezésére.
**A tantárgy részletes tematikája:** Hibajelenségek, veszélyes elemek és források azonosítása. Kockázati indikátor felállítása, kulcskockázati tényezők azonosítása. Kockázatjelentési terv készítése, akcióterv hozzárendelés, kockázatcsökkentés és elfedési technikák. Hibafa analízis. A hibához vezető minimális vágási halmazok. Kockázati valószínűségi modellek. Kockázati mértékek definíciója és hagyományos számítási módszerei. Mintavételezési technikák a kockázat meghatározásában. Li- Sylvester becslés, Monte Carlo módszerek. Fontossági mintavételezés, korrelált mintavételezés. Csoportosított mintavételezés. Adaptív approximáció, ritka események szimulációja. Farokeloszlás-becslési módszerek. Viselkedés-szimuláció, kockázat-analízisalgoritmikus eszközei. Varianciacsökkentés és finomhangolás.

Szimuláció eredményeinek értékelési problémái. Optimalizálási feladatok, szcenárió-analízis, szcenárióval súlyozott várható kockázat Cox arányos hiba elve. Epizódok fogalma, epizódfeltárás és azonosítási eljárások, tesztelésitervek, stressz teszt. Kockázatbecslési modellek és eljárások. Megbízhatóság valószínűségi modelljei, túlélési függvények, életciklus-eloszlási függvény, hazárd (mortalitási) függvények, halmozott hazárdok. Esetfüggő következtetési és hibamodell alapú kockázatbecslési modellek.

## Önálló laboratórium 1.

(VISZM295, szemeszter: őszi 0., tavaszi 1., 0/0/3/f/4 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgyban a hallgatók komplex gazdaságinformatikai feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Az oktatási időszak első hetében a hallgatók választanak a meghirdetett konkrét témákból, vagy témacsoportokból. Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá, rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Önálló laboratórium 2.

(VISZM382, szemeszter: őszi 1., tavaszi 2., 0/0/4/f/6 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgyban a hallgatók jellemzően, de nem kötelezően, folytatják az előző félévben elkezdett komplex gazdaságinformatikai feladat megoldását. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

# Diplomatervezés 1.

(VISZM296, szemeszter: őszi 2., tavaszi 3., 0/5/0/f/10, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolnia, hogy önálló gazdaságinformatikusi munkára alkalmas, ismeri, és alkalmazni tudja a munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. Az első félév programja irodalomkutatás, megoldási alternatívák feltárása, a modell felállítása és/vagy a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.

**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.

Egy-egy diplomaterv témája gazdasághoz kapcsolódó informatikai probléma megoldását célozza meg, különös tekintettel a közös tantárgyak és a specializációk által lefedett területekre. Például, de nem kizárólag: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.

Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

# Diplomatervezés 2

(VISZM383, szemeszter: őszi 3., tavaszi 4., 0/10/0/f/20, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolni, hogy alkalmas gazdaságinformatikusi problémák önálló megoldására, a modell ill. a rendszerterv részletes kibontásával / megvalósításával

igazolja, hogy ismeri, és alkalmazni tudja az informatikusi munkamódszereket, rendelkezik gazdasági szemléletmóddal, képes a választott megoldást értékelni, elemezni és következtetéseket levonni.
**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat. A diplomatervben a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Szakmai gyakorlat

(VISZM297, összesen 240 óra, 0/17/0/a/0 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák a gazdasághoz kapcsolódó új informatikai rendszerek és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.
**A tantárgy részletes tematikája:** A gyakorlat során a tanszékek, illetve a gazdálkodó szervezetek által meghatározott, részletesen specifikált feladatot kell megoldani. A gyakorlat négy hét (húsz munkanap) kiméretű, melyet az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül lehet teljesíteni. A lehetséges helyszínekre alapvetően az oktatási intézmény tesz javaslatot. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók. A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul.

## IV.4.2 Vállalatirányítási informatika specializáció (ETT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Vállalatirányítási informatika**
*(Specialization of Enterprise Systems)*
**2. MSc szak:** gazdaságinformatikus
**3. A specializációfelelős tanszék:** Elektronikai Technológia Tanszék
**4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Martinek Péter egyetemi docens

**5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:**
A specializáció hátterében az Elektronikai Technológia Tanszéken működő vállalatirányítási tudományos iskola áll, amely az „Üzleti folyamatok fúziója szemantikus, szolgáltatás-orientált üzleti alkalmazásokra alapozva" (FUSION) projektben, az EU 6. keretprogramjában létrehozott, a német SAP AG vezetésével megalakult kutatási konzorcium keretében dolgozik, öt európai országot képviselő kutatási intézmények, fejlesztők, innováció-transzferrel foglalkozó testületek és végfelhasználók részvételével.

**6. A megszerezhető kompetenciák:**
A specializáció olyan tudásanyagot nyújt a hallgatóknak, amelynek elsajátítása révén mélyreható ismereteket szereznek mind a vállalat működéséről, mind az azt kiszolgáló korszerű vállalatirányítás megvalósítását elősegítő informatikai rendszerekről.

A tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Integrált vállalatirányítási rendszerek | VIETM190 |
| E-üzletvitel | VITMM103 |
| Vállalatirányítási rendszerek konfigurációja | VIETM191 |
| Vállalatgazdaságtan | GT20M401 |
| Vállalati alkalmazások integrációja | VIETM192 |
| Önálló laboratórium 1 | VIETM373 |
| Önálló laboratórium 2 | VIETM386 |
| Diplomatervezés 1 | VIETM374 |
| Diplomatervezés 2 | VIETM387 |
| Szakmai gyakorlat | VIETM375 |

### Integrált vállalatirányítási rendszerek

(VIETM190, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/0/0/v/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgy megismertetni a hallgatókkal a tipikus vállalati alkalmazásokat, ezek jellemző folyamatait, a rendszerek felépítését, adatszerkezeteit, algoritmusait és alkalmazási céljait. Bemutatja a típusrendszerek jellegzetességeit, funkcionális és informatikai összefüggéseit a komplex vállalati folyamatokban. A hallgatók képesek lesznek a vállalati alkalmazási rendszerek kezelésére, működtetésére, a működési problémák feltárására, és elhárítására, a vállalati igényeket támogató rendszerek tervezésére, az új igények informatikai vetületének felmérésére.
**A tantárgy részletes tematikája:** Az integrált rendszerek legfontosabb tulajdonságai, jellegzetes moduljai: értékesítés, anyaggazdálkodás, beszerzés, termeléstervezés és -irányítás, könyvelés, tárgyieszköz nyilvántartás, karbantartás, ügyfél kapcsolati rendszerek, beszállítói kapcsolatokat kezelős rendszerek, modulokat együttesen felhasználó termék életciklus-menedzsmentet támogató rendszerek. A vállalati erőforrás-tervezésen (ERP) alapuló rendszerek. Értékteremtő folyamatok. Szükséglettervező algoritmusok egyszerű és nagybonyolultságú rendszerekben. Az elosztási erőforrás-tervezés. Ügyfélkapcsolati rendszerek fő feladatai. Adatstruktúrák és alapvető elemzési algoritmusok. Elektronikus ügyfélkapcsolati rendszerek funkciói, eszközei, integrálásuk a vállalatirányítási rendszerekbe. Az ellátási lánc kezelésének célja, módszerei. Előrejelzés alapadatai és algoritmusai. Külső rendszerek integrálása.

Termék életciklus-menedzsmentet (PLM) támogató rendszerek. Tervezésközpontú rendszerek előnyei, korlátjai, kapcsolódás az ERP modulokhoz. ERP alapú PLM rendszerek. Speciális adatstruktúrák. Adatáramlás és feldolgozás egységbe foglalt modulokban: projekt, ügyfélszolgálat, karbantartás, minőségirányítás. PLM rendszerek alkalmazása az egészség- és környezetvédelemben. Megoldások a termékbiztonság, a veszélyes anyagok kezelése, a munkavédelem és a munkaegészségtan területén.

## E-üzletvitel

(VITMM103, szemeszter: őszi 1., tavaszi 1., 3/0/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése**: Megismertetni az e-üzletvitel alapvető formáit és típusait, a szervezési és informatikai háttér funkciókat, az e-üzletvitel szereplőinek, a társadalom különféle szegmenseinek feladatait, továbbá áttekintést adni az e-üzletviteli eszközök és módszerek gyakorlati alkalmazásáról.
**A tantárgy részletes tematikája:** Az elektronikus üzletvitel értelmezése, létrejöttének okai, fejlődési trendjei. Az informatikai és üzleti modellek egymásra hatása. Az e-business csoportosítása, szegmensei. Üzleti modellek és megfontolások, vállalatközi, bankközi és lakossági értékesítési modellek, vállalati értékláncok, iparági ellátási láncok és játszmák. Az elektronikus kereskedelem meghatározó szereplői. Az e-kereskedelem főbb alkalmazási típusai: e-boltok, e-áruházak, e-piacterek. Értékesítési módszerek. Az e-kereskedelmi rendszerek dokumentációi. Beruházás-előkészítés, beüzemelés. Beszállítói lánc szervezése és informatizálása. Üzletmenet folytonosság biztosítása (BCM), incidens kezelési protokoll. Elektronikus adatcsere (Electronic Data Interchange, EDI). Ügyféladatok és üzleti adatok kezelése, védelme. Csalások elleni védelem, biztonsági kérdések. Identitáslopás, megtévesztés, phishing. Bizalmi védjegyek és alkalmazásuk. Az ügyfél-azonosítás eszközei és módszerei, az elektronikus aláírás alkalmazása. Elektronikus fizetési rendszerek és alkalmazásuk meghatározása konkrét üzleti modellekhez. Számlapénz és digitális pénz. Hibrid megoldások, hitel-betét modell, hűségkártyák, PayPal. e-Banking, e-Brokering, e-Insurance. Elektronikus szolgáltatások a bankok, a biztosítók és a brókercégek tevékenységében. Az e-pénzügyek technológiája. Tartalomszolgáltatás, szórakoztatás, játékok megjelenése, kulturális értékek és információk online értékesítése, mint egyedi modellek. Üzleti intelligencia rendszerek alkalmazásai, hírszolgáltatások. Cégcsoportok, klaszterek, platformok szervezése elektronikus kapcsolatokkal. Trendek az e-üzletvitel területén. Új, elektronikus üzletvitelre épülő üzleti modellek. Elektronikus üzletvitel jövőképe.

## Vállalatirányítási rendszerek konfigurációja

(VIETM191, szemeszter: őszi 1., tavaszi 3., 3/0/2/v/6 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgy bemutatja a vállalatirányítási rendszerek konfigurációs feladatait, a célrendszert specifikáló folyamatmodellek előállítási módszereit, a testreszabás és a rendszer átadásának menetét, valamint a használat alatti folyamatos támogatás módszereit. Gyakorlati ismereteket nyújt a standard integrált vállalatirányítási információs rendszerek tipikus konfigurálási feladatairól, a vállalati folyamatmodellekhez illeszkedő rendszer létrehozásának módszertanáról. A tantárgy kialakítja a hallgatókban a rendszerek bevezetéséhez szükséges képességeket, az üzleti folyamatok és az informatikai funkciók párhuzamos szemléletének készségét. Képesek lesznek a konfigurálási feladatok végrehajtására és/vagy a végrehajtás irányítására, a bevezetett rendszer folyamatos támogatására a teljes életciklusون keresztül.
**A tantárgy részletes tematikája:** A standard vállalatirányítási rendszerek konfigurációs feladatai. A támogatott vállalatmodell azonosítása. A vállalati folyamatok felmérésének és meghatározásának módszerei. Követelményspecifikáció meghatározása, sikertényezők. A célrendszer specifikálása: modellezési módszerek, többszintű üzleti folyamatmodellek, business process mapping. A rendszer méretezése, processzorok száma, memória mérete, háttértár mérete, terhelés-megosztás. A rendszerkonfiguráció indítása, nyomkövetése. Installációs beállítások. Standard funkciók testreszabása paraméterezéssel, fejlesztéssel. A megjelenítési réteg konfigurálása, a kezelői felület alapbeállításai. Az értékesítési szervezet és a vállalat alapvető paraméterei. Alapvető területi és könyvelési beállítások. A funkcionális követelmények szerinti konfigurációk beállítása. Tipikus folyamatok, tipikus konfigurációs megoldások. Laboratóriumi gyakorlatok: Egy konkrét vállalatirányítási rendszer fő moduljainak áttekintése és a rendszer testreszabása paraméterezéssel, programozással.

## Vállalatgazdaságtan

(GT20M401, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/0/f/4 kredit, MVT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgy legfontosabb célja egy olyan szemlélet kialakítása, melynek segítségével a hallgatók átlátják, és megértik egy vállalat felépítését és működését. Cél továbbá bemutatni az egyes vállalati funkciók tevékenységi és felelősségi területeit, valamint a közöttük lévő információs kapcsolatokat, melyek segítségével a vállalat vezetői és tulajdonosai valós képet kaphatnak a vállalat pillanatnyi teljesítményéről.
**A tantárgy részletes tematikája:** Az innovációs folyamatok menedzselésének problémái a vállalati gazdálkodásban. A termék-életgörbe alapján meghatározott innovációs stratégiák a termék és szolgáltatásportfolió optimalizálása érdekében. Vállalati innovációs stratégiák, és azok vállalat specifikus kombinációi. Az innovációs projektek elhatárolása a vállalati rutintevékenységektől. Logisztikai alapfolyamatok a vállalat működésében, és szerepük a vevőkiszolgálás eredményességében és potenciális fejlesztésében. Beszerzési, termelési és értékesítési folyamatok hatása a vállalat gazdasági eredményeire. A tevékenységalapú költségszámítás szerepe a vállalati költségstruktúra finomításában, ennek informatikai követelményei. A vállalati folyamatok fejlesztése a lean szemlélet segítségével. Lean folyamatok támogatása ERP rendszerek segítségével. A termelési és logisztikai folyamatok összehangolásának lehetőségei a vállalkozás jövedelemtermelő képességének növelése érdekében. A vállalati folyamatok kihelyezésének lehetőségei, tranzakciós költségek, kockázatok. Középméretű vállalkozások standardizálható folyamatrendszere, termelő vállalatok, szolgáltató vállalatok különbsége. Nagyvállalatok jellegzetességei: piaci erő kihasználása, innovációs erő, érdekérvényesítés a szabályozásban, vevői alkupozíciók. Tudás-intenzív vállalkozások jellegzetességei: tudásösszesítő folyamatok szerepe. Piaci és árazási politikák kialakítása az informatikai termékek piacán. Cégcsoportok összefüggései, hol van a vállalat határa? Virtuális cégek.

## Vállalati alkalmazások integrációja

(VIETM192, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/2/v/6 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése**: Megismertetni a hallgatókkal a tipikus vállalati alkalmazások integrációjának módszereit. Bemutatni a tipikus megoldások jellegzetességeit és a kapcsolódó informatikai technológiákat. A tantárgy kialakítja a hallgatókban az üzleti oldalon megfogalmazott integrációs igények végrehajtásának képességét. Képesek lesznek az integrációs üzleti igények felmérésére, a vállalati rendszerek integrációs tulajdonságainak azonosítására, a megoldás megtervezésére, a keretrendszerek és adapterek konfigurálására és éles környezetben történő bevezetésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Integráció alapvető fogalmai: résztvevő rendszerek, integrációs szintek és módszerek, protokollok, tipikus architektúrák. Az üzleti oldal alapvető integrációs igényei: riportolás, adatbányászat, összetett folyamatok, migráció, biztonsági mentés. Üzleti igények felmérése és specifikációja. Modellező eszközök, módszertanok és szabványok, Business Process Management (BPM). Az integráció szintjei: adatbázis integráció, vállalati adatbázisok, vállalatbeli és vállalatközi integráció, alkalmazásintegráció, folyamatintegráció. Információ- és tudásintegráció. Üzenetkelező rendszerek. Mediáció, federáció. Middleware eszközök az alkalmazás integrációban. Az Enterprise Service Bus megközelítés. SOA architektúra és szolgáltatás alapú alkalmazásintegráció: alapfogalmak, kapcsolódó szabványok és technológiák. Összetett folyamatok definiálása és implementálása. Integrált folyamatok modellező eszközei. A sémaillesztés problémája: tipikus algoritmusok komplexitása, teljesítménye, alkalmazhatósága. Séma integráció. Vállalati ontológiák és alkalmazásuk. Laboratóriumi gyakorlatok: komplex integrációs feladat végig vitele folyamattervező, modellező, implementációs eszközök, futtató rendszerek és standard vállalati ERP rendszerek használatával.

## Önálló laboratórium 1.

(VIETM373, szemeszter: őszi 0., tavaszi 1., 0/0/3/f/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgyban a hallgatók komplex gazdaságinformatikai feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Az oktatási időszak első hetében a hallgatók választanak a meghirdetett konkrét témákból, vagy témacsoportokból. Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá, rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Önálló laboratórium 2.

(VIETM386, szemeszter: őszi 1., tavaszi 2., 0/0/4/f/6 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgyban a hallgatók jellemzően, de nem kötelezően, folytatják az előző félévben elkezdett komplex gazdaságinformatikai feladat megoldását. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Diplomatervezés 1.

(VIETM374, szemeszter: őszi 2., tavaszi 3., 0/5/0/f/10, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolnia, hogy önálló gazdaságinformatikusi munkára alkalmas, ismeri, és alkalmazni tudja a munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni,

továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. Az első félév programja irodalomkutatás, megoldási alternatívák feltárása, a modell felállítása és/vagy a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.
**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
Egy-egy diplomaterv témája gazdasághoz kapcsolódó informatikai probléma megoldását célozza meg, különös tekintettel a közös tantárgyak és a specializációk által lefedett területekre. Például, de nem kizárólag: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Diplomatervezés 2

(VIETM387, szemeszter: őszi 3., tavaszi 4., 0/10/0/f/20, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolni, hogy alkalmas gazdaságinformatikusi problémák önálló megoldására, a modell ill. a rendszerterv részletes kibontásával / megvalósításával igazolja, hogy ismeri, és alkalmazni tudja az informatikusi munkamódszereket, rendelkezik gazdasági szemléletmóddal, képes a választott megoldást értékelni, elemezni és következtetéseket levonni.
**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst

biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat. A diplomatervben a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Szakmai gyakorlat

(VIETM375, összesen 240 óra, 0/17/0/a/0 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák a gazdasághoz kapcsolódó új informatikai rendszerek és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.
**A tantárgy részletes tematikája:** A gyakorlat során a tanszékek, illetve a gazdálkodó szervezetek által meghatározott, részletesen specifikált feladatot kell megoldani. A gyakorlat négy hét (húsz munkanap) kiméretű, melyet az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül lehet teljesíteni. A lehetséges helyszínekre alapvetően az oktatási intézmény tesz javaslatot. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók. A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul.

## IV.4.3 Elektronikus közigazgatás és közszolgáltatások specializáció (TMIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Elektronikus közigazgatás és közszolgáltatások**
*(Specialization of Electronic Government and Public Utilities)*
**2. MSc szak:** gazdaságinformatikus
**3. A specializációfelelős tanszék:** Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
**4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Kósa Zsuzsanna egyetemi docens

**5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:**
A specializáció hátterében a Távközlési és Médiainformatikai Tanszék azon csoportja áll, amelynek szabályozási és döntéselméleti kutatásai kapcsolódnak a COST 605 Econ@Tel távközlési szektor gazdasági és menedzsment európai szintű projekthez, valamint az IFIP (International Federation for Information Processing) 8.3-as döntéstámogatási munkacsoportjának munkájához. A tanszék kapcsolódik az EGPA (European Group of Public Administration) ICT munkacsoportjához is.

**6. A megszerezhető kompetenciák:**
A specializáció tanulmányai során a hallgatók megismerik az igazgatási intézményrendszer feladatait, struktúráját és információkezelését. A specializációs képzés célja, hogy a hallgatók képessé váljanak közigazgatási informatikai alkalmazások specifikálására, rendszerbe illesztésére, és nagy biztonsági követelmények melletti üzemeltetésére.

A tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Közigazgatási és közszolgáltatási rendszerek | VITMM194 |
| Dokumentum- és tartalomkezelés | VITMM195 |
| Szolgáltatásorientált rendszerintegráció | VIIIM196 |
| Szolgáltatások hálózatbiztonsága | VITMM197 |
| Vezetői és csoportmunka rendszerek | VITMM198 |
| Önálló laboratórium 1 | VITMM298 |
| Önálló laboratórium 2 | VITMM384 |
| Diplomatervezés 1 | VITMM299 |
| Diplomatervezés 2 | VITMM385 |
| Szakmai gyakorlat | VITMM330 |

### Közigazgatási és közszolgáltatási rendszerek

(VITMM194, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/0/0/v/4kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése**: A hallgatók vezetői léptékű ismereteket kapnak az igazgatási munkáról és a közszolgáltatások szabályozott piacáról, megismerik a közigazgatás modernizálásának kérdéseit, az elektronikus közigazgatás megoldásait, valamint az egyes közigazgatási és közszolgáltatási területek információkezelésének sajátos elvárásait és módszereit. A tantárgy részletesen taglalja a közigazgatási- és a közszolgáltatásokat nyújtó szervezetek típusait, az ügyfélkiszolgálás és a döntéshozatal folyamatát, a gazdálkodást meghatározó információkat, az elektronikus közigazgatás célját, pilléreit, szabályozását, megvalósításának területeit és feladatait, az információ-kezelés módszereit, a személyazonosítás, az információk archiválásának és a hozzáférési jogosultság kérdéseit.
**A tantárgy részletes tematikája:** A tantárgy célja, felépítése, fogalmi rendszere. A közszféra modernizálása, a szolgáltató állam közigazgatásának funkciói. A közigazgatás intézményi rendszere, funkciói, gazdálkodása, elhelyezkedése. Intézményi hatáskör és illetékesség. Ügyfélkapcsolat, döntéshozatal, információs szolgáltatások, határozathozatal, tájékoztatás. Intézményeken belüli és intézmények közötti információáramlás. Nemzetközi szervezetek, EU intézményrendszere és hatásai. Közszolgáltatások intézményrendszerei: oktatási-, közművelődés-, egészségügyi- szolgáltató

intézmények. Információs közszolgáltatások, üzleti megközelítésű közszolgáltatások. Piacszabályozási intézmények, mint a piacgazdaság eszközei. Társadalombiztosítási rendszer, mint sajátos közszolgáltatás. Gazdálkodás a közszférában. Költségvetési gazdálkodás specialitásai, közigazgatási pénzügyi folyamatok. Önkormányzatok gazdálkodása. Közszolgáltatások gazdálkodási folyamatai. Az e-közigazgatás kialakításának célja, előnyei, feladatai, jogszabályai. Az e-közigazgatás szakterületi pillérei, területei, alaptechnológiái, a tudás- és minőségmenedzsment szerepe. Információkezelés a közszférában. Kormányzati portál és kapcsolódó e-közigazgatási szolgáltatások. Személyazonosítás a közigazgatásban. Pályázati rendszerek, forrásszerzés, forrásfelhasználás ellenőrzése. Beszerzési folyamatok a közszférában. Adóigazgatás: adóhivatalok, elektronikus adóbevallás. Cég- és földhivatali nyilvántartások, információk hosszú távú archiválása, hozzáférési jogosultság. Teljesítménymenedzsment rendszerek, személyügyi és foglalkoztatási kérdések kezelése. Védelmi rendszerek speciális kommunikációs igényei, információkezelése. Országos szintű, átfogó igazgatási rendszerek (népszámlálás, választások) informatikai háttere. Digitális szakadék kezelése az információs társadalomban. Az információs közművek és a részvételen alapuló döntések jövőképe.

## Dokumentum- és tartalomkezelés

(VITMM195, szemeszter: őszi 1., tavaszi 1., 3/0/1/v/5kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése**: Az elektronikus dokumentum- és ügykezeléshez kapcsolódó adat-, rekord-, iratkezelési és archiválási ismeretek. A közigazgatásban használatos adatbázisok jogosultságkezelése, naplózása és adatbiztonsága. A hallgatók készségszintű ismereteket szereznek az elektronikus dokumentum- és iratkezelés, az adatbázisok területén, elektronikus közigazgatási példákon keresztül.
**A tantárgy részletes tematikája:** Dokumentumok fajtái, iratkezelési formák osztályozása, használata. Az elektronikus dokumentum- és tartalomkezelés kialakulása, fejlődése, az elektronikus dokumentumok típusai. Az e-dokumentum- és tartalom/rekordkezelő rendszerek alapjai. A rendszerek típusai, dokumentumkezelés és rekordkezelés; aláírás és hitelesítés, időbélyegző. E-dokumentumkezelő rendszerek (részegységek, dokumentumtár, irattartó struktúra, osztályozás, indexelés, lekérdezés és visszakeresés, auditálás). Elektronikus rekordkezelő rendszerek (adattár, irattartó struktúra, osztályozás, indexelés, metaadatok, lekérdezés és visszakeresés, auditálás, biztonság, rekordok fizikai kezelése). Szabványok, jogszabályi háttér (rekordkezelési szabványok, törvények, rendeletek, pl. adatvédelem, személyiségi jogok, információszabadság, elektronikus rekordkezelés, egészségügyi adatok kezelése). Rekordkezelő rendszerek tervezésének és megvalósításának alapelvei (üzleti tevékenység elemzése, követelmény-meghatározás, rekordkezelési funkciók összegyűjtése, a rendszer tervezése, megvalósítása, értékelése). E-dokumentumtípusok létrehozása, kezelése (felhasználói szervezeti igények felmérése, a szükséges dokumentumtípusok definiálása, a metaadatok struktúrájának kialakítása, a lekérdezési és visszakeresési módszerek kidolgozása, adatbázisok jogosultságkezelése, naplózása és adatbiztonsága). Könyvtárstruktúra (a típuskiválasztás szempontjai, többszintű struktúrák). Lekérdezési és visszakeresési módszerek (keresés tartalom alapján, egyszerű és összetett keresési módszerek, az eredmények megjelenítése, rendszeres lekérdezések, beszámolók generálása). Munkafolyamatok integrálása (folyamatok elemzése, az integráció módjának megtervezése, levelek/e-levelek elektronikus kezelése, osztályozása, indexelése, papír alapú anyagok beolvasása, szétosztása, archiválása stb.). Felhasználói interfészek, mobil használat (felhasználói felületek, tervezési szempontok, metaadatok megjelenítése navigáció, keresés). Az e-dokumentum- és tartalomkezelés alkalmazási területei (Vállalati rendszerek, közigazgatás, kormányzat, önkormányzat, könyvtárak, levéltárak, oktatási intézmények, múzeumok, egészségügy, egyesületek stb.). Az e-dokumentum- és tartalomkezelés alkalmazása az elektronikus közigazgatásban.

## Szolgáltatásorientált rendszerintegráció

(VIIIM196, szemeszter: őszi 1., tavaszi 3., 3/0/1/v/5kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése**: A közigazgatásban világszerte előtérbe kerül az ügyfélcentrikus, szolgáltatás szemléletű működés, amelyik az internet bázisán helyi és időbeli korlátozások nélkül elérhető, egységes ügyintézési felületet kínál az állampolgároknak. Ugyanez az infrastruktúra az üzleti és állami szféra

határterületén működő alapvető közszolgáltatásokkal (energia, távközlés, pénzügyek) kapcsolatos elektronikus ügyintézésre is lehetőséget kínál. Az egységes, integrált szolgáltatások több önálló szervezet heterogén platformon működő, szemantikailag sem egységes informatikai rendszerének összekapcsolását és együttműködését igénylik. A tantárgy az erre irányuló fejlesztések feladatainak, folyamatainak megértéséhez, az abban való közreműködéshez szükséges informatikai és szervezési ismeretek átadását és készségek kialakítását célozza.
**A tantárgy részletes tematikája:** Integrált szolgáltatások kialakításának tipikus követelményei. Adottságok (jogszabályok, szervezet, szervezeti kultúra, felhasználói elvárások, meglévő rendszerek, infrastruktúra, erőforrás-keretek), funkcionális és nem funkcionális követelmények. Az interoperabilitás problémaköre. Szervezeti, szemantikai, szintaktikai szintű egységesítés, szabványok. Szolgáltatásorientált architektúrák. Lazán csatolt együttműködés web-szolgáltatásokkal. WS-* szabványok. WSDL. Magasabb szintű funkciók: felügyelet, folyamatmenedzsment. Perzisztencia-követelmény. Biztonságos kommunikáció kialakítása (MQ rendszerek). Szolgáltatási sín (ESB). SOA keretrendszerek tipikus funkciói, példák néhány szállító rendszereiből. Fejlesztési módszerek és környezetek. Modell alapú fejlesztés SOA-ra. Formális folyamatleírás előállítása szabályzatokból. BPEL leírások. Konzisztencia-vizsgálatok folyamatrendszeren. WS implementációk UML-WSDL alapján. Üzembe állítás és üzemeltetés feladatai. Átállás működés közben. Szabályozott SOA. SOA projektek menedzsmentje. Időtávok, iteratív fejlesztés, spirál modell. Zachman Framework és más menedzsment keretek. SOA roadmap. Példák a magyar e-közigazgatás aktuális feladataiból.

## Szolgáltatások hálózatbiztonsága

(VITMM197, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/1/v/5kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgy célja átfogó elméleti és gyakorlati ismereteket nyújtani a közigazgatásban és közszolgáltatásban használt, menedzselt bérelt vonali hálózatok biztonsága körében. A tantárgy bemutatja azon eszközök, módszerek elméletét és gyakorlatát, amelyek segítségével egy hálózat vagy szolgáltatás biztonságossá tervezhető. A tantárgy kitér a kommunikáció titkosítására, hitelesítésére, integritásának védelmére, a hamisítás megakadályozására, a hozzáférés- és szolgálatmegtagadás elleni védelemre.
**A tantárgy részletes tematikája:** A tantárgy felépítése, fogalmi rendszere. A kormányzati gerincháló, mint speciális menedzselt bérelt vonali hálózat felépítése, védelme, üzemeltetési kérdései. A hálózat szolgáltatásainak biztonsági kérdései és a fenyegetések vizsgálati módszerei. Hitelesítési szolgáltatások: módszerek és technológiák, hitelesítő központok. Extensible Authentication Protocol (EAP) különböző módszerei. IEEE 802.1x szabvány az adatkapcsolati port hitelesítésére. A RADIUS szolgáltatás. A 802.1X, EAP és RADIUS együttműködése. RADIUS proxy. A Diameter szolgáltatás. Üzenetváltás, együttműködés más protokollokkal, skálázhatóság, jogosultságkezelés. Biztonságos virtuális magánhálózatok, biztonságos összeköttetés a hálózati rétegek adatkapcsolati és hálózati szintjén. Szolgáltatások biztonságos elhelyezése az alhálózatokban. Tűzfalas védelem a hálózat határain és a végpontokon. Csomagszűrő tűzfalak és proxy tűzfalak. Csapda rendszerek és behatolás-jelző rendszerek (IDS). Botnet hálózatok és elosztott szolgálatmegtagadás támadás. Nemzetközi együttműködés a hálózatvédelemben. A webszolgáltatás támadásainak fajtái és védekezés a támadások ellen. Web-alapú közigazgatási rendszerek biztonsági kérdései. Ügyfélazonosítás, adatbázisok védelme, jogosultságok kiosztása, beállítása, ellenőrzése. Illetéktelen hozzáférés megakadályozása. Levelezés és a levelezést biztosító infrastruktúra védelme. Biztonságos levelezési módszerek. Titkosítás és digitális aláírás használata. Levelezés szűrése, védekezés vírusok és SPAM ellen. Adathalászat elleni védelem. VoIP szolgáltatás és rendszerek védelme. VoIP átjárók használata és védelme. VoIP átjárás tűzfalakon. A VoIP kapcsolat titkosítása és hitelesítése. Szerverek és végpontok védelme. Sebezhetőség, sérülékenység felmérése, etikus hackelés. Házirendek kialakítása és érvényesítése. Végpontok csatlakozásának szabályozása. Vezetéknélküli hálózatok szolgáltatásainak biztonsága. Az Egységes digitális rádiórendszer specialitásai. Vezetéknélküli hálózatokban alkalmazott biztonsági architektúrák és protokollok. Hozzáférés-vezérlés, hitelesítés és titkosítás vezetéknélküli hálózatokban.

## Vezetői és csoportmunka rendszerek

(VITMM198, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/1/v/5kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése**: A hallgató képes legyen az igazgatási és közszolgáltatási feladatok csoportos megoldására, illetve a legjobb megoldás kiválasztására (döntéshozói helyzetben). A képzést az alkalmazás-orientált szemlélet jellemzi döntéselméleti alátámasztással. A szemeszter végére a hallgatók megismerik a döntéselmélet egyéni, csoportos módszereit és a laborgyakorlatok révén a felkészültségük lehetővé teszi közigazgatási alkalmazását.
**A tantárgy részletes tematikája:** Munka- és döntéshozatali folyamatok az igazgatásban, államháztartási rendszerekben. Nemzetközi intézményi és EU döntéselőkészítési folyamatok. Döntési helyzetek, vezetői illetve csoportos döntések. Gazdaságpolitikai, stratégiai, taktikai (operatív) döntések. Herbert Simon elmélet: Korlátozott racionalitás, rosszul strukturált problémák. Brain storming, Delphi módszer, nominális csoport módszer. Döntési konferencia. Kooperatív és nem-kooperatív döntési helyzetek. Döntési folyamatok jellemző hibái. Workflow szervezés, információs folyamatok szervezése. Önkormányzatok, polgármesteri hivatalok, egészségügyi- és igazságügyi intézmények, oktatási és közművelődési intézmények információkezelése. Üzleti folyamatmenedzsment (BPM), tudásbázis építés vállalati és közszférában. Csoportmunka eszközök, projekt menedzsment eszközök, Web 2.0 technológiák. Adatkonferencia, közös erőforrás kezelés, csoportos döntés-előkészítés, döntések informatikai támogatása, értékelési rendszerek, hatásvizsgálatok. Video- és hangkonferencia megoldások. Távmunka és mobil együttműködést támogató technológiák. Közös, osztott, integrált dokumentumtárak és kezelésük. Információáramlás biztosítása. Hiányos információn alapuló vezetői döntések, Dempster–Shafer elmélet. Csoportszervezet, együttműködési problémák, közösségi értékrendek, kulturális problémák kezelése, konfliktus-kezelés. Auditálás. Minőségbiztosítás csoportmunkák esetében. Krízis-kezelés. Időmenedzsment. Trend-előrejelzés, jövőorientált technológia elemzés, szcenárió-építés különböző módszerei és cselekvési terv készítés. Szimulációs eszközök. Szakértői rendszerek. Szabály alapú következtető rendszerek. Eset alapú következtetés. Közigazgatási és közszolgáltatási szervezetek közötti IT-támogatott alkalmazások. Közszolgáltatási szektorban felmerülő életszerű problémák megoldásával kapcsolatos csoportos feladatok.

## Önálló laboratórium 1.

(VITMM298, szemeszter: őszi 0., tavaszi 1., 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgyban a hallgatók komplex gazdaságinformatikai feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Az oktatási időszak első hetében a hallgatók választanak a meghirdetett konkrét témákból, vagy témacsoportokból. Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá, rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Önálló laboratórium 2.

(VITMM384, szemeszter: őszi 1., tavaszi 2., 0/0/4/f/6 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgyban a hallgatók jellemzően, de nem kötelezően, folytatják az előző félévben elkezdett komplex gazdaságinformatikai feladat megoldását. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Diplomatervezés 1.

(VITMM299, szemeszter: őszi 2., tavaszi 3., 0/5/0/f/10, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolnia, hogy önálló gazdaságinformatikusi munkára alkalmas, ismeri, és alkalmazni tudja a munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. Az első félév programja irodalomkutatás, megoldási alternatívák feltárása, a modell felállítása és/vagy a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.
**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
Egy-egy diplomaterv témája gazdasághoz kapcsolódó informatikai probléma megoldását célozza meg, különös tekintettel a közös tantárgyak és a specializációk által lefedett területekre. Például, de nem kizárólag: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és

konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Diplomatervezés 2

(VITMM385, szemeszter: őszi 3., tavaszi 4., 0/10/0/f/20, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolni, hogy alkalmas gazdaságinformatikusi problémák önálló megoldására, a modell ill. a rendszerterv részletes kibontásával / megvalósításával igazolja, hogy ismeri, és alkalmazni tudja az informatikusi munkamódszereket, rendelkezik gazdasági szemléletmóddal, képes a választott megoldást értékelni, elemezni és következtetéseket levonni.
**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat. A diplomatervben a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Szakmai gyakorlat

(VITMM330, összesen 240 óra, 0/17/0/a/0 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák a gazdasághoz kapcsolódó új informatikai rendszerek és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által

meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.
**A tantárgy részletes tematikája:** A gyakorlat során a tanszékek, illetve a gazdálkodó szervezetek által meghatározott, részletesen specifikált feladatot kell megoldani. A gyakorlat négy hét (húsz munkanap) kiméretű, melyet az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül lehet teljesíteni. A lehetséges helyszínekre alapvetően az oktatási intézmény tesz javaslatot. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók. A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul.

## IV.4.4 Gazdasági elemző informatika specializáció (TMIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Gazdasági elemző informatika**
*(Specialization of Analytical Business Intelligence)*
**2. MSc szak:** gazdaságinformatikus
**3. A specializációfelelős tanszék:** Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
**4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Simon Csaba egyetemi docens

**5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:**
A specializáció mögött álló csoport a NiSIS (Nature-inspired Information Systems), a természetes intelligencia modelljeire épülő fejlett információs rendszereket kutatja. 2007-ben az idősoros adatbányászati versenyben is díjat nyertek az USA-ban rendezett KDD (Knowledge Discovery and Data Mining) konferencián. Közvetlen információs kapcsolat alakult ki a North Carolina State University, Institute of Analitics-szel is.

**6. A megszerezhető kompetenciák:**
A specializáció az üzleti intelligencia különböző felhasználási területeiről nyújt széles körben alkalmazható ismereteket a hallgatóknak. A tananyag fókuszában a nagy és komplex, elsősorban az üzleti alkalmazásokban előforduló adathalmazok feldolgozása áll.

A tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | | Tantárgykód |
|---|---|---|
| Üzleti és pénzügyi elemzés | (angol nyelven) | VITMM102 |
| Ügyfélanalitika | (angol nyelven) | VITMM199 |
| Trendelemzés és vizualizáció | (angol nyelven) | VITMM246 |
| Média- és szövegbányászat | (angol nyelven) | VITMM275 |
| Kockázatelemzés és –kezelés | (angol nyelven) | VIHIM277 |
| Önálló laboratórium 1 | | VITMM376 |
| Önálló laboratórium 2 | | VITMM388 |
| Diplomatervezés 1 | | VITMM377 |
| Diplomatervezés 2 | | VITMM389 |
| Szakmai gyakorlat | | VITMM378 |

### Üzleti és pénzügyi elemzés

(VITMM102, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/0/0/v/4 kredit, TMIT)
(korábban GT35M403, GTK PT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy általános célja a vállalatok külső értékelésének elméleti megalapozása, és az erre épülő befektetési tevékenység támogatása. Ezen belül speciális témák: az értékpapírok megítélése kockázat- és megtérülés számítások alapján, portfolió elmélet. Az üzleti életben gyakran felmerülő esetek, befektetési és hitelezési szituációk és a felmerülő pénzügyi kockázatok elemzése, az irreális, és túlzottan kockázatos tranzakciós felismerése, ajánlatokat, az elfogadható kompromisszumok megtalálása.
**A tantárgy részletes tematikája:** Vállalati mutatók a vállalat értékének és kockázatának megállapításához, vállalati tőkebevonás lehetséges formái, fedezeti stratégiák, hitel-árazás és hiteligény-értékelés, hitelek értékelő pontozása (scoring), árfolyamkockázatok, hitelfelvételi kockázatok. Pénzügyi viselkedéstan: befektetői magatartások jellemzői, nem pénzügyi befektetések jellemzői és kockázatai, pénzügyi befektetések, értékpapírok fajtái, értékpapír-piacok, pénzügyi piacok, értékpapír árazás, árkosár módszer, árfolyam előrejelzések. Kockázat megragadása, kockázat és hozam összefüggései, kockázat szétterítés, hozamkalkulálás, értékpapír és portfolió kiválasztás a várható megtérülések alapján,

értékpapír-piacok jellemzői, megtérülés előrejelzése, portfolió elmélet, opciók és hatásuk, értékpapírok- és portfolióválogatás és elemzés. Kamatozó értékpapírok elemzése, állami kötvények, ország-kockázat és infláció értékelése, vállalati kötvények árazása, eszköz-kosaras értékpapírok árazása. Csődök előrejelzése pénzügyi modellekkel, komplex és adat-intenzív problémák feldolgozása és modellezése. Üzleti esetpéldák: beruházási számítások magas hitel-aránnyal; működő cég bevezetése a tőzsdére; nyugdíj-előtakarékosság; vállalati kötvénykibocsátás.

## Ügyfélanalitika

(VITMM199, szemeszter: őszi 1., tavaszi 1., 3/0/1/v/5 kredit, TMIT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatókat bevezesse az ügyféladatok elemzésének elméleti és gyakorlati módszertanába. Kiemelten fontosnak tartja az üzleti környezet ügyfélorientált adatelemzési gyakorlata kapcsán az elemzési szemlélet átadását, az adatbányászati algoritmusok használatának átfogó megértését. A tantárgy keretében a hallgatók megismerkedhetnek az ügyfélanalitika módszertani környezetével és a támogató szoftverek körével. A tantárgy tematikája kéthetes ciklusokból épül fel, ahol három elméleti óra keretében megismerkedhetnek az adott terület fogalmaival és módszereivel, majd ezt követően ezt a tudást egy gyakorlat során mélyíthetik el.
**A tantárgy részletes tematikája:** Távközlési adatok adatbányászata. A témakör keretében a távközlési cégeknél leggyakrabban előforduló, ügyfélközpontú adatelemzési feladatokat tekintjük át. A gyakorlat keretében valós távközlési adatokon mutatjuk be egy lemorzsolódás előrejelző modell felépítését. Webes adatok elemzése. A témakör a webes adatbányász speciális kihívásait tekinti át. A gyakorlat keretében egy valós webáruház weblogjain végzett elemzéseket mutatunk be. Pénzügyi adatok elemzése. A témakör keretében a pénzügyi (banki, biztosítói) cégeknél előforduló adatelemzési feladatok kerülnek bemutatása. A gyakorlat keretében valós banki adatokon ismerkedhetnek meg a hallgatók a hitelbírálati elemzések témakörével. További témakörök: a fentiek mellett számos ügyfélközpontú terület kerül bemutatásra mind elméletben, mind gyakorlat keretében. Úgymint ajánlattevő rendszerek, csalásdetektálás, ügyfélérték számítás, kampány-optimalizáció, kapcsolati hálók elemzése.

## Trendelemzés és vizualizáció

(VITMM246, szemeszter: őszi 1., tavaszi 3., 3/0/1/v/5 kredit, TMIT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** Trendelemzések bemutatása idősor alapú problémáknál. Előrejelzési feladatok megoldásához szükséges problémakörök feltérképezése és gyakorlatban használható megoldások vizsgálata. Ipari szabványos eszközökkel elérhető támogatás kiaknázása. Megvilágítani és értelmezni a megjelenítésben rejlő lehetséges többlettudás visszaforgatásának módjait egy elemzés adatelőkészítési és modellalkotási fázisaiba.
**A tantárgy részletes tematikája:** Megjelenítő elemzés: indoklási technikák elemzéssel, adat-reprezentáció és transzformációk, ábrás és képi megjelenítés, interakciós technikák, általánosított többdimenziós skálázás, érzékelési térkép, üzleti döntés térkép (BDM). Előrejelzési problémák: idősorok, adatminőség, értelmezés, reziduumok, modellek, paraméterek, adatforrások, választás alternatív vetítési technikák közt, előzetes kiválasztási kritériumok. Exponenciális előrejelzés: illesztés mozgó átlagokkal, egyedi exponenciális illszetés, exponenciális, mozgó átlagú illesztések összehasonlítása, exponenciális illesztés. Trend és szezonalitás: ANOVA model, hozzájárulás a trendhez, időszaki hatások, reziduumok. Adatelőkészítés: linearitás, normalizálás, nagy eltérések. Regresszió: model építése, görbe, lineáris model, legkiesbb négyzetek módszere, normális regresszió, becslési technikák, eredmények értelmezése: az R-négyzetes -, a t-, az F-, a D_W statisztikák, az előrejelzés pontossága, maradék. Szokatlan értékek: robosztusság biztosítása korrelációban és regresszós elemzésben, időszaki igazítás, a mozgó átlaghoz igazító módszer, időszaki igazítás ellenálló simítófüggvényekkel. Technológiai előretekintés: a számszerű előrejelzés és az előretekintés különbségei, nem mérhető trendek, minőségi változások, sikerkritériumok,

témameghatározás, jelenlegi helyzet, folyamatban levő projektek, várható fejlődés, trendek megjelenítése ábrákkal, képekkel. Felhasználási terület előretekintése: témameghatározás, lényegkiemelés, hajtóerő elemzés, hatásbecslés, bizonytalanság, szcenárió készítés, alternative szcenáriók, jövőképek megjelenítése, illusztrációk.Technológiai radar: innovációs hírözön, hírfigyelés szelekció, alkalmazható technpológiák, szakmai blog, technológiai radar, virtuális közösségépítés, játékok felhasználása tudásösszesítéshez. Stratégia készítés: áttekinő jövőkép és alternatív szcenáriók elemzése, cél-választás szempontjai és szabadságfoka, hajtóerő-befolyásolási lehetőségek, költségek és kockázatok, stratégia készítés vissz-irányú szcenárió elemzéssel. Összefoglalás: Trendelemzés, előretekintés és vizualizáció felhasználhatósága. Laborgyakorlatok: Exponenciális illesztések, trend és szezonalitás, nagy eltérések kezelése, regressziós példa, szezonális analízis, hallgatók előretekintő prezentációi, előre kisorsolt téma feldolgozása alapján.

## Média- és szövegbányászat

(VITMM275, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/1/v/5 kredit, TMIT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatók bevezetése a tartalom- és információkereső szolgáltatások világába a szövegfeldolgozástól a médiafolyamokig. A hallgatók megismerik a szöveg- és médiakeresési technikákat, elsajátítják a médiaelemzési módszereket és képesek lesznek döntéseket hozni vállalati keresőrendszerek, médiatartalom-kezelő rendszerek kialakításánál. A hallgató megismeri a szöveg- és médiakeresési technikákat, elsajátítja a médiaelemzési módszereket és képes lesz döntéseket hozni vállalati keresőrendszerek, médiatartalom-kezelő rendszerek kialakításánál.
**A tantárgy részletes tematikája:** Metaadatrendszerek és –szabványok. Feladattípusok a média- és szövegbányászatban. Keresés, osztályozás, klaszterezés, előrejelzés és ezek kombinációi. Média- és szöveganalízis módszerei, keresési technikák, indexelés, rangsorolási eljárások. Szózsák modell. Keresés a weben, webbányászat, hírfigyelés és annak gazdasági jelentősége. PageRank, webgráf módszerek, HITS, Boole-keresés, súlyozási sémák (tf-idf), koszinusz távolság. A problématér redukciója, jellemző kinyerő és jellemző kiválasztó technikák. Chi-négyzeten, sajátértéken alapuló módszerek, független komponens analízis (ICA). Médiaosztályozás képekre, videókra. Előfeldolgozás, diszkretizálás. Médiaosztályozás típusai, módszerei. Szöveganalízis. Szótövező algoritmusok, Porter, Lovins szótövezők. Nyelvdetektálás, nyelvfüggőség. Felszíni és mély szintaktikai elemzés. Szófaj-meghatározás. Szintaxis fát, illetve függőségi gráfokat generáló elemzők. Stanford eszközök. Szövegosztályozás típusai, módszerei. C4.5, C5.0, Random Forest módszer. Automatikus szövegfeldolgozás a kis és nagyvállalatoknál, ügyfélszolgálati tevékenység. Média- és szövegklaszterezés. Relációkinyerés szövegből. A relációkinyerés jellemző megközelítései: együttes előfordulás, mintaillesztéses módszerek, felügyelt gépi tanulási módszerek. Strukturális információt figyelembevevő kernelek felhasználása gépi tanulókban relációkinyerésnél. Gazdasági hírek gyűjtése, információkinyerés a hírekből. Hierarchikus taxonómia rendszerek, keresés katalógusban, tezaurusz. Folkszonómia, módszerek több felhasználó számára. Fogalombányászat, annotálás. Véleményanalízis, mint a piackutatás modern eszköze. CBIR (Context-Based Image Retrieval), egyszerű képfeldolgozó eljárások. Éldetektálás, vékonyítás, szkeletonizáció. Kép és idősor-leképezési eljárások. Médiaindexelés. Valószínűségi modellek a video- és hangkeresésben, rejtett Markov-modellek alkalmazása. Vállalati keresőrendszerek kidolgozása, marketing alkalmazások, online média alkalmazások. Gazdaságinformatikai alkalmazások.

## Kockázatelemzés és - kezelés

(VIHIM277, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/1/v/5 kredit, HIT)

A tantárgy csak angol nyelven indul

**A tantárgy célkitűzése:** Átfogó ismeretek adása a jövendő döntéshozóknak a jelenleg használatban lévő kockázat analízis és kockázat menedzselő stratégiákról A tantárgy elsősorban az üzleti gyakorlatban előforduló legfontosabb kockázati problémák azonosítására, illetve azok kezelésére, elkerülésére

összepontosít. A hallgató gyakorlatot szerez a kockázatelemzésben és kockázatfeltárásban; valamint képessé válik kockázatkezelési stratégia tervezésére.
**A tantárgy részletes tematikája:** Hibajelenségek, veszélyes elemek és források azonosítása. Kockázati indikátor felállítása, kulcskockázati tényezők azonosítása. Kockázatjelentési terv készítése, akcióterv hozzárendelés, kockázatcsökkentés és elfedési technikák. Hibafa analízis. A hibához vezető minimális vágási halmazok. Kockázati valószínűségi modellek. Kockázati mértékek definíciója és hagyományos számítási módszerei. Mintavételezési technikák a kockázat meghatározásában. Li- Sylvester becslés, Monte Carlo módszerek. Fontossági mintavételezés, korrelált mintavételezés. Csoportosított mintavételezés. Adaptív approximáció, ritka események szimulációja. Farokeloszlás-becslési módszerek. Viselkedés-szimuláció, kockázat-analízis algoritmikus eszközei. Varianciacsökkentés és finomhangolás. Szimuláció eredményeinek értékelési problémái. Optimalizálási feladatok, szcenárió-analízis, szcenárióval súlyozott várható kockázat Cox arányos hiba elve. Epizódok fogalma, epizódfeltárás és azonosítási eljárások, tesztelési tervek, stressz teszt. Kockázatbecslési modellek és eljárások. Megbízhatóság valószínűségi modelljei, túlélési függvények, életciklus-eloszlási függvény, hazárd (mortalitási) függvények, halmozott hazárdok. Esetfüggő következtetési és hibamodell alapú kockázatbecslési modellek.

## Önálló laboratórium 1.

(VITMM376, szemeszter: őszi 0., tavaszi 1., 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgyban a hallgatók komplex gazdaságinformatikai feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Az oktatási időszak első hetében a hallgatók választanak a meghirdetett konkrét témákból, vagy témacsoportokból. Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá, rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Önálló laboratórium 2.

(VITMM388, szemeszter: őszi 1., tavaszi 2., 0/0/4/f/6 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgyban a hallgatók jellemzően, de nem kötelezően, folytatják az előző félévben elkezdett komplex gazdaságinformatikai feladat megoldását. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a

modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Diplomatervezés 1.

(VITMM377, szemeszter: őszi 2., tavaszi 3., 0/5/0/f/10, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolnia, hogy önálló gazdaságinformatikusi munkára alkalmas, ismeri, és alkalmazni tudja a munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. Az első félév programja irodalomkutatás, megoldási alternatívák feltárása, a modell felállítása és/vagy a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.

**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.

Egy-egy diplomaterv témája gazdasághoz kapcsolódó informatikai probléma megoldását célozza meg, különös tekintettel a közös tantárgyak és a specializációk által lefedett területekre. Például, de nem kizárólag: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.

Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a

diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Diplomatervezés 2

(VITMM389, szemeszter: őszi 3., tavaszi 4., 0/10/0/f/20, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolni, hogy alkalmas gazdaságinformatikusi problémák önálló megoldására, a modell ill. a rendszerterv részletes kibontásával / megvalósításával igazolja, hogy ismeri, és alkalmazni tudja az informatikusi munkamódszereket, rendelkezik gazdasági szemléletmóddal, képes a választott megoldást értékelni, elemezni és következtetéseket levonni.
**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat. A diplomatervben a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Szakmai gyakorlat

(VITMM378, összesen 240 óra, 0/17/0/a/0 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák a gazdasághoz kapcsolódó új informatikai rendszerek és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.
**A tantárgy részletes tematikája:** A gyakorlat során a tanszékek, illetve a gazdálkodó szervezetek által meghatározott, részletesen specifikált feladatot kell megoldani. A gyakorlat négy hét (húsz munkanap) kiméretű, melyet az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül lehet teljesíteni. A lehetséges helyszínekre alapvetően az oktatási intézmény tesz javaslatot. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók. A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul.

## IV.4.5 Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment specializáció (MIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment**
*(Specialization of Service Science Management and Engineering)*
**2. MSc szak:** gazdaságinformatikus
**3. A specializációfelelős tanszék:** Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
**4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Pataricza András egyetemi tanár

**5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:**
A specializáció mögött álló iskola oktatói – tudományos tevékenységük révén – vezető szerepet töltenek be számos magyar és nemzetközi konferencia programbizottságában. Pannon, Compaq, HP, ill. IBM ösztöndíjakkal rendelkeznek, valamint az IBM Center of Advanced Studies Budapest akadémiai irányítói. A csoport tagjai az EU 6. és 7. keretprogramjának DECOS, HIDENETS, SENSORIA, Resist, SafeDMI, DIANA, MoGenTes, AMBER, GENESYS, SecureChange, e-Freight projektjeiben működnek közre, valamint számos ipari projektet vezettek a szoftverfejlesztés és szolgáltatásintegráció területén.

**6. A megszerezhető kompetenciák:**
A specializáció célkitűzése a szolgáltatások informatikai eszközökkel történő támogatására való felkészítés a gazdaságinformatika speciális eszköztárának bemutatásával.

A tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Üzleti IT rendszerek modellezése | VIMIM290 |
| Tudásalapú szolgáltatások | VIMIM291 |
| Szolgáltatásorientált rendszerintegráció | VIIIM196 |
| Folyamatmenedzsment megoldások SOA környezetben | VIAUM292 |
| Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment a gyakorlatban | VIMIM293 |
| Önálló laboratórium 1 | VIMIM379 |
| Önálló laboratórium 2 | VIMIM390 |
| Diplomatervezés 1 | VIMIM380 |
| Diplomatervezés 2 | VIMIM391 |
| Szakmai gyakorlat | VIMIM381 |

### Üzleti IT rendszerek modellezése

(VIMIM290, szemeszter: őszi 0., tavaszi 2., 3/0/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a gazdaságinformatikai rendszerek tervezési folyamatát, az üzleti alkalmazások és az azokat kiszolgáló informatikai infrastruktúra tervezését és méretezést tárgyalja modellalapú megközelítésben. A hallgatók megismerik a helyességbizonyítás, teljesítményanalízis és szolgáltatásbiztonság alapfogalmait és megjelenésüket a modellezésben. A modellezéshez kapcsolódó gyakorlati méretezési és (gazdasági és informatikai jellegű) méréstechnikai feladatokban jártasságot szereznek. A tantárgy általános modellezési paradigmák mellett a gazdasági rendszerekben alkalmazott szakterületspecifikus modellezési nyelveket is ismerteti.
**A tantárgy részletes tematikája:** Modellezési alapok: Fogalomkészlet, matematikai alapok, adatfolyam hálók, scenárió leírók. Bonyolultságkezelés, hierarchikus modellezés, absztrakció. Nyílt és zárthurkú modellek. Eseményorientált szimulációs motorok. Modellezési nyelvek. Általános célú nyelvek: UML. Alkalmazási terület specifikus nyelvek. Üzleti folyamat szabványok. Kapcsolat az implementációval. Web alapú rendszerek. Modell alapú fejlesztés a gyakorlatban: a SENSORIA megközelítés. Üzleti ontológiák, alkalmazások és adatok leírása. Üzleti folyamatok fokozatos fejlesztése, hierarchikus tervezés. Minőségi analízis: Helyességellenőrzés. Környezet modellezése. Felhasználói viselkedés gráf és származtatása az UML alapú korai tervekből. A vizsgálatok célkitűzése. logikai helyesség. Alapvető vizsgálatok.

Kivételkezelés. Szolgáltatásbiztonság. Autorizációs sémák. Robosztusság. Kvalitatív hibamodellezés. FMEA. Katasztrófaelhárítás tervezésének támogatása. A minőségi analízis eszközei. Szimulációs vizsgálatok. Modell ellenőrzés. Mennyiségi analízis: teljesítménybecslés. mért és származtatott jellemzők: Példa:teljesítménymérés és üzleti metrikák. Kísérlettervezés, sokparaméteres megjelenítés eszközei. Szimuláció végrehajtás. Maximális átbocsátóképesség meghatározása. Szűk keresztmetszet keresése. Érzékenységvizsgálatok. Kapacitástervezési metodika. Konfigurációparaméterek becslése. Elemi és kompozit benchmarkok. Virtualizált megoldások jellemzése. Terhelésmodellek: naplók, Zipf törvény, teszt mérések. What-if analízis: konstrukció javítása, terhelésugrás Mennyiségi analízis: a szolgáltatásbiztonság fogalmai üzleti folyamat alapú rendszerekben. Üzleti folyamatmodell és SLA alapján szolgáltatásbiztonsági jellemzők meghatározása. BPEL alapú folyamatok ellenőrzése, kooperáló folyamatok ellenőrzése. Robosztus üzleti folyamatok tervezése adatfolyamhálók használatával. Üzleti folyamatok ontológia alapú ellenőrzése. Összefoglaló esettanulmány.

## Tudásalapú szolgáltatások

(VIMIM291, szemeszter: őszi 1., tavaszi 1., 3/0/1/v/5 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Elosztott számítógépes környezetekben (internet, intranet) bőséges információ áll rendelkezésre számos területre vonatkozóan. Ezen adatok, ismeretek integrálása, kombinálása kiszélesíti az információs rendszerek szolgáltatásainak körét, újfajta alkalmazások megvalósítását teszi lehetővé. A tantárgy célkitűzése megismertetni a hallgatókat elosztott információs bázisok (adatbázisok, XML dokumentumok, szöveg korpuszok) integrálásának, az elérhető információk kinyerésének módszereivel.
**A tantárgy részletes tematikája:** Bevezetés, Elosztott információs környezetek, Információ integrálás módszerei. Virtuális adatintegráció technikái, Adattárház rendszerek, Információ kinyerés adattárházakból, Interneten elérhető információk integrálása, A szemantikus web koncepció, Adatbányászat és szövegbányászat, Tanulás információ integrációs rendszerekben, Alkalmazási területek bemutatása: Virtuális elektronikus piactér rendszerek, Adatintegráció nagyvállalati információs rendszerekben Korszerű webes keresőrendszerek. Információ kivonatolás webes forrásokból.

## Szolgáltatásorientált rendszerintegráció

(VIIIM196, szemeszter: őszi 1., tavaszi 3., 3/0/1/v/5kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A közigazgatásban világszerte előtérbe kerül az ügyfélcentrikus, szolgáltatás szemléletű működés, amelyik az internet bázisán helyi és időbeli korlátozások nélkül elérhető, egységes ügyintézési felületet kínál az állampolgároknak. Ugyanez az infrastruktúra az üzleti és állami szféra határterületén működő alapvető közszolgáltatásokkal (energia, távközlés, pénzügyek) kapcsolatos elektronikus ügyintézésre is lehetőséget kínál. Az egységes, integrált szolgáltatások több önálló szervezet heterogén platformon működő, szemantikailag sem egységes informatikai rendszerének összekapcsolását és együttműködését igénylik. A tantárgy az erre irányuló fejlesztések feladatainak, folyamatainak megértéséhez, az abban való közreműködéshez szükséges informatikai és szervezési ismeretek átadását és készségek kialakítását célozza.
**A tantárgy részletes tematikája:** Integrált szolgáltatások kialakításának tipikus követelményei. Adottságok (jogszabályok, szervezet, szervezeti kultúra, felhasználói elvárások, meglévő rendszerek, infrastruktúra, erőforrás-keretek), funkcionális és nem funkcionális követelmények. Az interoperabilitás problémaköre. Szervezeti, szemantikai, szintaktikai szintű egységesítés, szabványok. Szolgáltatásorientált architektúrák. Lazán csatolt együttműködés web-szolgáltatásokkal. WS-* szabványok. WSDL. Magasabb szintű funkciók: felügyelet, folyamatmenedzsment. Perzisztencia-követelmény. Biztonságos kommunikáció kialakítása (MQ rendszerek). Szolgáltatási sín (ESB). SOA keretrendszerek tipikus funkciói, példák néhány szállító rendszereiből. Fejlesztési módszerek és környezetek. Modell alapú fejlesztés SOA-ra. Formális folyamatleírás előállítása szabályzatokból. BPEL leírások. Konzisztencia-vizsgálatok folyamatrendszeren. WS implementációk UML-WSDL alapján. Üzembe állítás és üzemeltetés feladatai. Átállás működés közben. Szabályozott SOA. SOA projektek

menedzsmentje. Időtávok, iteratív fejlesztés, spirál modell. Zachman Framework és más menedzsment keretek. SOA roadmap. Példák a magyar e-közigazgatás aktuális feladataiból.

## Folyamatmenedzsment megoldások SOA környezetben

(VIAUM292, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/1/v/5 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A SOA (Szolgáltatás Orientált Architektúra) paradigma új kihívások elé állítja az informatikusokat, rendszer- és folyamatszervezőket egyaránt. A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókat a SOA-val és a hozzá kapcsolódó szervezési, technikai irányelvekkel, megoldásokkal. Az előadások érintik a terület üzleti, integrációs kihívásait, s kiemelten tárgyalja a SOA alapú folyamat-menedzsment megoldásokat, továbbá kitér az üzemeltetés, felügyelet kérdéseire is. Az órák keretében a hallgatók számára lehetőség nyílik az előadás anyagának gyakorlati alkalmazására korszerű fejlesztőeszközök segítségével.
**A tantárgy részletes tematikája:** A nagyvállalati IT sajátosságai. Az IT architektúra evolúciója. Az üzleti oldal elvárásai. SOA alapelvek, kapcsolódó szabványok. A SOA alkalmazása kis- és középvállalkozásoknál. Integrációs kihívások, szervezési és technológiai aspektusok. Adatintegráció, tartalomintegráció lehetséges megoldásai. Webszolgáltatások, WS-* szabványok. Alkalmazásintegráció aszinkron üzenetkezelő rendszerek segítségével. Kommunikációs modellek. Laza csatolás. Üzenetek felépítése. Tranzakciókezelés. Egy tipikus üzenetkezelő rendszer architektúrája. Az Enterprise Service Bus (ESB) mint architekturális tervezési minta. Egy demonstratív példa bemutatása. Felületi integráció vállalati portálokkal. Portál keretrendszerek, szabványok, fejlesztés. Interakciós szolgáltatások. Kollaboráció, csoportmunka támogatás. Az üzleti folyamatmenedzsment informatikai támogatása, módszertana, eszközei, szintjei. Szimuláció, analízis, optimalizáció. Workflow rendszerek alaptípusai. Workflow minták (perspektívák, vezérlés). A Business Process Execution Language szabvány elemei. Partnerek, változók, korreláció, hibakezelés, kompenzáció, aktivitások. Gyakorlati példák. BPEL és humán taszkok. Erőforrás hozzárendelés. Kiterjesztett humán lépés minták. Workflow implementációs megfontolások. Szabálymotorok. Service Component Architecture. Service Data Objects. Üzleti monitorozás célja, felhasználói körei. Key Performance Indicator fogalma. Monitorozást támogató infrastrukturális elemek, tipikus architektúra. Folyamatok nyomonkövetése. Naplózás elosztott környezetben. Common Base Infrastructure, események korrelációja. Biztonsági megfontolások SOA környezetben. Szerep alapú biztonság. Jogosultságok életciklusa. Identitásfederáció. Egyszeri be- és kijelentkezés az SAML szabvány segítségével. SOA kormányzás. A jól szervezett SOA kellékei. Szolgáltatástárak feladatai. A UDDI szabvány és a SOA igényei. Piaci kitekintés.

## Szolgáltatásfejlesztés és -menedzsment a gyakorlatban

(VIMIM293, szemeszter: őszi 2., tavaszi 4., 3/0/1/v/5 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A specializáció tantárgyaiban tanultak szintézise és új ismeretek elsajátítása oly módon, hogy a reálgazdaságból meghívott előadók esettanulmányokon illusztrálják az egyetemi oktatók által tartott elméleti áttekintést. Így a hallgatók gyakorlati példákon keresztül megismerik a szolgáltatásfejlesztés és menedzsment aktuális metodikáját és technológiáját, az SSME-t (Service Science, Management and Engineering).
**A tantárgy részletes tematikája:** Szolgáltatások definíciója és életciklusa, szolgáltatásfejlesztés céljai, típusai. Bevezető az SSME fogalmaiba, metodikájába. Informatikai szolgáltatásmodellek és alkalmazásaik. Elektronikus szolgáltatások a gyakorlatban. A szolgáltatások piaca. Gazdasági és pénzügyi informatika célkitűzések összekapcsolása. Követelmények felmérése, követése, priorizálása. Fokozatos rendszerfelépítési stratégiák: kiegészíthetőségre és integrációra tervezés. Műveletek gyakoriságbecslése. Kezelői betanítás, használhatósági analízis. A számítástechnikai ill. operátori teljesítmény együttes tervezése szimulációs alapokon. Működés közbeni infrastuktúrális, szolgáltatási és üzleti céloknak való megfelelés ellenőrzése mérésekkel: tervezés, előzetes becslések, mérési eredmények visszavezetése a rendszermodellbe. Naplózási tervezése, teljesítménybecslése: gazdasági, jogi, műszaki, szolgáltatásbiztonsági szempontok. Loganalízis, információkinyerés. Alkalmazásfelügyelet tervezése. Teljesítmény és szolgáltatásminőségi metrikák származtatása, Szolgáltatási Szint Szerződések (SLA) definiálása, tendereztetés és műszaki ajánlatkiértékelés. Intrastuktúratervezési

specifikációk operációs (informatikai) és szolgáltatás (gazdasági) szinten. Továbbfejlesztések modell alapú tervezése, folyamatok verziókövetése, kompatibilitása. Karbantarthatóságmenedzsment: erőforrások, elemi szolgáltatások, üzleti folyamatok, szolgáltatásbiztonság tipikus erkölcsi, gazdasági, műszaki karbantartási lépései. Műszaki, gazdasági, jogi változások követése. Konfigurációmenedzsment. Folyamat keretrendszerek és szabályozórendszerek (SOX, BASEL II, HIPAA, stb.). Üzleti rendszerek esettanulmányai: szolgáltatástervezés és integráció, méretezési és karbantartási kérdések, üzemeltetési feladatok a gyakorlatban. Üzleti rendszerek esettanulmányai: nagy IT rendszerek monitorozása és kiértékelése, rendszeroptimalizációs projektek. A Sensoria FP6 projekt szolgáltatásfejlesztési metódusa, gyakorlati példa a logisztika szolgáltatások területéről az e-Freight FP7 projekt esettanulmányaiból. Szolgáltatások bevezetése, üzleti modellek.

## Önálló laboratórium 1.

(VIMIM379, szemeszter: őszi 0., tavaszi 1., 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgyban a hallgatók komplex gazdaságinformatikai feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Az oktatási időszak első hetében a hallgatók választanak a meghirdetett konkrét témákból, vagy témacsoportokból. Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá, rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Önálló laboratórium 2.

(VIMIM390, szemeszter: őszi 1., tavaszi 2., 0/0/4/f/6 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgyban a hallgatók jellemzően, de nem kötelezően, folytatják az előző félévben elkezdett komplex gazdaságinformatikai feladat megoldását. Ennek során a gazdaságinformatikusi munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Az önálló laboratórium tantárgyak felkészítenek a diplomatervezésre, és az önálló gazdaságinformatikusi munkavégzésre.
**A tantárgy részletes tematikája:** Egy-egy feladat nagyobb részben – gazdasághoz kapcsolódó – informatikai probléma megoldását célozza meg. Főként az alábbi tématerületekről választható: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil

megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

## Diplomatervezés 1.

(VIMIM380, szemeszter: őszi 2., tavaszi 3., 0/5/0/f/10, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolnia, hogy önálló gazdaságinformatikusi munkára alkalmas, ismeri, és alkalmazni tudja a munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. Az első félév programja irodalomkutatás, megoldási alternatívák feltárása, a modell felállítása és/vagy a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.

**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.

Egy-egy diplomaterv témája gazdasághoz kapcsolódó informatikai probléma megoldását célozza meg, különös tekintettel a közös tantárgyak és a specializációk által lefedett területekre. Például, de nem kizárólag: üzleti modellezés, szakértői rendszerek, döntéstámogatás, üzletmenet-folytonosság tervezése, informatikai rendszerek fejlesztése, tudásbázis-tervezés, adat- és tudásbázis-menedzsment, formális nyelvek a modellezésben, informatikai stratégia tervezése, projekttervezés és –irányítás, szabványos fejlesztési megoldások, informatikai rendszerek újjászervezése, integrált vállalatirányítási rendszerek adaptálása, elektronikus és mobil üzletvitel, web-technológiák üzleti alkalmazása területén. Továbbá rendszerfejlesztés, vállalati/szervezeti szintű alkalmazásintegráció, intelligens elektronikus és mobil megoldások, üzletmenet-folytonosság informatikai aspektusa, IT-támogatott szervezetfejlesztés, szervezetközi alkalmazások, infokommunikációs szolgáltatások, térinformatika, integrált vállalatirányítási rendszerek, adat- és szövegbányászat, trendelemzés és vizualizáció, döntéstámogatás, fejlesztési módszertanok, adatbázis-menedzsment, folyamatmenedzsment, kockázatkezelés, változás- és konfigurációmenedzsment, alkalmazásportfolió-kezelés, mesterséges intelligencia, informatikai audit, csoportmunka támogatása.

A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.

Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Diplomatervezés 2

(VIMIM391, szemeszter: őszi 3., tavaszi 4., 0/10/0/f/20, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomázónak a diplomatervvel azt kell igazolni, hogy alkalmas gazdaságinformatikusi problémák önálló megoldására, a modell ill. a rendszerterv részletes kibontásával / megvalósításával igazolja, hogy ismeri, és alkalmazni tudja az informatikusi munkamódszereket, rendelkezik gazdasági szemléletmóddal, képes a választott megoldást értékelni, elemezni és következtetéseket levonni.
**A tantárgy részletes tematikája:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat. A diplomatervben a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.

## Szakmai gyakorlat

(VIMIM381, összesen 240 óra, 0/17/0/a/0 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák a gazdasághoz kapcsolódó új informatikai rendszerek és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.
**A tantárgy részletes tematikája:** A gyakorlat során a tanszékek, illetve a gazdálkodó szervezetek által meghatározott, részletesen specifikált feladatot kell megoldani. A gyakorlat négy hét (húsz munkanap) kiméretű, melyet az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül lehet teljesíteni. A lehetséges helyszínekre alapvetően az oktatási intézmény tesz javaslatot. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók. A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul.

## IV.5 Kötelezően választható tantárgyak

A kötelezően választható tantárgyat a hallgatók specializációjuktól függően, az alábbi táblázat szerint választhatják. A tantárgyak – kettő kivételével – más specializációk tantárgyai. A táblázat a hallgató specializációjától függően, néhány tantárgy választhatóságát tiltja, a számok a javaslat prioritását mutatják (azonos prioritáson több javaslat is szerepelhet).

| Kötelezően választható tantárgy | Neptun kód | Terhelés<br>ea/gy/lab/köv/kred | A hallgató specializációja | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Elektronikus közigazgatás és közszolgáltatások | Gazdasági elemző informatika | Pénzügyi informatika | Szolgáltatás-fejlesztés és –menedzsment | Vállalatirányítási informatika |
| | | | Javaslat a tantárgy felvételére | | | | |
| Személyes és közadatok kezelése | VIETM294 | 3/0/0/v/4 | 1. helyen | 1. helyen | 1. helyen | 1. helyen | 1. helyen |
| Mérnöki menedzsment | VITMMB03 | 4/0/0/v/4 | 1. helyen | 1. helyen | 1. helyen | 1. helyen | 1. helyen |
| Közigazgatási és közszolgáltatási rendszerek | VITMM194 | 3/0/0/v/4 | **tiltott** | 3. helyen | 3. helyen | 3. helyen | 3. helyen |
| Business and Financial Analytics (Üzleti és pénzügyi elemzés) | VITMM102 angol nyelven | 3/0/0/v/4 | 3. helyen | **tiltott** | **tiltott** | 3. helyen | 3. helyen |
| Customer Analytics (Ügyfélanalítika) | VITMM199 angol nyelven | 3/0/1/v/5 | 4. helyen | **tiltott** | 3. helyen | 4. helyen | 2. helyen |
| Trend Analysis and Visualization (Trendelemzés és vizualizáció) | VITMM246 angol nyelven | 3/0/1/v/5 | 4. helyen | **tiltott** | 4. helyen | 4. helyen | 2. helyen |
| Risk Analysis and Management (Kockázatelemzés és -kezelés) | VIHIM277 angol nyelven | 3/0/1/v/5 | 4. helyen | **tiltott** | **tiltott** | 4. helyen | 4. helyen |
| Üzleti IT rendszerek modellezése | VIMIM290 | 3/0/0/v/4 | 3. helyen | 3. helyen | 3. helyen | **tiltott** | 3. helyen |
| Szolgáltatás-orientált rendszerintegráció | VIIIM196 | 3/0/1/v/5 | **tiltott** | 4. helyen | 2. helyen | **tiltott** | 4. helyen |
| Integrált vállalatirányítási rendszerek | VIETM190 | 3/0/0/v/4 | 3. helyen | 3. helyen | 2. helyen | 3. helyen | **tiltott** |
| E-üzletvitel | VITMM103 | 3/0/0/v/4 | 3. helyen | 3. helyen | 3. helyen | 3. helyen | **tiltott** |
| Vállalatgazdaságtan | GT20M401 | 3/0/0/v/4 | 3. helyen | 3. helyen | 2. helyen | 3. helyen | **tiltott** |

A specializáció-tantárgyak leírásait ld. a megfelelő specializációknál.

## Személyes és közadatok kezelése

(VIETM294, szemeszter: őszi 2., tavaszi 1., 3/0/0/v/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** Megismertetni a hallgatókat a személyes adatok és a közérdekű adatok, valamint a közérdekből nyilvános adatok kezelésének sajátos szabályaival, e szabályok alkalmazásának informatikai támogatásával funkcionális és architekturális szinten. A hallgatók képesek lesznek közigazgatási, üzleti és nonprofit célú informatikai rendszerekben a személyes és közadatok kezelését megvalósító rendszerek értékelésére, új adatkezelő rendszerek tervezésére, működtetésére, az adatkezelési problémák feltárására, fejlesztő javaslatok megtételére.
**A tantárgy részletes tematikája:** A személyes és közadatok kezelésével kapcsolatos fogalmak meghatározása, értelmezése. A személyes adatok kezelésének nemzetközi alapelvei és érvényesítésük gyakorlati példái magyar és európai uniós környezetben. A közérdekű adatok kezelésének nemzetközi alapelvei és érvényesítésük gyakorlati példái magyar és európai uniós környezetben. A jogszerű adatkezelés pillérei: jogalap és célhozkötöttség biztosítása informatikai rendszerekben. A tájékozott hozzájárulás alaki és tartalmi kritériumai. Adatbányászat és célhozkötöttség, PPDM (Privacy Preserving Data Mining). Alapvető adatbiztonsági és kriptográfiai módszerek, anonimizáló protokollok és alkalmazási területeik áttekintése. Adatvédelmi informatika az adatkezelő oldaláról. Adatkezelések elkülönítése, jogosultságkezelés, anonimizálás, adattörlés és archiválás. Adatvédelmi informatika az adatalany oldaláról. A PET technológiák (Privacy Enhancing Technologies). Alapvető PET koncepciók és architektúrák. A felhasználó-centrikus identitáskezelés modelljei és informatikai megoldásai. PRIME, PrimeLife, private credentials. Webes szolgáltatások személyesadat-kezelési vonatkozásai, gyakorlata. Támadás és védekezés; webes privátszféra-védelem. Szolgáltató oldali privátszféra-barát megoldások. Az elektronikus személyazonosítás és ügyintézés adatvédelmi követelményei. Személyes adatokat tartalmazó adatbázisok összeköthetősége. Egyszer használatos jelszók és azonosítók, idegen azonosítás, viszontazonosítás. Egyfunkciós, többfunkciós univerzális kártyák. Központi tárolás, adatletét. A személyes adatok kezelésének speciális területei. Munkahelyi adatkezelés, direkt marketing megvalósítása hírközlési és informatikai eszközökkel. Elektronikus információszabadság. A közérdekű adatok központi elektronikus jegyzéke és az egységes közadatkereső rendszer megvalósítása és működtetése OAI (Open Archives Initiative) alapokon. A jogszabály-előkészítés, a törvényalkotás és a jogszabályok nyilvánosságának informatikai támogatása. A bírósági határozatok nyilvánosságának informatikai támogatása. A személyes és közadatok kezelésének jogszabályi és szervezeti szintű szabályozása. A belső adatvédelmi felelős feladatai. Bejelentkezés az adatvédelmi nyilvántartásba.
**Javaslat**: Minden specializáción lévő hallgató számára 1. helyen javasolt

## Mérnöki menedzsment

(VITMMB03, 4/0/0/v/4 kredit, TMIT)
A tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

**A tantárgy célkitűzése**: A tantárgy célja a villamosmérnök, mérnök- és gazdaságinformatikus, valamint egészségügyi mérnökhallgatók számára technológia- és innovációmenedzsment módszerek, üzleti stratégiák, döntési modellek ismertetése, a jellemző mérnöki vezetői szerepek, feladatok, helyzetek és eszközök bemutatása, valamint a sajátos technológiák és piac szabályozási elveinek és modelljeinek tárgyalása, életszerű példák felsorakoztatása, mindezekkel a sikeres pályakezdés elősegítése.
**A tantárgy részletes tematikája:** A mérnöki menedzsment helye, szerepe, területei. Mérnöki menedzsment a tudásgazdaságban. Az információs, kommunikációs és elektronikus média technológia (ICT) sajátosságai, mérnöki menedzsmentje. A mérnöki tevékenység menedzsment elemei és alapelvei. Vezetési helyzetek és módszerek. Stratégiai menedzsment. Üzleti stratégiatervezési módszerek. Versenystratégiák. A stratégia megvalósítása: sikertényezők, az előrehaladás követése. Szervezet menedzsment, szervezet típusok az ICT szektorban. Szervezetek életciklusa, döntési kultúrája, változtatások menedzselése. Tudásmenedzsment. Tudásmegosztás, tudásalapú rendszerek, bevezetésük egy piaci vállalatnál. A szellemi tulajdon fajtái, védelmének alapelvei, hasznosítása. Technológia menedzsment. Technológiai hajtóerő és szcenárió elemzés. Az ICT alkalmazása hatékonyabb szervezeti struktúrák kialakítására. Innováció menedzsment. A kutatás-fejlesztés és

innováció célkitűzései és folyamata. Innovációs modellek és metrikák. Minőség menedzselése, kockázatok kezelése. Innovációs lánc: egyetemi-ipari partnerségek, kormányzati szerep. Az innováció finanszírozása. Technológiai inkubátorok, start-up cégek, technológiai konzorciumok. Termékmenedzsment. A termékfejlesztés célkitűzései és folyamata. A piaci versenykörnyezet. Piacszegmentálás. A termékek életfázisai, a termék-életciklus menedzselése. A termékek árazása, piackutatási, értékesítési és értékesítés-támogatási módszerek. Üzleti folyamatok menedzselése. Folyamatok elemzése, tervezése, szabályozása. Egy távközlési szolgáltató cég informatikai rendszerének általános felépítése. A szabályozási környezet. A szabályozás célja, elvei. Versenyszabályozás, fogyasztóvédelem. A szabályozás intézményei és eljárásai, ex-ante és ex-post szabályozás. Az ICT szektor technológiai és piacszabályozásának modelljei. Az informatika, hírközlés és média konvergenciája kibontakoztatásának szabályozási feladatai. Az elektronikus hírközlő hálózatok és szolgáltatások, az informatika és a média közösségi és hazai keretszabályozása. Szolgáltatók együttműködésének szabályai. Korlátos erőforrások gazdálkodásának szabályozása, informatikabiztonság és tartalom szabályozása.

**Javaslat**: Minden specializáción lévő hallgató számára 1. helyen javasolt

## IV.6 Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 6 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

A szabadon választható tantárgyakat a képzések szakbizottságai három kategóriába sorolják: **Ajánlott** egy tantárgy, ha azt a szakbizottság a hallgató szakmai ismereteit bővítő tantárgynak ítéli. **Befogadott** egy tantárgy, ha az a hallgató általános érdeklődésére tarthat számot, de szakmailag kevésbé kapcsolódik a képzéshez. **Tiltott** egy tantárgy, ha az a képzésben szereplő tantárgyakkal a TVSz-ben megengedett mértéknél nagyobb átfedést tartalmaz, így teljesítése kredittel nem elismerhető.

A kari honlapon található, szakonként elkülönülő táblázatok és a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben található mintatanterv szabadon választható tantárgyi blokkja az ajánlott tantárgyakat tartalmazza. A befogadott tantárgyakat a Neptunban az intézményi tantárgyak között találja, a tiltott tantárgyak (egy részének) felvételét a Neptun megakadályozza.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelősével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.

# V. Mérnökinformatikus mesterszak

A képzés célja olyan mérnökök képzése, akik az informatika szakterületéhez kapcsolódó természettudományos és specifikus műszaki ismeretek magas szintű elsajátítását követően képesek új informatikai rendszerek és eszközök tervezésére, informatikai rendszerek fejlesztésére és integrálására, az informatikai célú kutatásifejlesztési feladatok ellátására, koordinálására, tanulmányaik PhD képzés keretében való folytatására.

**Felvétel a mérnökinformatikus mesterszakra:** a mesterképzésbe történő belépés előzményeként elfogadott szak a mérnökinformatikus alapképzési (BSc) szak. A mesterfokú diplomához a mintatantervben szereplő kreditek megszerzésén felül szükséges, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek – felsőoktatási törvényben meghatározott – összevetése alapján elismerhető legyen legalább 80 kredit a korábbi tanulmányai szerint az alábbi ismeretkörökben:

| | |
|---|---|
| *természettudományos ismeretek*<br>analízis, algebra, valószínűségszámítás, matematikai statisztika, fizika; | *20 kredit* |
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>közgazdaságtan, környezetvédelem, minőségbiztosítás, szaknyelv, társadalomtudomány; | *15 kredit* |
| *számításelméleti és programozási ismeretek*<br>számítás- és algoritmuselmélet, programnyelvek, programtervezés, szoftver technológia; | *15 kredit* |
| *számítógép ismeretek*<br>elektronika, digitális technika, mérés- és szabályozástechnika, számítógép architektúrák, operációs rendszerek, számítógépes hálózatok; | *15 kredit* |
| *információs rendszerek ismeretei*<br>adatbázis-kezelés, tudásreprezentáció, informatikai rendszerek modellezése, analízise, megvalósítása, biztonsági kérdései. | *15 kredit* |

A táblázat szerinti ismeretkörökben korábban megszerzett kreditek elismerése az előzményként elfogadott szak esetében automatikusan teljesül. Más szakokról történő jelentkezés esetében az elismerés elsősorban a következő alapdiplomával rendelkezők esetében lehetséges: gazdasági informatikus és programtervező informatikus alapképzési szakok.
A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a felsorolt ismeretkörökben legalább 40 kredittel rendelkezzen a hallgató. A hiányzó krediteket a mesterfokozat megszerzésére irányuló képzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féléven belül, a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

**A mesterképzés során megszerzendő ismeretek (120 kredit):**

| | |
|---|---|
| *természettudományos alapismeretek*<br>matematika, információelmélet, számítástudomány, számítástechnika, rendszerelmélet; | *20-30 kredit* |
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>mikroökonomia, vezetési, jogi és menedzsment ismeretek, minőségbiztosítás, ergonómia, kommunikációelmélet, műszaki tudományok kultúrtörténete, környezetvédelem; | *9-15 kredit* |
| *informatikai szakmai ismeretek*<br>komplex informatikai rendszerek fejlesztéséhez, tervezéséhez, és az ezekkel létrehozott szolgáltatásokhoz kapcsolódó átfogó elméleti ismeret, a specializációtól függően, különösen az alábbi területek valamelyikén: szoftvertervezés, hálózatok, mobil rendszerek, számítógépes grafika és képfeldolgozás, kritikus rendszerek, médiainformatika, adatbiztonság, párhuzamos rendszerek, intelligens rendszerek, számításelmélet, adatbázisok; diplomamunka (30 kredit); | *54-90 kredit* |
| *speciális ismeretek*<br>A mérnökinformatikus szakma igényeinek megfelelő szakterületeken szerezhető speciális ismeretek; | |
| *szabadon választható tantárgyak ismeretkörei* | *min. 6 kredit* |

A szak orientációja: kiegyensúlyozott (a gyakorlati jellegű ismeretátadáshoz aránya 40-60 százalék).

**Előtanulmányi rend:**
A kar által kötelezően előírt MSc előtanulmányi rend szerint

- Az egyes specializáció-tantárgyak adatlapjai előtanulmányi rend előírásokat tartalmazhatnak, elsősorban természettudományos, közös és korábbi specializáció-tantárgyakra vonatkozóan.
- Az Önálló labor 1, Önálló labor 2, Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2 tantárgyak
  - csak az adott szak MSc képzésének hallgatói számára vehetők fel,
  - csak a felsorolás sorrendjében vehetők fel, a felsorolásban őket megelőző tantárgyak kreditjeinek teljesítése után.
- A Diplomatervezés 2 tantárgy felvételének feltétele
  - a mintatantervnek megfelelően 84 kredit teljesítése,
  - Felsőbb matematika, a Közös tantárgyak és a Diplomatervezés 1 tantárgy kreditjeinek megléte.
- További előírásokat a „BME VIK MSc diplomaterv, záróvizsga, oklevél szabályzata” tartalmazhat.

**Specializálódás, specializáció váltás:**
A szakon a képzés teljes ideje alatt a hallgatók fő- és mellékspecializációkhoz kapcsolódva végzik tanulmányaikat. A specializációkra a jelentkezésüket (a választani kívánt fő és mellékspecializációk sorrendjét) még felvételük előtt, a felvételi írásbeli ill. szóbeli alkalmával kell leadniuk.
A hallgató egy alkalommal, a specializációba kerülés kezdetétől számított fél éven belül, a BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzatában meghatározott tanulmányi nyilvántartó rendszerben (TR) benyújtott kérvénnyel kérheti specializációja megváltoztatását. A kérelem elfogadása esetén a hallgató a következő félévtől kikerül az eredeti specializációról, és átkerül az általa megjelölt új specializációra (amennyiben az elindult). A specializációt váltó hallgatónak az eredeti specializáción elvégzett tantárgyai ügyében a Kari Kreditátviteli Bizottság hoz döntést.

**Szakmai gyakorlat:**
A képzés hallgatói számára a diploma megszerzésének feltétele egy legalább 6 hetes egybefüggő szakmai gyakorlat sikeres teljesítése is. A szakmai gyakorlat lehetséges időpontjait, helyszíneit, tartalmát és lebonyolításának rendjét, a kar szabályzatai határozzák meg.

# V.1 Természettudományos alapismeretek

## V.1.1 Felsőbb matematika informatikusoknak

A természettudományos alapismereteken belül 4 felsőbb matematika tantárgy jelenik meg mérnökinformatikus MSc képzés kínálatában. Ezek a matematika tantárgyak a következők:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Alkalmazott algebra és matematikai logika (TTK) | BMETE90MX57 |
| Analízis (TTK) | BMETE90MX56 |
| Rendszeroptimalizálás (SZIT) | BMEVISZMA02 |
| Sztochasztika (TTK) | BMETE90MX58 |

A felsorolt tantárgyak teljes szemeszter kiméretűek.

Mindegyik specializáció meghatározza, hogy a négy tantárgy közül melyek alapozzák meg leginkább a szakmai programjukat, így a hallgatóknak (kötelező jelleggel) a specializációjukhoz rendelt 2 teljes felsőbb matematika tantárgyat kell felvenniük a mellékelt táblázat szerint.

| Főspecializáció | Felsőbb matematika 1 (tavaszi félév) | Felsőbb matematika 2 (őszi félév) |
|---|---|---|
| Mobil és vezetéknélküli hálózatok és szolgáltatások integrációja (HIT) | Rendszeroptimalizálás | Sztochasztika |
| Internet architektúra és szolgáltatások (TMIT) | Rendszeroptimalizálás | Alkalmazott algebra és matematikai logika |
| Alkalmazott informatika (AUT) | Rendszeroptimalizálás | Alkalmazott algebra és matematikai logika |
| Kritikus rendszerek (MIT) | Rendszeroptimalizálás | Alkalmazott algebra és matematikai logika |
| Vizuális informatika (IIT) | Analízis | Alkalmazott algebra és matematikai logika |

### Alkalmazott algebra és matematikai logika

(BMETE90MX57, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, TTK MI Algebra Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** Az Algebra legintenzívebben alkalmazott területének a Lineáris algebrának és informatikai alkalmazásainak haladó tárgyalása. Ilyen alkalmazások például: a kódelméleti és kriptográfiai alkalmazások, a sztochasztikus mátrixok vizsgálata, valamint az SVD alkalmazása az információkeresési gyakorlatban. A Matematikai Logika és az Algebra szoros kapcsolatának bemutatása az állításlogika és a Boole algebrák kapcsolatának elemzésén keresztül. Tárgyaljuk ezen kapcsolat általánosítási lehetőségeit, valamint alkalmazását is. A Matematikai logika legfontosabb fogalmainak feldolgozása és a témakör néhány informatikai alkalmazásának bemutatása, úgymint: gépi bizonyítás, logikai programozás, modellalkotás a mesterséges intelligencia részére, bonyolultságelmélet. Annak bemutatása, hogy a Matematikai logika minden fontos szintje, így a nyelv, a szemantika és a bizonyításelmélet is– fontos szerephez jut az elméleti számítástudományban.
A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő minden hallgatótól elvárható, hogy:

- értse és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tárgyalt fogalmakat és ismereteket,
- a gyakorlati élet által felvetett problémákban felismerje a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit,

- legyen képes a szakirodalomra támaszkodva bővíteni az idevágó ismereteit.

**Rövid tematika:**

1. A lineáris algebra tanult fogalmainak áttekintése

Vektorterek, alterek, bázis, dimenzió. Lineáris leképezések, képtér, magtér, dimenzió tétel, műveletek lineáris leképezésekkel. Mátrixok, mint formális objektumok. Lineáris leképezések és műveleteik reprezentátálása mátrixokkal. Báziscsere. Sajátérték, sajátvektor, sajátaltér. Diagonizálás, spektrál felbontás. Mátrix hatványa.

Lineáris egyenletrendszerek diszkussziója. Megoldás Gauss eliminációval. Determináns fogalma.

2. Lineáris operátorok véges dimenziós euklídeszi terekben, normálformák

Euklideszi tér fogalma. Szimmetrikus, önadjungált, unitér, normális, projektor operátorok és mátrixaik. Jordan normálforma.

3. Szinguláris értékek szerinti felbontás (SVD)

Létezése, egyértelműsége, kapcsolata a poláris felbontással. SVD és alacsony rangú közelítések, Eckart–Young-tétel. Az SVD számítása. A módszer néhány alkalmazása (pszeudoinverz számítása, homogén lineáris egyenletrendszer megoldása, legkisebb négyzetek módszere). A QR-felbontás fogalma. Householder-tükrözések, alkalmazásuk a QR-felbontás számítására.

4.A lineáris algebra további alkalmazásairól

A lineáris algebra néhány nevezetes alkalmazása: nemnegatív és szimmetrikus mátrixok az internetes lapokat rangsoroló algoritmusokban; SVD az információkeresés gyakorlatában (vektorteres indexelés, a mögöttes szemantikájú indexelés lineáris algebrai vonatkozásai); hibajavító kódok; titokmegosztás. Főkomponens elemzés (PCA). Lineáris algebra numerikus módszerei (pl. iteratív megoldás homogén, inhomogén, túlhatározott esetekre).

5. Formális nyelv, formalizálás

Tárgynyelv-metanyelv, infix-prefix írásmód, nulladrendű-magasabbrendű nyelv, egyértelmű olvashatóság. A nyelv elemei. Formulák és kifejezések.

6. Logikai szemantika - a halmazelméletre alapozva

Struktúra, algebra, modell. Interpretáció. Az „igazság” definíciója – a halmazelméletre építve. Igazsághalmazok és tulajdonságaik. Különféle típusú modellek: állítás, elsőrendű, modális, stb. Példák mesterséges intelligenciabeli alkalmazásokra. A logikai következmény fogalom. Dedukció tétel. Nevezetes logikai ekvivalenciák. Normálformák: konjunktív, prenex, Skolem.

7. Bizonyításelmélet

Az axiomatikus módszer. Levezetési és cáfolati bizonyítási rendszerek. Hilbert rendszer, analitikus fák, rezolúció. A logikai programozásról. Elmélet fogalma. Axiomatizálhatóság, eldönthetőség, ellentmondástalanság, teljesség. Kompaktsági tétel (szintaktikai). A gépi bizonyításról.

8. A szemantika és a bizonyításelmélet kapcsolatáról (4 óra):

A logika (matematika) szemantikai és bizonyításelméleti megközelítése egyenértékű: Gödel teljességi tétele és változatai. Bizonyításelméleti fogalmak modellelméleti jellemzései, modell módszer. Egy elmélet ellentmondástalan a.cs.a ha kielégíthető. A kompaktsági tétel (szemantikai) és a végesítés fogalma.

A bizonyításelmélet korlátai: Gödel inkomplettségi és Church eldönthetetlenségi tételei. E tételek interpretációi a tudomány metodológiában. A Löwenheim-Skolem típusú tételek és jelentőségük. Kitekintés a magasabb rendű logikákra.

9. A Matematikai logika néhány további alkalmazása

Néhány bonyolultsági osztály jellemzése logikai problémákkal, Fagin tétele. A végtelen kicsiny mennyiség (infinitezimális) bevezetése egy modell konstrukció, az ultrahatvány ill. a kompaktsági tétel segítségével. A valós számfogalom bővítése: a hipervalós számok. Newton és Leibniz analízisének rekonstrukciója e fogalmak segítségével: Nem-standard analízis. A folytonosság, differenciálhatóság és integrálhatóság nem-standard definíciói.

10. Matematikai logika és az Algebra kapcsolatáról

Néhány párhuzamba állítható logikai és Boole algebrai fogalom: elmélet – szűrő, komplettség – prím, levezethető – kisebb, axiómák üres halmaza – szabad algebra, axiómák feltételezése – relativizálás, stb. A szóban forgó kapcsolat alkalmazása a valószínűségszámításban (eseményalgebrák) és hálózatok elemzésénél. Általánosítások elsőrendű logikára.

# Analízis

(BMETE90MX56, 1. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, TTK MI Analízis Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a mérnök informatikus MSc képzésben felmerülő analízis jellegű matematikai ismeretek széles körét mutatja be, alapvetően feladat- és alkalmazás-centrikus tárgyalásban. A következő témákat dolgozzuk fel: Laplace transzformáció és alkalmazásai, általánosított függvények (Fourier-transzformáció és alkalmazásai), waveletek, parciális differenciálegyenletek (elmélet, alkalmazás és numerikus módszerek), variációszámítás, irányításelmélet, numerikus optimalizálás.
A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő minden hallgatótól elvárható, hogy:

- értse és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tárgyalt fogalmakat és ismereteket,
- a gyakorlati élet által felvetett problémákban felismerje a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit.

**Rövid tematika:**

1. A Laplace-transzformáció és alkalmazásai

A transzformált értelmezési tartománya, alaptulajdonságai, elemi függvények transzformáltjai, deriválás, integrálás, konvolúció. Unicitás, inverz Laplace-transzformáció, numerikus inverzió. Lineáris differenciálegyenletek megoldása Laplace-transzformációval. Kezdeti és végérték-tétel, egységugrás, fűrészfog és négyszögjel transzformáltja. Áramkörök. A z-transzformált.

2. Általánosított függvények; Fourier-transzformáció és alkalmazásai

A disztribúcióelmélet elemei, Dirac-delta, Heaviside-függvény. Disztribúciók Laplace- és Fourier-transzformáltja. Fourier-transzformált az L2-térben, harmonikus oszcillátor. A Fourier-transzformált kapcsolata a Laplace-transzformálttal.

3. Waveletek

A harmonikus rezgés elemei (amplitúdó, frekvencia). Véges és végtelen összegre való felbontás. Jelek analízise és szintézisek problémái a Fourier-sor, transzformáció segítségével. Wavelet-sor, wavelet-transzformáció bevezetése. A wavelet-analízis feladata.
Ablak Fourier-transzformációk. Alkalmazás az időbeli és frekvencia lokalizációjára. Diszkrét és gyors Fourier-transzformáció. Folytonos wavelet-transzformációk: Waveletek transzformálásának célja és definíciója.. Rekonstruálási formulák. Frekvencia lokalizációja.Diszkrét idő-frekvencia analizálása és mintavételezése: Shannon-féle mintavételi tétel. Mintavételezés az idő-frekvencia tartományon. Az ortogonalizálás problémája.
Fizikai waveletek: Jelek és hullámok. Elektromágneses waveletek szóródása. Az elektromagnetikai hullámok atomos összeállítása. Alkalmazás radarra.

4. Parciális differenciálegyenletek elmélete, alkalmazásai és numerikus módszerei

Laplace-egyenlet, hővezetési egyenlet, hullámegyenlet. Végeselem módszer. Numerikus integrálás. Integrálegyenletek: transzport egyenlet (Fredholm féle másodfajú).

5. Variációszámítás, irányításelmélet

A variációszámítás alapfeladatai és alkalmazásaik, az Euler-Lagrange-egyenlet. Véges függvénysorokat alkalmazó numerikus módszerek.

6. Numerikus optimalizálás

Gyökkeresés és optimalizálás: Numerikus gyökkeresés nemlineáris egyenletek és egyenletrendszerek esetén (intervallumfelezési eljárás, szelőmódszer, egyszerű iteráció, Newton-módszer és változatai). Minimalizálás egy- és többdimenzióban (gradiens-alapú módszerek, konjugált irányok módszerei, Newton-módszerek, Simulated Annealing). Korlátozások melletti (constrained) optimalizálás.

# Rendszeroptimalizálás

(BMEVISZMA02, 1. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az operációkutatás és a kombinatorikus optimalizálás néhány területére nyújt bevezetést. A téma legfontosabb algoritmusainak, módszereinek és korlátainak ismertetése mellett célul tűzi ki, hogy ezek műszaki alkalmazásaiba is betekintést nyújtson. A szemeszter első felében olyan átfogó, általános módszereket mutat be, amelyek a gyakorlati élet számtalan területén eredményesen alkalmazhatónak bizonyultak. Így terítékre kerül a lineáris programozás, a matroidelmélet, a közelítő algoritmusok, valamint az ütemezési algoritmusok témaköre. A félév második felében négy

olyan műszaki esettanulmányt tárgyal, amelyek részben a fenti általános módszerek, részben a kombinatorikus szemléletű megközelítés eredményességét és hatékonyságát illusztrálják. Így betekintést nyújt a megbízható hálózatok tervezése, a villamos hálózatok klasszikus elmélete, a nagy bonyolultságú hálózatok huzalozása és a statika területén felmerülő kombinatorikus jellegű feladatokba.
A tantárgy további célja, hogy a mérnök informatikus BSc képzés Bevezetés a számításelméletbe I. és II., valamint Algoritmuselmélet című tantárgyai során korábban megszerzett ismereteket alkalmazza, elmélyítse, azok elméleti hátterét jobban megvilágítsa.
A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő minden hallgatótól elvárható, hogy:

- értse és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tárgyalt fogalmakat és ismereteket,
- a gyakorlati élet által felvetett problémákban felismerje a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit,
- példákon keresztül illusztrálni tudja a kombinatorikus optimalizálás gyakorlati alkalmazási lehetőségeit.

**Rövid tematika:**

1. Lineáris programozás

A lineáris programozás alapfeladata, megoldási módszerek, a probléma bonyolultsága. Farkas-lemma, a lineáris programozás dualitástétele. Egészértékű programozás, a feladat bonyolultsága, korlátozás és szétválasztás (Branch and Bound). Totálisan unimoduláris mátrixok és alkalmazásuk páros gráfokra, Egerváry algoritmusa, alkalmazás hálózati folyamokra.

2. Matroidelmélet

Matroidelméleti alapfogalmak (alaphalmaz, függetlenség, bázis, kör, rang). Mohó algoritmus matroidon. Dualitás, minorok, direkt összeg, összeg. Matroidelméleti algoritmusok (partíciós és metszet-algoritmusok, orákulumok). Grafikus, kografikus, reguláris, bináris és lineáris matroid fogalma, ezek kapcsolata. Bináris, reguláris és grafikus matroidok jellemzése tiltott minorokkal, Tutte tételei, Seymour tétele. A *k*-polimatroid rangfüggvény fogalma. A 2-polimatroid-matching probléma, ennek bonyolultsága.

3. Közelítő algoritmusok

Additív és relatív hibával közelítő algoritmus fogalma. Halmazfedési feladat, a Steiner-fa probléma, utazó ügynök probléma, nevezetes heurisztikák az utazó ügynök probléma euklideszi esetére. Polinomiális approximációs séma, a részösszeg probléma.

4. Ütemezési algoritmusok

Ütemezési feladatok típusai. Egygépes ütemezések, listás ütemező algoritmus párhuzamos gépek esetén, Hu algoritmusa, Coffman és Graham algoritmusa.

5. Megbízható hálózatok tervezése

Lokális élösszefüggőség és élösszefüggőségi szám fogalma. Nagamochi és Ibaraki algoritmusa, Karger algoritmusa. Minimális méretű 2-élösszefüggő, illetve 2-összefüggő részgráfok keresése, Khuller és Vishkin algoritmusa, Cheriyan és Thurimella algoritmusa. Gráfok 2-élösszefüggővé növelése, Plesnik algoritmusa.

6. Nagybonyolultságú hálózatok huzalozása

A részletes huzalozás feladata. Egyetlen pontsor huzalozása a Manhattan modellben, Gallai algoritmusa. Csatornahuzalozás 2 rétegen a megszorítás nélküli, illetve több rétegen a Manhattan modellben. Switchboxhuzalozás több rétegen. Éldiszjunkt huzalozás, Frank tétele.

7. Hálózatelméleti alkalmazások

Klasszikus villamos hálózatok egyértelmű megoldhatósága, Kirchhoff tételei. Általánosítás a transzformátorokat vagy girátorokat is tartalmazó hálózatokra, algoritmusok a feltételek ellenőrzésére. Általánosítás lineáris sokkapukat tartalmazó hálózatokra. Villamos hálózatok duálisa.

8. Statikai alkalmazások

Rúdszerkezetek merevségének vizsgálata, a probléma lineáris algebrai megfogalmazása. A rudakban ébredő erők kiszámítása, Maxwell-Cremona diagram. A generikus merevség fogalma, Laman tétele, Lovász és Yemini tétele. Síkbeli négyzetrácsok és egyszintes épületek átlós merevítése.

## Sztochasztika

(BMETE90MX58, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, TTK MI Sztochasztika Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A véletlen és a valószínűségszámítási módszerek fontos szerepet játszanak az informatikában, elsősorban a randomizált algoritmusokon keresztül. A feldolgozott anyag betekintést nyújt ebbe a világba. A hangsúlyokat a jelenségek megértetésére és az alkalmazásokra helyezzük. Széles

körben (a tantárgy témakörén kívül is) alkalmazható technikákat prezentálunk, és rávilágítunk a lehetséges alkalmazások körére. A legfontosabb célunk, hogy a hallgatóink képesek legyenek randomizált algoritmusok tervezésére, és elemzésére. Alapelv: minden egyes témához sok konkrét alkalmazást mutatunk be. Bizonyításokat többnyire csak vázlatosan prezentálunk, viszont hangsúlyt helyezünk a szemléletre.
A valószínűségszámítás és sztochasztikus folyamatok elmélete néhány haladóbb témakörének bemutatása a mérnök informatikus mesterképzésben résztvevő hallgatóknak. A hangsúlyokat a jelenségek megértetésére és az alkalmazásokra helyezzük. Széles körben (a tantárgy témakörén kívül is) alkalmazható technikákat prezentálunk, rávilágítunk más matematikai és matematikán kívüli természettudományos és műszaki területekkel való összefüggésekre. Alapelv: minden egyes témához sok konkrét példát, számolást, konkrét alkalmazást mutatunk be. Bizonyításokat többnyire csak vázlatosan prezentálunk, viszont hangsúlyt helyezünk a szemléletre és a (matematikai és egyéb) jelenségekre.
**Rövid tematika:**
1. Létezés és véletlen
Véletlent használó egzisztanciabizonyítások (az ún. Erdős-módszer) nevezetes példákon keresztül (hipergráf 2-színezése, Ramsey-gráfok, stb.), ezek algoritmikus vonatkozásai. A Turán-tétel véletlent használó bizonyítása. Derandomizálás.
2. Néhány nevezetes randomizált algoritmus elemzése
A gyorsrendezés várható lépésszáma . A Rabin—Miller-prímteszt elemzése. A Schwartz—Zippel-lemma és közvetlen alkalmazásai (Tutte-determináns, mátrixszorzás ellenőrzése). Randomizált mintaillesztés. Minimális feszítőfa számítása lineáris várható időben. Bolyongások és algoritmusok.
3. Lovász lokális lemmája
A módszer ismertetése, néhány egyszerű alkalmazása, a módszer algoritmikus változta.
4. Véletlen és bonyolultsági osztályok
Az RP és a Las Vegas nyelvosztályok, példákkal. Az IP nyelvosztály: nem izomorrf gráfok, IP=PSPACE lényeges részének a bizonyítása. Nulla ismeretű bizonyítás fogalma, példák. A BPP nyelvosztály, a BPP és a P viszonyával foglalkozó néhány eredmény vázlatos ismertetése. Az RL nyelvosztály.

5. Véletlen gráfok
Erdős-Rényi-gráfok, néhány gráftulajdonság (pl. összefüggőség) evolúciója.
Barabási-Albert-gráfok, alkalmazásuk (számítógépes-, szociális-, biológiai-) hálózatok modellezésére.
6. Valószínűségszámítási alapok ismétlése
Valószínűségi változó, eloszlásfüggvény, sűrűségfüggvény. Várható érték, szórásnégyzet, magasabb momentumok. Nevezetes eloszlások. Együttesen értelmezett valószínűségi változók, együttes eloszlás- és sűrűségfüggvény. Várható érték vektor, kovariancia mátrix, alaptulajdonságai, Cauchy-Schwarz-egyenlőtlenség. Nevezetes többdimenziós eloszlások. Sűrűségfüggvények transzformációja leképezésekkel. Többdimenziós normális eloszlás.
7. Konvergencia típusok
Sztochasztikus konvergencia fogalma és a nagy számok gyenge törvénye. L^p-beli konvergencia. Majdnem biztos konvergencia, Borel-Cantelli lemmák és a nagy számok erős törvénye. Valószínűségi eloszlások gyenge konvergenciája és határeloszlás-tételek.
8. Generátor- és karakterisztikus függvények. Alkalmazásaik: határeloszlások és nagy eltérések
Generátor függvény, alaptulajdonságai. Konvolúció és keverék-eloszlások generátor-függvénye. Alkalmazások: elágazó folyamatok, bolyongások. Karakterisztikus függvény, alaptulajdonságai. Fourier-analízis elemei, inverzió, momentum-probléma. Folytonossági tétel, következménye: határeloszlás-tételek. Nagy számok törvényei és centrális határeloszlás tétel karakterisztikus függvény módszerével. Stabilitás, stabilis eloszlások, gyenge konvergencia stabilishoz. Nagy eltérések elemei: Bernstein-egyenlőtlenség, Chernoff-korlát, Kramer-tétel.
9. Sztochasztikus folyamatok elemei: Markov-láncok és Markov-folyamatok
Mi is egy sztochasztikus folyamat? Véges állapotterű Markov-láncok, állapotok osztályozása, irreducibilitás, periódus, aperiodicitás. Lineáris algebrai eszköztár: sztochasztikus mátrixok, hatás előre (függvényekre), hatás hátra (mértékekre). Stacionárius mérték, hosszú idejű viselkedés, ergodicitás. Reverzibilis Markov-láncok, MCMC elemei. Megszámlálható állapotterű Markov-láncok: tranziencia, null-rekurrencia, pozitív rekurrencia jellemzése. Alkalmazás születési-halálozási folyamatokra, bolyongásokra (Pólya-tétel). Folytonos idejű Markov-láncok elemei: Poisson folyamat, ugrási ráták, szemléletes

jellemzés. Sztochasztikus mátrixok egy-paraméteres félcsoportja: Kolmogorov-Chapman egyenletek, infinitezimális generátor, kapcsolat mátrix-analízissel.

10. Kitekintés: válogatás a modern valószínűségszámítás problémaköreiből

Perkoláció: az alapprobléma, kapcsolat véletlen gráfokkal, alaptételek, fázisátmenet. “Kártyakeverés matematikája”: Markov-láncok konvergenciájának kérdésköre, hányszor keverjük meg a kártyacsomagot, hogy (közel) egyenletes eloszlású véletlen sorrendet kapjunk?

## V.1.2 Közös tantárgyak

A természettudományos alapismereteken belül 6 közös tantárgy jelenik meg mérnökinformatikus MSc képzés kínálatában. A közös tantárgyak a következők:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Formális módszerek | BMEVIMIMA07 |
| Információelmélet | BMEVISZMA03 |
| Nyelvek és automaták | BMEVISZMA04 |
| Szoftverarchitektúrák | BMEVIAUMA06 |
| Tömegkiszolgálás | BMEVISZMA05 |
| Adatbázisok elmélete | BMEVITMMA13 |

Minden mérnökinformatikus mesterhallgatónak a hat közös tantárgyakból hármat kell választania és elvégeznie.

### Formális módszerek

(BMEVIMIMA07, 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az informatikai rendszerek bonyolultságának és a potenciális hibák kockázatának növekedésével mindinkább követelmény az, hogy a kritikus komponensek megvalósítása bizonyítottan helyes legyen. Ennek egyik jellegzetes megoldása a formális modelleken alapuló tervezés és megvalósítás: A formális modellek analízisével vizsgálhatóvá válnak a tervezői döntések, bizonyíthatóak egyes tulajdonságok, valamint automatizálható a kódszintézis. A tantárgy áttekintést ad az informatikai rendszerek formális modelljeinek megalkotásához és analíziséhez szükséges számításelméleti háttérről, ideértve a legfontosabb matematikai leíró paradigmákat, a modellezési nyelveket, valamint a kapcsolódó analitikus és szimulációs vizsgálati módszereket. Demonstrálja ezek alkalmazását a rendszerszintű modellezés, a hardver tervezés, valamint a szoftver helyességbizonyítás és szintézis területén.
A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy:
(1) ismerik és alkalmazni tudják a különböző formális módszereket és technológiákat,
(2) képesek legyenek nem-formális rendszer leírások alapján matematikai modellt alkotni,
(3) ismerjék a különböző helyességbizonyítási technikák előnyeit és hátrányait,
(4) meg tudják különböztetni egy informatikai rendszer funkcionális és nem-funkcionális követelményeit,
(5) tisztában legyenek a formális módszereket támogató alapvető eszközökkel.

**Rövid tematika:**

- *Informatikai rendszerek minőségi analízise*
  Célkitűzés: A tantárgy összefoglaló bevezetése.
  A formális módszerek szerepe az informatikai rendszerek tervezésében: specifikáció, verifikáció, modellellenőrzés, helyességbizonyítás. A rendszerszintű modellezés. Mérnöki és formális modellek kapcsolata, modelltranszformációk.
  Gyakorlati alkalmazások: UML GRM (General Resource Model) Profile, VIATRA.
- *Formális modellek és szemantikák*
  Célkitűzés: Alapok a tantárgyban bevezetett módszerek egységes leírásához.
  Az alapszintű matematikai modellek és ezek szemantikája, a használt algoritmusok illetve protokollok egységes leírásához használt formalizmusok.
  Gyakorlati alkalmazások: PVS/SAL leíró nyelve, Microsoft Spec# specifikációs nyelv.
- *Temporális logika és modellellenőrzés*
  Célkitűzés: Követelmény-formalizálás és egy automatizált formális verifikációs technika megismertetése.
  Lineáris temporális logika (LTL). Kielégíthetőség és érvényesség. Elágazó idejű temporális logika (CTL). Kimerítő szimuláció, Kripke struktúra, LTS, KTS. Szimbolikus (BDD) és SAT alapú módszerek, tableau módszer.

Gyakorlati alkalmazások: Verilog leírás alapján hardver verifikáció.

- *Petri hálók*
  Célkitűzés: A matematikai modellezés paradigmájának megismertetése Petri hálókon keresztül.
  Struktúra, dinamikus viselkedés, állapotegyenlet, token játékok, tulajdonság modellek (elérhetőség, korlátosság, élő tulajdonság). Elérhetőségi gráf, invariánsok. Redukciós technikák. Lineáris algebra alkalmazása az analízisben. Predikátumok, diagnosztikai problémák modellezése. Színezett Petri hálók. Valósidejű elosztott alkalmazások modellezése. Gyártásautomatizálás és ütemezés.
  Gyakorlati alkalmazások: Adatbázis kezelő konzisztencia vizsgálata, protokollanalízis.
- *Állapottérképek*
  Célkitűzés: Bevezetés az informatikai rendszerek dinamikus viselkedésének modellezésébe.
  Állapottérképek szintaktikája és szemantikája. Tervezés állapottérkép alapján.
  Gyakorlati alkalmazások: Harel-féle állapottérképek és alkalmazásuk a hardver szintézisben, UML állapottérképek, szoftver forráskód generálás állapottérképek alapján.
- *Adatfolyam hálók*
  Célkitűzés: Bevezetés az üzleti folyamatok modellezésébe.
  Modellezés adatfolyam hálókkal, modellfinomítás, konzisztencia ellenőrzés. Az UML dinamikaleíró eszközei (pl. aktivitás diagram). Adatfolyam hálók alkalmazása üzleti folyamatok modellezésére és szolgáltatásbiztonságának ellenőrzésére.
  Gyakorlati alkalmazások: IBM Business Modeller, SCADE keretrendszer beágyazott rendszerek tervezéséhez.
- *Absztrakció*
  Célkitűzés: Nagyméretű rendszermodellek kezelhető méretre való transzformálása.
  Tulajdonság megőrző absztrakciók. Predikátum absztrakció. Absztrakciós technikák modellellenőrző, Petri háló, adatfolyamháló környezetben.
  Gyakorlati alkalmazás: Protokollok absztrakcióval történő formális verifikációja, diagnosztika.

## Információelmélet

(BMEVISZMA03, 2. vagy 0. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az információ továbbítása és tárolása során az információ tömörítésének és védelmének gazdaságos és biztonságos kódolási algoritmusaival foglalkozik. Bemutatja az információforrások veszteségmentes adattömörítésének elvi határait és az optimális adattömörítési eljárásokat mind ismert, mind ismeretlen forráseloszlás esetén. Tárgyalja az alapvető veszteséges forráskódolási elveket. Bemutatja a csatornakódolás alapjait, továbbá a többszörös hozzáférésű csatornák fő típusait. Megalapozza a Karon folyó doktori kutatásokat mobil távközlés témában. A tantárgy a Kódolástechnika tantárgyra épít.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy:

(1) ismerjék a változó szóhosszúságú adattömörítés elvi határait és alapvető kódjait,
(2) képesek legyenek gyakorlatban előforduló tömörítési feladatok megoldására úgy, hogy a megoldás mind a tömörítési arány, mind a kódoló, dekódoló számítási bonyolultsága szempontjából megfelelő legyen,
(3) ismerjék a veszteséges forráskódolás leggyakrabban használt technikáit,
(4) képesek legyenek egy zajos csatornán történő adatátviteli problémában megválasztani a számítási bonyolultság szempontjából megfelelő modulációs és hibajavító technikát,
(5) ismerjék a mobil távközlésben használt többszörös hozzáférési kódosztásos technikákat.

**Rövid tematika**: Üzenet változó szóhosszúságú kódolása. Egyértelmű dekódolhatóság, prefix kód. Jensen-egyenlőtlenség. McMillan-egyenlőtlenség. Kraft-egyenlőtlenség. Entrópia és tulajdonságai. Shannon-Fano-kód. Huffman-kód. Lempel-Ziv algoritmusok. Forrásentrópia. Feltételes entrópia és tulajdonságai. Stacionárius forrás változó szóhosszúságú kódolása. Markov-forrás. Forráskódolás előírt hibavalószínűséggel. Információstabilitás. Forráskódolás betűnkénti hűségkritériummal. Kölcsönös információ és tulajdonságai. Egyenletes kvantáló négyzetes hibája. Egyenletes kvantáló entrópiája. Lloyd--Max-algoritmus. Kompanderes kvantálás. Vektorkvantálás. Mintavételezés. Lineáris szűrés. Prediktív kvantálás. Lineáris becslés. Transzformációs kódolás. Bayes-döntés. Maximum likelihood. döntés bináris szimmetrikus csatorna kimenetén. Optimális detektálás. Emlékezetnélküli csatorna. Csatornakapacitás.

Fano-egyenlőtlenség. Csatornakódolási tétel megfordítása. Csatornakódolási tétel. Többszörös hozzáférésű csatornák. OR csatorna. ADDER csatorna. Ütközéses csatorna. Lassú frekvenciaugratásos csatorna. CDMA.

## Nyelvek és automaták

(BMEVISZMA04, 2. vagy 0. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Egyszerű automaták az informatikában sok helyen előfordulnak. A tantárgy az alapvető automatatípusokat mutatja be és megvizsgálja, melyik típus mire alkalmas. Az automaták vizsgálata szorosan összefonódik a formális nyelvek vizsgálatával. A tantárgy egyik célja a klasszikus automaták és a formális nyelvek közötti kapcsolatok leírása. A hallgatók megismerik azokat az elméleti alapokat, amik például a fordítóprogramok készítése során használhatóak. A Turing-gépek kapcsán megvizsgáljuk egyes elméleti és gyakorlati problémák, nyelvek algoritmikus bonyolultságát, különös tekintettel a P és NP nyelvosztályokra.
A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható:
(1) a gyakorlatban felmerülő problémák bonyolultságának felismerése,
(2) képesség a megfelelő automatatípus konstruálására,
(3) az algoritmikusan nehéz problémák felismerése.
**Rövid tematika:**

- *Véges automaták és reguláris nyelvek:*
  Célkitűzés: ismerkedés a legegyszerűbb automatatípussal és a hozzá tartozó nyelvosztállyal.
  Determinisztikus és nemdeterminisztikus véges automaták. Véges automaták determinizálása és minimalizálása. Reguláris nyelvtanok és reguláris kifejezések. Ezek ekvivalenciája a véges automatákkal. A reguláris nyelvek zártsági tulajdonságai, pumpálás mint a nem regularitás bizonyításának eszköze.
- *Veremautomaták és környezetfüggetlen nyelvek:*
  Célkitűzés: A környezetfüggetlen nyelvek vizsgálata.
  Veremautomaták definiciója. Környezetfüggetlen nyelvtanok és nyelvek, normál formák. A környezetfüggetlen nyelvtanok és a veremautomaták kapcsolata. A környezetfüggetlen nyelvek zártsági tulajdonságai, a pumpálás környezetfüggetlen változata. Determinisztikus és nem determinisztikus környezetfüggetlen nyelvek.
- *Turing-gépek, eldönthetőségi kérdések:*
  Célkitűzés: A Turing-gépek alapvető tulajdonságainak megismerése.
  Turing-gép definiciója. Eldönthetőség és felismerhetőség (rekurzív, ill. rekurzívan felsorolható nyelvek). Adott nyelvbe tartozás eldöntésének nehézsége: Turing-gépekre eldönthetetlen (univerzális nyelv), véges automatákra eldönthető (minimalizálás alkalmazása), környezetfüggetlen nyelvtanokra eldönthető (elemzők – CYK részletesen). Egyéb fontos nyelvek eldönthetősége/eldönthetetlensége (véges automaták, veremautomaták, illetve Turing-gépek ekvivalenciája, megállási probléma, stb). Turing-gépek és a 0. Chomsky nyelvosztály, lineárisan korlátolt Turing-gépek és a környezetfüggő nyelvek kapcsolata.
- *Az eldönthető nyelvek további osztályozása:*
  Célkitűzés: Az időigény és tárigény, illetve ezek kapcsolatának vizsgálata.
  Idő- és tárkorlátos Turing-gépek, a kétféle korlát közötti összefüggések. TIME, SPACE nyelvosztályok és hierarchiájuk. A P, PSPACE, EXPTIME nyelvosztályok.
- *Nemdeterminisztikus Turing-gépek és az NP-teljesség:* Az NP osztály definiciója. Az NP-teljesség fogalma, jelentősége. Alapvető NP-teljes problémák vizsgálata.
- *Kolmogorov-bonyolultság:*
  Célkitűzés: ismerkedés az információtartalmon alapuló Kolmogorov-bonyolultsággal.
  A szavak információtartalmának mérése a Kolmogorov-bonyolultsággal. Algoritmikus tömörítés és a Kolmogorov-bonyolultság. Ennek kapcsolata a véletlenszerűséggel. Az optimális tömörítés mértékének eldönthetetlensége.

# Szoftverarchitektúrák

(BMEVIAUMA06, 2. vagy 0. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, AUT)

**1. A tantárgy célkitűzése**

A tantárgy áttekinti az alkalmazások, kutatások és fejlesztések élvonalába tartozó szoftverarchitektúrákat és tárgyalja ezen architektúrák szerepét, jelentőségét az információs rendszerek fejlesztésében. A tantárgy kitekintést nyújt a jövő elosztott és nagy megbízhatóságú rendszerarchitektúráira és technológiáira. A korábban megismert objektumorientált, komponensalapú és szolgáltatásalapú architektúrákat szintézis formájában foglaljuk össze. A tantárgy kihangsúlyozza a szisztematikus szoftver-újrafelhasználhatóságot és a szoftverarchitektúrák területén folyó kutatási tevékenységek tükrében elemzi a lazán csatolt rendszerek kialakításának problémakörét, valamint az architekturális minták jelentőségét. A tantárgy egyik célkitűzése a fentiekhez kapcsolódó ismeretek rendszerezése és átadása a hallgatóságnak.

A nagyvállalati (enterprise) rendszerek fejlesztési gyakorlatában a többrétegű objektumorientált platformok (pl. Java, .NET) dominálnak. A gyakorlat bizonyítja, hogy ezek az eszközök és technológiák képesek hatékonyan támogatni alkalmazások fejlesztését, azonban a megfelelő architekturális ismeretek hiányában az implementáció során számos nehézség merül fel. A hibák és sikertelen fejlesztések törvényszerűen fakadnak abból, hogy a szoftverfejlesztők nem rendelkeznek kellően mély és széleskörű architekturális ismeretekkel. Ebben a tekintetben a tantárgy másik célkitűzése a hallgatók felkészítése nagyvállalati (enterprise) rendszerek professzionális fejlesztési feladatainak ellátására.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy

(1) Szerezzenek mély ismereteket az ismert architektúrákat illetően
(2) Ismerjék fel a tervezéshez választott rendszerarchitektúra hatását a teljes rendszerre
(3) Ismerjék a leggyakrabban használt architektúramodelleket, továbbá tudják értelmezni a megvalósított rendszerek minőségi jellemzőit
(4) Képesek legyenek a szoftverfejlesztés területén várható megoldások megismerésére és alkalmazására.
(5) Képesek legyenek egy „enterprise” alkalmazást bontani rétegekre és a különböző rétegek tervezését és megvalósítását.
(6) Adatkezelés „enterprise” rendszerekben
(7) Ismerjék a web, vastag és mobil alkalmazások kezelési technikáit
(8) Képesek legyenek elosztott objektumok interfészeinek tervezését
(9) Ismerjék a különböző szakterületekhez tartozó rendszerek üzleti logikájának tervezését és megvalósítását
(10) Tisztában legyenek az elosztott objektum alapú rendszerek elveivel.

**Rövid tematika:**

Bevezetés a szoftver architektúrák világába:

Célkitűzés: megismertetni a hallgatókkal a szoftver architektúrák tulajdonságait, jelentőségét és a megvalósított szoftverrendszerekre való hatását

Alapfogalmak. Tervezési és architekturális minták. Skálázhatóság, elosztottság, rendszerjellemzők.

Alapfeladatok a rendszerarchitektúrával kapcsolatban:

Célkitűzés: A tematikához kapcsolódó tárgyi ismeretek megszerzése

Rétegezés szerepe és a réteghatárok definiálása. Többrétegű architektúrák. Szakterület logika (domain logic) kategorizálása. Webes megjelenítés. Relációs adatbázisok kezelése. Konkurenciakezelés. Elosztási stratégiák. Teljesítmény és egyéb jellemzők.

Szoláltatás hozzáférési és konfigurációs minták:

Célkitűzés: Alapvető architektúrális minták ismertetése és illusztrálása

Objektumorientált csomagolás (Wrapper Facade). Szolgáltatások konfigurálása (Component configurator). Szolgáltatás-keretrendszerek átlátszó bővítése (Interceptor). Több interfész egységes összefogása a hatékonyság érdekében (Extenstion Interface). Egyéb minták.

Eseménykezelési minták:

Célkitűzés: Architektúrális minták ismertetése és illusztrálása

Szolgáltatáskérések szétosztása (Reactor). Aszinkron műveletek feldolgozása (Proactor). Aszinkron válaszok kezelése (Asynchronous Completion Token). Szolgáltatásinicializáció különválasztása (Acceptor-Connector). Egyéb minták.

Szinkronizációs minták:

Célkitűzés: Architektúrális minták ismertetése és illusztrálása

A hatókör felhasználása automatikus erőforrás-kezelésre(Scoped Locking). Parametrizált szinkronizálási mechanizmusok (Strategized Locking). Komponensen belüli szinkronizáció (Thread-Safe Interface). Megosztott erőforrások többszálú hozzáférése (Double-Checked Locking Optimazation).

Konkurencia kezelési minták:

Célkitűzés: Architektúrális minták ismertetése és illusztrálása

Konkurens objektumok (Active Object). Szálbiztos passzív objektumok (Monitor Object). Aszinkron és szinkron szolgáltatásfeldolgozás szétválasztása (Half Sync-Half Async). Nagy teljesítőképességű többszálú szerverek (Leader/Followers). Egyéb minták.

Integrációs megoldások:

Célkitűzés: Integrációs megoldások ismertetése és illusztrálása

Rendszerintegrációs típusok. Üzenetalapú rendszerek. Rendszermenedzsment kérdések. Integrációs minták. Egyéb minták.

Esettanulmányok:

Célkitűzés: Esettanulmányok formájában kívánjuk illusztrálni a félév során tanult anyagot.

## Tömegkiszolgálás

(BMEVISZMA05, 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az informatikai és ezen belül főleg az infokommunikációs kiszolgálási és sorbanállási rendszerek modellezésével, analízisével és tervezésével foglalkozik. Bemutatja a szükséges alapokat a sztochasztikus folyamatok területéről (Markov láncok és Poisson folyamat). Tárgyalja a közös erőforrások hatékony hasznosítását segítő mérnöki módszereket és eszközöket. Elkülönítve elemzi a rendszer üzemben tartójának és a felhasználóknak a szolgáltatásminőségi szempontjait (a sorhosszt, a kihasználtságot illetve a késleltetést). Az adatátviteli protokollok és a véletlen hozzáférés területéről vett, konkrét esettanulmányokkal szemlélteti az alapvető módszereket. Megalapozza a Karon (HSN Lab) és az Ericssonban (Traffic Lab) folyó doktori kutatást a forgalomelmélet területén. A tantárgy a Valószínűségszámítás tantárgyra épít.

A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy:

(1) ismerjék a sztochasztikus analízis alapvető módszereit,
(2) ismerjék a leggyakrabban használt szolgáltatásminőségi jellemzők meghatározásának a technikáit,
(3) ismerjék a közös erőforrás-hasznosítás alapvető elveit,
(4) képesek legyenek adatátviteli prokollok sztochasztikus analízisére,
(5) ismerjék a mobil távközlésben használt véletlen hozzáférési algoritmusokat,
(6) ismerjék a hagyományos sorbanállási modelleket és az ott használt módszereket.

**Rövid tematika:** Markov-lánc, átmenetvalószínűségek, homogenitás. Irreducibilitás, aperiodikusság. Véges állapotú Markov-láncok stabilitása. Visszatérőség. Végtelen állapotú Markov-láncok stabilitása. Gyengén stacionárius folyamat ergodicitása. Stabil Markov-lánc ergodicitása. Késleltetés várható értéke, Little-formula. Evolúciós egyenlet a sorhosszra, stabilitás. Sorhossz várható értéke. A statisztikus multiplexálás és az időosztás összehasonlítása. Prioritásos csomagkoncentrátor. Egyirányú busz. Evolúciós egyenlet a várakozási időre. Sorhossz stacionárius eloszlásának kiszámítása. Generátorfüggvény. Várakozási idő stacionárius eloszlásának kiszámítása. Késleltetésmentes csomagküldés zajos csatornán. Stop-and-Wait protokoll analízise. Go-Back-N protokoll analízise. TCP protokoll analízise. Pontfolyamat, Poisson-folyamat. Poisson-folyamat differenciálegyenletei. Poisson-folyamat generálása a szomszédos pontok távolságával. Véletlen elérés: faalgoritmus. Capetanakis-algoritmus. Gallager-algoritmus. Folytonos idejű Markov-folyamat (rátamátrix). Születési-halálozási folyamatok. Véges állapotú folytonos idejű Markov-láncok stabilitása.Veszteséges kiszolgálás. Erlang-eloszlás. M/M/1 sorhossza. M/M/1 késleltetése. M/G/1. G/M/1. G/G/1.

# Adatbázisok elmélete

(BMEVITMMA13, 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:**
(K1) Bemutatni, hogy az adatbáziskezelő-rendszerek hardver és szoftver komponenseit hogyan és miért érdemes többszörözni, hogyan épülnek fel az ilyen rendszerek, mire és milyen formában lehet ezeket használni.
(K3) Képessé tenni olyan relációs adatstruktúrák szintézisére, amelyek alkalmasak OLTP környezetben nagy hatékonyságú információs rendszerek funkcionalitásának megalapozására.
(K3) Képessé tenni olyan adatstruktúrák szintézisére, amelyek alkalmasak analitikus környezetben információs rendszerek funkcionalitásának megalapozására.
(K1) Áttekintést adni a „big data" korszak jellegzetes adatbázis-kezelési megoldásairól, elősegítve ezzel adott feladathoz legjobban illeszkedő technológia kiválasztását.
(K2) Megismertetni módszerekkel, amelyek alkalmasak arra, hogy egy adatbázis-alapú információs rendszer teljesítményét növelni lehessen.
(K1) Esettanulmányok, megvalósítási példák segítségével megmutatni, hogy a megismert technológiák hogyan jelennek meg a legkorszerűbb információfeldolgozó rendszerekben.

**Rövid tematika:**

*Adatbázis architektúrák és a párhuzamos működés*
Centralizált vs. kliens-szerver rendszerek, Párhuzamos rendszerek, IO párhuzamosítása, Inter- és intraquery párhuzamosítás, Particionálás lehetőségei, Relációs műveletek párhuzamos végrehajtása: párhuzamos keresési, rendezési, illesztési algoritmusok, Lekérdezés optimalizálás párhuzamos végrehajtás estén, SMP és MPP architektúrák, Párhuzamos működésű adatbáziskezelők tervezési kérdései, Megvalósítási példa: Oracle Exadata, Adatbáziskezelés a felhőben.

*Elosztott adatbáziskezelés*
Elosztott adatbázisok típusai, Hatékonysági megfontolások, Zárkezelési protokollok, Elosztott sorosíthatóság, Lavinamentesség biztosítása, Elosztott megegyezés: 2PC-3PC, Elosztott időbélyeges tranzakciókezelés, Csúcsok helyreállítása rendszerhibák után, Elosztott pattok kezelése.

*Extrém nagy adatmennyiségek kezelése*
A NoSQL forradalom, Google-Amazon technológiák, Skálázási kérdések, Skálázhatóság vs. erőforrások megosztása, Konzisztencia fogalmának kiterjesztése, Rendelkezésreállás, Hibatűrés, CAP tétel, NoSQL adatbáziskezelők típusai: kulcs-érték tárak, oszlopcsaládok, gráfadatbázisok, dokumentumtárak, A fontosabb megvalósítások: MongoDB, Hadoop, Cassandra.

*Adatstruktúrák tervezése ismert alkalmazásprofilhoz*

a) *Relációs struktúrák tervezése OLTP rendszerekhez*
Adatbázis kényszerek szerepe, Sématervezés dekompozícióval, Funkcionális függések tulajdonságai, Helyesség és teljesség, Armstrong axiómái, Függéshalmaz tranzitív lezártja, Attribútumhalmaz tranzitív lezártja, Minimális függéshalmaz, Veszteségmentes sémafelbontás, Függőségőrző sémafelbontás, Sématervezés adott normálformába veszteségmentes és függőségőrző sémadekompozícióval.

b) *Relációs struktúrák tervezése analitikus célokra*
Analitikus rendszerek tervezésének sajátosságai, Dimenziós modellezés, Tények és dimenziók, Egyed-kapcsolat vs. dimenziós modellezés, Adattárház busz, Dimenziós modellek készítése, Lassan változó dimenziók esete, Fizikai adatmodell tervezése.

*Memóriaalapú adatbáziskezelés*
Diszk-rezidens és memória-rezidens (IMDB) adatbáziskezelés, motivációk/trendek-előnyök/hátrányok, Megvalósítási kihívások: optimalizált adatszerkezetek, perzisztencia biztosítása, naplózás, tranzakciókezelés, Speciális indexstruktúrák IMDB-kben: B*-fa, AVL-fa, T-fa hatékonysága, Lekérdezések végrehajtása és költsége, Megvalósítási példa: Oracle TimesTen

*Analitikus célú információs rendszerek tervezése és megvalósítása*
Stratégiai adatorientált döntéstámogató rendszerek alapelvei, Építőelemek, OLAP: Drill down, roll up, slice and dice; Analitikus rendszerek implementációs technológiái, Implementációs módszertanok, ETL folyamat, Adatminőség és adattisztítás szerepe, Valósidejűség értelmezései, Technológiai megoldások a valósidejűség megvalósítására, CTF (Capture-Transform-Flow).

*Adatbáziskezelők teljesítménymérése és hangolása*
A teljesítménymérés céljai és kihívásai, Benchmarkok felállításának szabályai, ill. szabadságfokai, Adatstruktúrák és adatok, TPC-C, TPC-E, TPC-H, A hangolás szintjei, eszközei, Bevált módszerek a teljesítmény javítására. Esettanulmány.
*Szemantikus adatkezelés*
A szemistrukturált adatok sajátosságai, hatékony kezelésük lehetőségei adatbázisokban, Szemantikus elemek tárolása XML adatformátumban, XML séma, Adatreprezentáció RDF formában, Az RDF lehetőségei és korlátai, RDF sémaleíró nyelvek, Ontológia fogalma, Kapcsolat a szemantikus webbel, Szemistrukturált adatok tárolása, szemistrukturált adatbázisok.

## V.2 Gazdasági és humán ismeretek

A mérnökinformatikus MSc képzésben a gazdasági és humán ismeretek tantárgyblokkja két részből tevődik össze: egy kötelező tantárgyból (ez a 4/0/0/v/4 kiméretű Mérnöki menedzsment c. tantárgy) és a hallgatók által kötelezően választható tantárgylista további 3 x 2/0/0/f/2 kiméretű tantárgyából. A kötelezően felveendő tantárgy kari tanszék (TMIT) gondozásában van, a választható tantárgyak a Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar (GTK) valamint a Villamosmérnöki és Informatikai Kar (VIK) által kerülnek felkínálásra.

Kötelezően felveendő gazdasági és humán ismeret tantárgy:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Mérnöki menedzsment | BMEVITMMB03 |

Mind a BSc, mind az MSc képzésben szerepelnek kötelezően választható tantárgyak a gazdasági és humán ismeretek témakörében. A két tantárgylista (egyetlen tantárgy kivételével) különböző tantárgyakat tartalmaz, a hallgatók csak a saját képzési formájuknak megfelelő listából választhatnak. A mindkét listán szereplő Pénzügyi technológiák (FinTech) alapjai (BMEVITMAK50) c. tantárgy csak az egyik képzési szinten teljesíthető. A választható gazdasági és humán ismeretek tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tanszék | Tantárgykód |
|---|---|---|
| Befektetések | Pénzügyek | BMEGT35M004 |
| Érvelés, tárgyalás, meggyőzés | Filozófia- és Tudománytörténeti | BMEGT41MS01 |
| Információs társadalom joga | Üzleti Jog | BMEGT55M005 |
| Minőségmenedzsment | Menedzsment és Vállalatgazdaságtan | BMEGT20M002 |
| Projektmenedzsment | Menedzsment és Vállalatgazdaságtan | BMEGT20M400 |
| Vállalati jog | Üzleti Jog | BMEGT55M002 |
| Vezetői számvitel | Pénzügyek | BMEGT35M005 |
| Pénzügyi technológiák (FinTech) alapjai | Távközlési és Médiainformatikai | BMEVITMAK50 |

A felsorolt tantárgyak tematikái a Kar és a GTK honlapján megtalálhatók.

### Mérnöki menedzsment

(BMEVITMMB03, 4/0/0/v/4 kredit, TMIT)
A tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a villamosmérnök, mérnök- és gazdaságinformatikus, valamint egészségügyi mérnök szakok hallgatói számára technológia- és innovációmenedzsment módszerek, üzleti stratégiák, döntési modellek ismertetése, a jellemző mérnöki vezetői szerepek, feladatok, helyzetek és eszközök bemutatása, valamint a sajátos technológiák és piac szabályozási elveinek és modelljeinek tárgyalása, életszerű példák felsorakoztatása, mindezekkel a sikeres pályakezdés elősegítése.
**Rövid tematika:** Mérnöki menedzsment a tudásgazdaságban: A mérnöki menedzsment általában: helye, szerepe, területei. Az információs, kommunikációs és média technológia (ICT) sajátosságai, trendje, kihívásai és mérnöki menedzsmentje. A digitális ökoszisztéma kialakulása. A mérnöki tevékenység menedzsment elemei. A vezetői tevékenység jellegzetességei, összetevői, a sikeresség komponensei. Vezetési helyzetek és módszerek. Stratégiai menedzsment. A stratégiák felépítése és alkotóelemei. Üzleti stratégiatervezési módszerek. Versenystratégiák osztályai. Stratégiai példák: az Internet jövőképe, a

digitális üzleti stratégia. A stratégia megvalósítása: sikertényezők, az előrehaladás követése. Stratégiai irányítás és kontroll módszerei. Összetett mérnöki döntési problémák megoldása, ügyfél- és rendszerszemléletű megközelítések, a játékelmélet alkalmazása. Erőforrások tervezése, allokálása. Multiprojekt-menedzsment. Szervezet menedzsment. Szervezetek vezetése, szervezet típusok. Szervezetek életciklusa, döntési kultúrája, változtatások menedzselése. Vezetés a gyakorlatban. Vezetési stílusok és kultúrák. Mikor, hol melyik vezetési stílus a hatásos? Tudásmenedzsment. Tudásfolyamatok. Szakmai kompetencia. Tudásmegosztás. Tudásalapú rendszerek. Tudásmenedzsment rendszer bevezetése egy piaci vállalatnál. A szellemi tulajdon fajtái, védelmének alapelvei. Szabad hozzáférésű szoftverek. A szellemi tulajdon hasznosítása. Szellemi közjavak.
ICT specifikus mérnöki menedzsment: Technológia menedzsment. Technológiai tervezés, előrejelzés, transzfer, bevezetés, beépítés és váltás. Technológiai jövőkép-készítés, hajtóerő elemzés, szcenáriók összevetése. Technológia-hajtott üzleti stratégiák. Vállalati ICT funkciók. Az ICT alkalmazása: új üzleti stratégiák, globális munkafolyamatok, hatékonyabb szervezeti struktúrák kialakítása. Innováció menedzsment. A kutatás-fejlesztés és innováció célkitűzései. Innovációs modellek és metrikák. Az innovációs folyamat, a kutatás-fejlesztés és a minőség menedzselése, a kockázatok kezelése. Innovációs lánc. A K+F+I menedzsment többszintű szervezete, összekapcsolódó cselekvései. Az innováció finanszírozása. Technológiai inkubátorok, innovációs centrumok, start-up cégek, technológiai konzorciumok. Termékmenedzsment. A termékfejlesztés célkitűzései és folyamata. Az ICT termékek és szolgáltatások piaci helyzete. A piac szereplői. A piaci versenykörnyezet. Piacszegmentálás. A termékek életfázisai, a termék-életciklus menedzselése. A termékek árazása, a fogyasztók árérzékenysége. Marketing-kutatási, termékértékesítési és értékesítés-támogatási módszerek. Üzleti folyamatok menedzselése. Folyamatok elemzése, tervezése, szabályozása, javítása, átalakítása. Folyamatok fejlesztésének módszerei. Informatika a vállalati értékteremtésben. Ügyfélkapcsolatok menedzselése. Működéstámogató rendszerek. Az ellátási lánc menedzselése. Üzletmenet folytonosság menedzselése. Egy szolgáltató cég informatikai rendszerének általános felépítése.

A szabályozási környezet: Az ágazati szabályozás. A szabályozás célja, elvei általában, valamint a hálózatos ágazatokban. Versenyszabályozás, fogyasztóvédelem. A szabályozás intézményei és eljárásai, ex-ante és ex-post szabályozás. Önszabályozás, egyezmények, szabványok. Az ICT szektor technológiai és piacszabályozásának modelljei. A verseny és a digitális konvergencia kibontakoztatásának szabályozási feladatai. Az elektronikus hírközlő hálózatok és szolgáltatások, az informatika és a média közösségi és hazai keretszabályozása. Szolgáltatók együttműködésének szabályai. Korlátos erőforrások gazdálkodásának szabályozása, frekvencia- és azonosító-gazdálkodás. Adatvédelem, információbiztonság és tartalom szabályozása.

## V.3 Szakmai törzsanyag

A képzés hallgatóinak öt főspecializáció közül kell egyet elvégezniük. A főspecializációk mindegyike egy-egy szakmai területre fókuszálva ad át elméleti és gyakorlati ismereteket és alakít ki készségeket. A főspecializáció valamennyi tantárgyából meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. Valamennyi főspecializációban a témakörre alkalmazva kerülnek tárgyalásra a képzésben kötelező olyan elméleti alapok, mint rendszermodellezés, formális módszerek, adatbázis-elmélet, valamint a témakör rendszertervezési, adatbázis-tervezési, adatbiztonsági, vizualizációs (grafikai és képi) és teljesítményelemzési aspektusai.

A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált hét mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tantárgyból meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók.

### V.3.1 Alkalmazott informatika főspecializáció (AUT)

**1. A specializáció megnevezése:** Alkalmazott Informatika főspecializáció *(Applied Informatics)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** AUT
**4. Oktató tanszékek:** AUT, IIT, MIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Charaf Hassan, egyetemi tanár (AUT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A specializáció célja, hogy megismertesse a hallgatókat az élenjáró nemzetközi iskolák képviselte szoftvertechnikákkal, eszközökkel, architektúrákkal, tervezési módszerekkel és szabványos interfészekkel, melyek az információs rendszerek tervezéséhez, megvalósításához, integrációjához, dokumentálásához, teszteléséhez és karbantartásához szükségesek. A specializáció központi elemei a teljes szoftvertermékek kialakításához szükséges módszertani, adatkezelési, integrációs, üzleti logikát megvalósító technikák, valamint a felhasználói felületek kialakításának módszerei. A specializáció a szoftverrendszerek teljes spektrumát lefedi, a tantárgyak keretében elsajátított ismeretek elmélyítését a különböző témakörökhöz kapcsolódó esettanulmányok és laborok segítik.

A főspecializáció-tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Szoftverfejlesztési módszerek és paradigmák | BMEVIAUMA00 |
| Elosztott rendszerek és szakterületi modellezés | BMEVIAUMA01 |
| Szolgáltatásorientált rendszerintegráció | BMEVIIIMA04 |
| Üzleti intelligencia | BMEVIAUMA02 |
| Szoftver- és rendszerellenőrzés | BMEVIMIMA01 |
| Elosztott rendszerek laboratórium | BMEVIAUMA03 |
| Üzleti intelligencia laboratórium | BMEVIAUMB00 |

## Szoftverfejlesztési módszerek és paradigmák

(BMEVIAUMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék a szoftverfejlesztési módszertanokat, azok alkalmazási lehetőségeit és feltételeit, a tervezési és fejlesztés módszerek által igényelt és előnyben részesített gyakorlatokat és eszközöket. Cél, hogy a tantárgy elvégzésével a hallgatók jártasak legyenek a szoftverrendszerekkel kapcsolatos gyakori architekturális kérdések kezelésében és a követendő módszerek és megoldások területén is.
**Rövid tematika:** A tantárgy a szoftverfejlesztési módszertanokat, a módszertanokat és fejlesztési folyamatokat támogató technikákat és gyakorlatokat, valamint a szoftverrendszerekkel kapcsolatos architekturális elvárásokat és a megoldásokat tárgyalja. A tantárgy központ eleme a következő gondolatsor: a megfelelő módszertan kiválasztása a megrendelői igények, az üzleti és technológiai környezet alapján történik, a módszertan elvárásokat és ajánlásokat fogalmaz meg a fejlesztési módszerrel szemben, ami pedig architekturális követelményeket támaszthat.
A tantárgy gyakorlati szempontból ismerteti a szoftverfejlesztési paradigmákat, röviden áttekinti a klasszikus megközelítéseket, kiemelt szerepet kapnak az agilis fejlesztési módszerek, az agilis értékek és a megvalósítást támogató gyakorlatok. A bemutatásra kerülő kulcselemek: a tervezés különböző szintjei, a tesztvezérelt fejlesztés, valamint a folyamatos integráció.
Tárgyalásra kerülnek a modellvezérelt, a tesztvezérelt és a szakterület (domain) vezérelt tervezési és fejlesztési elvek, valamint módszerek. A tantárgy gyakorlati szempontokat szem előtt tartva ismerteti a különböző forráskódkezelési és elágaztatási stratégiákat, áttekinti a kódreview módszereket és kódmetrikai mutatókat, szemlélteti a forráskódot lefedő és a funkcionalitást ellenőrző tesztek készítésének gyakorlatát és szempontjait, bemutatja a projektmenedzsment eszközöket, a különböző fejlesztési környezetek tulajdonságait és kezelési módszereit, tárgyalja a deklaratív megoldások létjogosultságát és a kényszerek szerepét, valamint összefoglalja a dokumentálás különböző lépéseit.
Az architekturális elvárások és megoldások területén tárgyalásra kerül a deklarativitás (attribútumok, validáció, sorosítás) szerepe, a bővíthetőség létjogosultsága és lehetőségei, például az aspektusorientált módszerek, valamint a komponálhatóság és tesztelhetőség szempontjai és javasolt megoldásai.
A téma tárgyalása szimultán módon a gyakorlati, iparban is alkalmazható területekre koncentrál és azok elméleti hátterét is mélységében mutatja be.

## Elosztott rendszerek és szakterületi modellezés

(BMEVIAUMA01, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék a komponens alapú technológiákat, a middleware szolgáltatások kialakításának és használatának lépéseit, jártasak legyenek az elosztott rendszerek területén az asszinkronitás, megbízhatóság, biztonság, teljesítménymetrikák, skálázhatóság, elosztott állapotkezelés valamint monitorozás területeken.
További cél, hogy a hallgatók ismerjék a szakterületi nyelvek bevezetésével kapcsolatos döntést támogató kérdéseket, a nyelvek kialakítása során vizsgálandó szempontokat, a követendő lépéseket, a szakterületi nyelvek bevezetéséhez kapcsolódó feladatokat, valamint a nyelvek karbantartásának kérdéseit. A tantárgy elvégzésével a hallgatók átlátják és alkalmazni tudják a modellfeldolgozás eltérő lehetőségeit szoftvermodellek feldolgozására és különböző szoftvertermékek (forráskód, konfigurációs fájl, egyéb) generálására.

**Rövid tematika:** A tantárgy azokat a rendszerfejlesztési és modellezési elveket, szabványokat és technológiákat tárgyalja, amelyek ismerete egy elosztott informatikai rendszer megtervezéséhez és megvalósításához szükséges.
A tananyag ismerteti az objektum-, szoftverkomponensek fejlesztési paradigmáit, a különböző szoftverfejlesztési környezetek összehasonlítását, különös tekintettel a natív és nem natív környezetek keverési lehetőségeire. A tantárgy keretében bemutatásra kerülnek a komponens technológia alapelvei, az elosztottság különböző lehetőségei (RPC, RMI, GPB, WCF, egyéb). Tárgyalásra kerülnek a middleware szolgáltatások, a biztonság, a megbízhatóság és az aszinkronitás, az elosztott állapotkezelés,

valamint a tipikus elosztott architektúrák (pl. P2P). Ismertetésre kerülnek, az elosztott rendszerek teljesítménymetrikái, finomhangolási és skálázási lehetőségei, monitorozása és nyomonkövetése.
A tantárgy másik részében a hallgatók megismerik a szakterületi modellezés és modellvezérelt fejlesztés alapelveit: napjaink modellezési módszereit és a modellalapú fejlesztés technikáit. A kérdéskör természeténél fogva tárgyalásra kerül a szakterületi modellezés, külön kitérve a szöveges és a vizuális szakterületei nyelvekre, a tantárgy ismerteti a metamodellezést mint eszközt, tárgyalja a kényszerek szerepét, a konkrét szintaxis kialakításának módszereit, a modellek szemantikáját és szerepét, áttekinti a modellszimuláció célját és megvalósítási módjait, ismerteti a generatív modellezés és modellfeldolgozás lényegét és alkalmazási területeit, valamint alátámasztja a modellalapú megközelítések létjogosultságát az előnyei és következményei tárgyalásával.

## Szolgáltatásorientált rendszerintegráció

(BMEVIIIMA04, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatók elsajátítsák az alapjait azoknak az eljárásoknak, módszereknek, szabványoknak és felületeknek, amelyek arra szolgálnak, hogy különféle, eltérő funkciójú és technológiájú komponensek egységes, komplex informatikai rendszerré legyenek összekapcsolhatók. A hallgatók ismerni fogják azokat a nyílt szabványokat és különféle eljárásokat, melyek könnyen kezelhető informatikai rendszerek kialakítását teszik lehetővé, valamint átlátják az összetett, szolgáltatás alapú rendszerek tervezéséhez, fejlesztéséhez és üzemeltetéséhez kapcsolódó feladatokat.
**Rövid tematika:** A szolgáltatás szemléletű megoldások elterjedése folyamatos. Az internet lehetővé teszi, hogy ezen megoldások helyi illetve időbeni korlátozás nélkül folyamatosan hozzáférhetők legyenek. Ez az infrastruktúra az üzleti és az állami szféra határterületén működő alapvető közszolgáltatásokkal (energia, távközlés, pénzügyek, stb.) kapcsolatos elektronikus ügyintézésre is lehetőséget kínál. Az egységes, integrált szolgáltatások több önálló szervezet heterogén platformon működő, szemantikailag sem feltétlenül egységes informatikai rendszerének összekapcsolását és együttműködését igénylik. A tantárgy az erre irányuló fejlesztések feladatainak, folyamatainak megértéséhez, az abban való közreműködéshez szükséges informatikai és szervezési ismeretek átadását és készségek kialakítását tárgyalja. Tárgyalásra kerül a szolgáltatásorientált architektúra (SOA), a webszolgáltatások (SOAP, WSDL) és feladataik (WS-* szabványok), a REST szolgáltatások. A tantárgy ismerteti az interfészek és szolgáltatások tervezési alapelveit, a Business Process Execution Language (BPEL) és a Business Process Modeling Notation (BPMN) nyelveket, valamint a az üzleti folyamatok tervezési alapelveit. Bemutatásra kerül az üzenetkezelés (JMS és MSMQ), az Enterprise Service Bus (ESB), az emberi feladatok integrálási kérdései, a SOA rendszerek tesztelése és minőségbiztosítása, valamint a SOA rendszerek projektmenedzsmentje.

## Üzleti intelligencia

(BMEVIAUMA02, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatók olyan versenyképes tudásra tegyenek szert, melyre folyamatos igény van az ipar részéről: modern adattárház építése, üzleti intelligencia rendszer tervezése, adattovábbítás, riportok, jelentések készítése, grafikonok, dashboardok (vezérlőpultok) fejlesztése, adatvizualizáció, adatok földrajzi elemzése és megjelenítése, KPI-k feltárása és alkalmazása, illetve churn és csalásdetektálás.
**Rövid tematika:** Napjainkban a modern informatikai megoldások alkalmazásakor olyan adatbázisok és adattárak jönnek létre melyek megfelelő felhasználása és értelmezése esetén számos döntés támogatható, megoldás és munkafolyamat javítható, illetve optimalizálható. Ilyen adatbázis lehet egy egyszerű mobil alkalmazás használati statisztikája, vagy akár nagyméretű ügyviteli- vagy telekommunikációs rendszer adattárházai. Az üzleti intelligencia rendszerek bevezetésének egyik fő célja, hogy a vállatok javítsák a meglévő adataik elérhetőségét, valamint hogy azok könnyebben, gyorsabban és szélesebb körben hozzáférhetők legyenek a lehető legoptimálisabb formában.

A tantárgy gyakorlatorientáltan mutatja be az üzleti intelligencia rendszerek jellemzőit, a területen használt korszerű szoftverfejlesztési eszközökkel és alkalmazott fejlesztési módszerekkel. Először a szükséges alapfogalmak kerülnek bevezetésre: adattárházak és adatpiacok szerepe, tipikus architektúrák, adatmodellezési kérdések. Majd az üzleti intelligencia rendszerek és adattárházak építésének főbb lépései (ETL folyamat, különböző adatforrások támogatása, például mobil eszközök) kerülnek bemutatásra, továbbá a kapcsolódó tématerületek, mint például adattisztítás, zajszűrés, normalizáció, diszkretizáció, illetve az egyre inkább előtérbe kerülő CEP (Complex Event Processing) rendszerek, valamint a hatékony meta adat kezelés, illetve adatbányászati eszközök és azok alkalmazása üzleti intelligencia rendszerekben. A tantárgy részét képezik olyan modern irányok is, mint a NoSQL és big data megoldások.
A gyakorlatok keretében a hallgatók értékes tapasztalatokat szerezhetnek üzleti intelligencia rendszerek fejlesztésében.

## Szoftver- és rendszerellenőrzés

(BMEVIMIMA01, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a teljes szoftver- és rendszerfejlesztési életciklus során alkalmazható különböző ellenőrzési technikákkal. Ilyen ellenőrzési technikákra manapság már nem csak a kritikus rendszerek esetén van szükség (ahol ezek alkalmazását legtöbbször szabvány írja elő), hanem minden alkalmazás esetén elvárás, hogy jó minőségű rendszert fejlesszünk.

*Megszerezhető képességek*. A tantárgy teljesítése után a hallgatók átlátják a teljes ellenőrzési folyamatot, és tudják, hogy az egyes fejlesztési fázisokban mely technikák alkalmazása javasolt. Ismerik a különböző statikus ellenőrzési technikákat, és képesek terveket és specifikációkat ellenőrizni, valamint statikus ellenőrző eszközöket használni forráskódok átvizsgálására. Megismerik a szoftvertesztelés szintjeit és módszereit, és képesek alkalmazni a specifikáció és struktúra alapú teszttervezési technikákat. Ismerik az extrafunkcionális jellemzők ellenőrzésére használható módszereket (pl. megbízhatóság modellezése és vizsgálata). Ismerik a futásidőbeli verifikáció alkalmazási lehetőségeit.

**Rövid tematika:** Kritikus rendszerek elvárásai. Ellenőrzési módszerek helye a fejlesztési folyamatban. Statikus ellenőrzési technikák, tervek ellenőrzése, forráskód ellenőrzése. Tesztelési szintek és módszerek, specifikáció és struktúra alapú teszttervezés, teszt automatizálás. Extrafunkcionális jellemzők ellenőrzése. Futásidőbeli verifikáció.

## Elosztott rendszerek laboratórium

(BMEVIAUMA03, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja az *Elosztott rendszerek és modellezés* valamint a *Módszertani és architekturális paradigmák* tárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével.
**Rövid tematika:** Szoftverfejlesztési gyakorlatok és dokumentálás; Forráskódkezelés módszerei (forráskódkezelési és elágaztatási stratégiákat, kódreview módszerek és kódmetrikai mutatók, forráskódot lefedő és a funkcionalitást ellenőrző tesztek); Agilis szoftverfejlesztés; Tesztvezérelt fejlesztés; Projektmenedzsmenti gyakorlatok; Objektum- és szoftverkomponensek fejlesztése; Elosztott architektúrák; Szakterületi modellezés; Modellvezérelt fejlesztés.

## Üzleti intelligencia laboratórium

(BMEVIAUMB00, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja az *Üzleti intelligencia* és *Szolgáltatásorientált rendszerintegráció* tárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével.
**Rövid tematika:** Üzleti intelligencia rendszerek; BI szoftverfejlesztési eszközök és alkalmazott fejlesztési módszerek; Adattárházak, adatpiacok, adatmodellezés; Üzleti intelligencia rendszerek és adattárházak

építésé; Adattisztítás; Adatbányászati eszközök; NoSQL és big data; Szolgáltatásorientált rendszerintegráció; Üzleti folyamatok modellezése (BPEL, BPMN).

## V.3.2 Internet architektúra és szolgáltatások főspecializáció (TMIT)

**1. A specializáció megnevezése:** Internet architektúra és szolgáltatások főspecializáció *(Internet Architecture and Services)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** TMIT
**4. Oktató tanszékek:** TMIT, HIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Vidács Attila, egyetemi docens (TMIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A specializáció hallgatói az internet építőivé (Internet Architect) válhatnak: alkotó szerepet tudnak ellátni az informatikai rendszerek fejlesztésében, alkalmazásokat, szolgáltatásokat képesek létrehozni. Olyan informatikus mérnökök lesznek, akik értik az internet felépítését, működését és fejlődését. Tudásuk és átfogó szemléletük révén alkalmassá válnak vezetői feladatokra. Az Internet a Föld legkiterjedtebb műszaki alkotása, szinte valamennyi informatikai alkalmazásunk közös platformja. Az élet minden területére kiemelkedő hatással bíró, informatikai rendszer: adatközpontokat, felhő szolgáltatásokat, milliárdnyi emberi és gépi végpontot közvetítő és szervező hálózat. A mesterszakunk hallgatói a BSc tanulmányokon túllépve alkalmassá válnak komplex informatikai rendszerek kialakítására, azok működésének megértésére, akár erősen összetett szolgáltatások kialakításához szükséges fejlesztések megtervezésére, a kapcsolódó részmunkafolyamatok kialakítására, valamint az ezekhez kapcsolódó tevékenységek vezetésére. Végzettjeink képesek lesznek az internet világának folyamatait trendszerűen, összefüggéseiben átlátni, azok alapján innovatív új elképzeléseket is önállóan kidolgozni. Az internet architektúra, mint platform alapos ismeretében a mérnök hatékony, biztonságos, fenntartható szoftver alkalmazások tervezésére és megalkotására képes. Megismertetünk a hallgatókkal olyan könnyen megérthető és elsajátítható technikákat, gyakorlati célú modellezési eljárásokat, melyek gyakorlati értelmet adnak a korábban tanult elméleti ismereteknek, alapoknak. Kiemelten foglalkozunk az összetett (szoftver)rendszer/szolgáltatás-fejlesztéssel, beleértve annak tesztelhetőségét s a kívánt szolgáltatás-minőséget is. Ezen keresztül fejlődnek az összetett feladatok dekompozíciójához (részfeladatok kialakításához) és elvégzéséhez szükséges koordinációs és vezetői képességek. A specializációban átadott ismeretek érintik az internet műszaki, gazdasági, társadalmi vonatkozásait is.

A specializáció tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Az Internet ökoszisztémája és evolúciója | BMEVITMMA00 |
| Agilis hálózati szolgáltatásfejlesztés | BMEVITMMA01 |
| Felhő alapú hálózatok | BMEVITMMA02 |
| Mérnöki modellalkotás - az elmélettől a gyakorlatig | BMEVITMMA03 |
| Internet szolgáltatások és alkalmazások | BMEVITMMA04 |
| Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 1 | BMEVIHIMA04 |
| Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 2 | BMEVITMMB00 |

### Az Internet ökoszisztémája és evolúciója

(BMEVITMMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja bemutatni az Internet mint “élő” rendszer legfontosabb tulajdonságait. A tantárgy alapján a hallgató elsajátíthatja az Internet, mint folytonosan változó, összetett architektúra fejlődésének logikáját, megismerkedik annak megoldásaival, ahogyan a bonyolult, többrétegű infrastruktúrán a hálózati szolgáltatások, valamint a végponti alkalmazások (Skype, Twitter, Dropbox, stb.) kifejleszthetők és működtethetők. A műszaki/technológiai jellemzőkön túl, a tantárgy érinti a fontosabb szabályozási, üzleti és politikai ill. azokkal kapcsolatos hazai vonatkozásokat is.
**Rövid tematika:** Szolgáltatások az internet világában, szolgáltatási koncepció(k). Az internet mint szolgáltatás- illetve alkalmazásfejlesztési platform; Elosztott (hálózati) alkalmazási modellek. Ember-hálózat interakció; Hálózati szolgáltatások. Szolgáltatás konvergencia. Nyílt hálózati hozzáférés (OSA).

API koncepció, hordozható, technológia- és platformfüggetlen alkalmazások; Szolgáltatás orientált architektúra (SoA). Web szolgáltatások. Felhő alapú megoldások; Esettanulmányok; (Pl. Ustream – internetes videó streaming; Skype – p2p kommunikációs rendszer, join.me – konferencia és online közösségi szolgáltatás, Dropbox – felhő alapú tárolás, szinkronizálás és megosztás; Cubby – IoT platform as a service; ...); Intelligens szoftver ágensek. Interoperábilis gép-gép interakciók a hálózaton keresztül. Személyre szabott, kontextus-tudatos, hely- és környezetfüggő szolgáltatások. Ambiens intelligencia; intelligens felhasználói interfészek. Nomadicitás, mobilitás szolgáltatási aspektusai; Tárgyak internete (IoT). Rétegzett IoT infrastruktúra. Gép-gép kommunikáció kontra IoT. IoT szolgáltatások (IoS – Internet of Services), interakció a fizikai világgal. IoT middleware. IoT adatok gyűjtése és kezelése; Alkalmazási terület: Intelligens város, intelligens közlekedés. Esettanulmányok.

## Agilis hálózati szolgáltatásfejlesztés

(BMEVITMMA01, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Hálózati infrastruktúrát használó alkalmazások, szolgáltatások fejlesztési lépéseit mutatja be a hallgatók számára: a specifikáció értelmezését, a szolgáltatás viselkedésének szisztematikus megtervezését, a szolgáltatás funkcionalitásának és teljesítőképességének ellenőrzését. A módszertan tetszőleges alkalmazás – mint például egy távközlő hálózati szolgáltatás, egy webportál, egy szolgáltatásorientált architektúra egy vagy több komponense – fejlesztése esetén alkalmazható. A tantárgy a módszertanon felül áttekinti a tervezés, fejlesztés és tesztelés során felhasználható legfontosabb modellező nyelveket, eszközöket, metodológiákat és példákon, esettanulmányokon keresztül bevezeti azok használatába a hallgatókat.
**Rövid tematika:** Bevezetés: agilis módszertan, extrém programozás (Extreme programming), agilis metódusok, szerepek, alapelvek, sprint; Követelményelemzés, user stories, backlog, becslési technikák, prioritizálás, szabványok; Tervezés – MDD (Model Driven Development); Vezérlési folyam, vezérlési folyam leírási módszerek. Távközlésspecifikus kövelemények; Adatmodellezés, üzenetformátum tervezés; Adatspecifikációs és adatszerializációs nyelvek; Agilis fejlesztői környezet kialakítása; Implementáció, konfiguráció; Tesztelési alapelvek, alapfogalmak. Fekete doboz tesztelés; Teszt nyelvek. Teszt automatizálás; Tesztelhetőségre tervezés. Dokumentálás

## Felhő alapú hálózatok

(BMEVITMMA02, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókkal a felhő architektúrák hálózati alapjait. A tantárgy keretében bemutatjuk a felhő típusokat és szolgáltatási modelleket, a felhő alapú technológiákat és menedzselési módszereiket, elsősorban a hálózati megoldások szempontjából. Ezen belül hangsúlyos szerepet kapnak a távközlési igényeknek megfelelő, valós-idejű működést biztosító felhő alapú hálózatok követelményei, egyedi megoldásai, figyelembe véve a fő teljesítmény tényezőket. Ismertetjük a virtualizált környezetben történő hálózati infrastruktúra tervezésének módszereit és esettanulmányokon keresztül bemutatunk gyakorlati megvalósításokat.
**Rövid tematika:** Bevezetés a felhő alapú architektúrákba. A felhő architektúra háttere, kialakulása, általános jellemzői, komponensei, elkülönítése egyéb technológiáktól (pl. grid, klaszter, stb.). A felhő megoldások előnyei és kihívásai; Szolgáltatás modellek; Virtualizációs technológiák. Absztrakció, partícionálás, erőforrás felosztás, virtuális gépek, kiszolgálók. A hálózat szerepe a felhőben. Hálózat virtualizáció. Software Defined Networking. Network Function Virtualization. Data Plane Virtualization. Távközlési szolgáltatások felhővel szemben támasztott követelményei. Valós idejű működés, rendelkezésre állás, biztonságos kommunikáció, szolgáltatások izolációja, szűk keresztmetszetek, skálázhatóság. SLA menedzsment. Nyílt forráskódú rendszerek (OpenStack, CloudStack, OpenNebula). OpenStack hálózati komponens (Neutron). Dinamikus felhő hálózat építés, terhelés elosztás, VLAN, VPN. Hálózat menedzser funkciója, különböző típusai. Tervezési kérdések. Hálózati kapcsolatok optimalizálása, Floating IP, Traffic Flow. Esettanulmányok: hálózati megoldások adatközpontokban, számítási felhőkben, szolgáltatói hálózatokban.

## Mérnöki modellalkotás – az elmélettől a gyakorlatig

(BMEVITMMA03, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatók megismerkednek az infokommunikációs hálózatok legfontosabb mérnöki kihívásaival, tervezési kérdéseivel kisebb hálózatoktól kezdve a maghálózaton keresztül az Internetig. A hallgatók áttekintést kapnak a hálózatok modellezésének legfőbb technikáiról, melyeket maguk is elsajátítanak a tantárgy keretein belül. Az alkotott modelleken keresztül a hallgatók elmélyíthetik, gyakorlatban is kipróbálhatják a korábbi tanulmányaik során felhalmozott algoritmikus tudást az Internet forgalmi-, útvonal-, topológia-, és sávszélesség-tervezésén keresztül.
**Rövid tematika:**
IP forgalomtovábbítás és tömörített adatstruktúrák (IP címzési rendszer, IP forgalomtovábbítás, skálázhatósági problémák. Prefix fák tömörítése, információ-elméleti korlátok, tömörített adatstruktúrákon való keresés.)
Hatékony sávszélesség kihasználás kódolással (Hálózatok sávszélesség tervezése, multicast útvonalválasztás. Mérnöki modellek leíróerejének demonstrálása a hálózati kódolás példáján keresztül.)
Virtuális hálózatok tervezése (Fizikai hálózatok felett kialakított virtuális hálózatok gyakorlati megvalósításai - cloud computing, SDN, stb. Virtuális hálózatok hatékony erőforrás kiosztása, virtuális csomópontok és szakaszok leképezése a fizikai erőforrásokra.)
Forgalmi tervezés az Interneten (Az Internet forgalmi tervezésének alapjai. A telefonhálózatokban jól ismert egyszerű Erlang formulához hasonló összefüggés létezésének demonstrálása az Internet esetén.)
Hálózati erőforrások méretezése hálózat kalkulus segítségével (Klasszikus sorbanállás-elméleti rendszer: bejövő - aggregált forgalomból származó - csomagok, buffer, kiszolgáló egység. Hálózati kalkulus alkalmazása a korábbi bonyolult tömegkiszolgálási modellek egyszerűsítésére.)
Forgalomszabályozás az Interneten (TCP zárt hurkú szabályozásának folyadékmodellje, folytonos idejű visszacsatolt rendszerek, szabályozók. TCP és újabb verziók torlódásszabályozása, hálózat stabilitásának vizsgálata, illetve stabil működésének garantálása.

## Internet szolgáltatások és alkalmazások

(BMEVITMMA04, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatók elméletben és gyakorlatban is megismerkednek az internet szolgáltatások és alkalmazások tervezésének és létrehozásának folyamatával. Áttekintjük az alkalmazás-specifikus, a tartalom-központú és az együttműködést biztosító szolgáltatások jellemzőit, az internet mint szolgáltatás- és alkalmazásfejlesztési platform kihívásait, szolgáltatási modelljeit. Mindezt összekapcsoljuk a szolgáltatások implementálásához szükséges technológiai alapokkal és a szolgáltatásminőség kérdéseivel. Különböző alkalmazási területekről vett esettanulmányokon keresztül bemutatjuk egy internet szolgáltatás megtervezésének és megvalósításának menetét, a sikertörténetek megismerésével bepillantást nyerve technológiai megoldásokon túl a sikerrel alkalmazott üzleti modellekbe is. Az internet architektúra jellemzőit ismerő mérnök hatékony hálózati szolgáltatásokat képes fejleszteni, az elvárt szolgáltatásminőséggel. A féléves házi feladatok keretében a hallgatók a gyakorlatban is tapasztalatot szereznek a tervezési és megvalósítási ciklusról, képessé válnak új alkalmazások és szolgáltatások megalkotására.
**Rövid tematika:** Szolgáltatások az internet világában, szolgáltatási koncepció(k). Az internet mint szolgáltatás- illetve alkalmazásfejlesztési platform; Elosztott (hálózati) alkalmazási modellek. Ember-hálózat interakció; Hálózati szolgáltatások. Szolgáltatás konvergencia. Nyílt hálózati hozzáférés (OSA). API koncepció, hordozható, technológia- és platformfüggetlen alkalmazások; Szolgáltatás orientált architektúra (SoA). Web szolgáltatások. Felhő alapú megoldások; Esettanulmányok; (Pl. Ustream – internetes videó streaming; Skype – p2p kommunikációs rendszer, join.me – konferencia és online közösségi szolgáltatás, Dropbox – felhő alapú tárolás, szinkronizálás és megosztás; Cubby – IoT platform as a service; ...); Intelligens szoftver ágensek. Interoperábilis gép-gép interakciók a hálózaton keresztül. Személyre szabott, kontextus-tudatos, hely- és környezetfüggő szolgáltatások. Ambiens intelligencia; intelligens felhasználói interfészek. Nomadicitás, mobilitás szolgáltatási aspektusai; Tárgyak internete (IoT). Rétegzett IoT infrastruktúra. Gép-gép kommunikáció kontra IoT. IoT szolgáltatások (IoS – Internet

of Services), interakció a fizikai világgal. IoT middleware. IoT adatok gyűjtése és kezelése; Alkalmazási terület: Intelligens város, intelligens közlekedés. Esettanulmányok.

## Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 1

(BMEVIHIMA04, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a specializáció tárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és alátámasztása gyakorlati ismeretekkel. A rokon szakterületekben való ismeretszerzés elősegítése érdekében a tantárgy közös a Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja és az Internet architektúra és szolgáltatások főspecializációkon. Ennek keretében a mobil- valamint az Internet alapú rendszerekkel és ezekben megvalósított infokommunikációs szolgáltatásokkal kapcsolatos műszaki problémákat és azok megoldásait vizsgálják a hallgatók.
**Rövid tematika:** A laboratórium során a következő méréseket végzik el a hallgatók:

1. Az internet útvonal-választási módszerei a gyakorlatban
2. Software-Defined Networking (SDN)
3. Virtuális hálózatok
4. Peer-to-Peer rendszerek
5. Felhő (Cloud) megoldások
6. Valós Felhő rendszerek
7. MPLS vizsgálata
8. IP alapú fejlett csomagtovábbítási eljárások vizsgálata
9. Heterogén hálózatok szerkezetének demonstrálása
10. IPv6 alapú mobilitás-támogatási eljárások
11. Átviteli rétegbeli protokollok működése vezetéknélküli környezetben
12. 4G/5G hálózatok működésének vizsgálata

## Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 2

(BMEVITMMB00, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja egyrészt a specializáció elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek gyakorlati ismeretekkel történő kiegészítése, másrészt a mérnöki gyakorlatban használt eszközök és módszerek készség szintű elsajátíttatása, felkészítve ezzel a hallgatókat az Önálló Laboratórium tantárgyban, valamint a mérnöki gyakorlatban végzendő alkotó tevékenységre. A tantárgy oktatása laboratóriumi foglalkozások keretében történik, mely a tématerületet bemutató programozott "mérések"-ből áll.

**Rövid tematika:** A laboratórium során a következő méréseket végzik el a hallgatók:

1. Big Data rendszerek és technológiák hálózati vonatkozásai
2. Internet szolgáltatások fejlesztése és menedzsmentje
3. Hálózati szolgáltatások tesztelése
4. Content Centric Networking (CCN)
5. Egyutas és többutas transzport mechanizmusok
6. Érdekes matematikai módszer alkalmazása a gyakorlatban
7. Hálózati szolgáltatások rendelkezésre állása (DTR analízis)
8. Forgalmi mérések a gyakorlatban
9. Hálózati hibák hatása a QoS-re IP hálózatokban
10. SIP protokoll működésének vizsgálata
11. Szenzorhálózatok és fejlett alkalmazásaik
12. Bevezetés a kvantum kommunikációba

## V.3.3 Kritikus rendszerek főspecializáció (MIT)

**1. A specializáció megnevezése:** Kritikus rendszerek
*(Critical Systems)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** MIT
**4. Oktató tanszékek:** MIT, AUT, IIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Majzik István, egyetemi docens (MIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** Kritikus rendszerekben a rendszer hibás működése komoly üzleti vagy akár emberéletekben mérhető károkat okozhat. Biztonság-kritikus rendszerekkel találkozunk repülőgépek, autók, vasutak, gyárak, reaktorok, egészségügyi rendszerek esetén, de kiemelt jelentőségűek az üzletileg kritikus szolgáltatások számítógép infrastruktúrák, big data alkalmazások, virtualizációs és cloud platformok is. Napjainkban már e kritikus rendszerek 70-80%-át szoftveralkalmazások teszik ki. Kritikus rendszerek esetén a kiemelt minőség az elsődleges tervezési paraméter. Biztonsági szabványok által előírtan kell biztosítani a garantáltan hibamentes működést, az olcsó gyártást és a hosszútávú gazdaságos üzemeltetést. Egyetlen repülőgép sem szállhat fel, amíg a gyártó nem igazolja független bizottság előtt, hogy a 30 éves életciklus alatt nem fordulhat elő egyetlen veszélyt okozó meghibásodás sem. Egy új autó hardver architektúrájában minden megspórolt 50 cent több milliós gyártás esetén már igen komoly megtakarítás lehet, ezért kiemelt figyelmet kell fordítani a rendelkezésre álló erőforrások hatékony kihasználtságára is. A Kritikus rendszerek főspecializáció missziója, hogy olyan elit mérnökinformatikusokat képezzen ki, akik jártasak a kritikus rendszerek tervezésében, fejlesztésében, ellenőrzésében és üzemeltetésében, és bármilyen európai munkahelyen megállják a helyüket.

A specializáció tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Modell alapú rendszertervezés | BMEVIMIMA00 |
| Multiplatform szoftverfejlesztés | BMEVIAUMA04 |
| Szolgáltatásorientált rendszerintegráció | BMEVIIIMA04 |
| Szoftver- és rendszerellenőrzés | BMEVIMIMA01 |
| Kiberfizikai rendszerek | BMEVIMIMA02 |
| Kritikus rendszerek integrációja laboratórium | BMEVIMIMA03 |
| Kritikus architektúrák laboratórium | BMEVIMIMB00 |

### Modell alapú rendszertervezés

(BMEVIMIMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Napjainkra a modell alapú szoftver- és rendszertervezés az informatika számos területén (pl. autóipar, repülőgépipar, üzleti folyamatok) tekinthető az egyik vezető fejlesztési módszertannak. A magasszintű, precíz, szabványos és szakterület-specifikus modellek megalkotásával és ellenőrzésével a tervezés korai fázisaiban kiszűrhető számos ellentmondás és tervezési hiba, melyek egy kódcentrikus fejlesztési folyamat esetében csak a tesztelés során deríthetők fel. Modellszimulációk segítségével előzetesen megbecsülhető a rendszer várható teljesítménye, megbízhatósága vagy rendelkezésre állása is. Automatikus kódgenerátorok és modelltranszformációk segítségével pedig automatizálhatóvá válik az implementáció számos kritikus lépése, mint a forráskód, a konfigurációs leírók vagy a dokumentáció elkészítése.

A hatékony modellalapú tervezéshez elengedhetetlenek a modern, egyedi tervező- és ellenőrzőeszközök is, ezért a tantárgy bemutatja azok kifejlesztéséhez szükséges alaptechnológiákat, többek között a szakterület specifikus modellezési nyelvek, modell-lekérdezések és transzformációk, és kódgenerátorok

tervezési technológiáit. Betekintést ad továbbá a modell alapú tervezés fejlesztési módszertanának legfontosabb kérdéseibe is.

*Megszerezhető képességek*. A tantárgy célja, hogy egy szoftverfejlesztési házi feladat tervezésén és implementációján keresztül egyszerre mutassa be a modell alapú módszerek alapjait, az ipari környezetben használatos technológiákat és a kapcsolódó tervezési módszertanokat. Ennek keretében a hallgatók részletesen megismerik
(1) a kritikus rendszerek tervezésének komplex feladataival és módszereivel (platform modellezés, hibatűrő tervezési minták, allokáció, ütemezés, optimalizáció, szolgáltatásbiztonsági paraméterek),
(2) az ezt támogató szakterület-specifikus tervezőeszközök fejlesztési alapjaival (metamodellezés, grafikus és szöveges nyelvek, nézetek, nézőpontok),
(3) az automatizálást támogató modell alapú módszereket és technológiákat (modell-lekérdezése, modelltranszformációk, kódgenerátorok) valamint,
(4) a modell alapú fejlesztési folyamat során használt főbb elvekkel.

A tantárgy elvégzésével a hallgatók olyan ismeretekre tesznek szert, amelyek segítségével képesek lesznek egy komplex informatikai rendszer projekt modell alapú tervezésére továbbá az egyes lépések hiányzó automatizált eszköztámogatásának a kifejlesztésére is.

**Rövid tematika:** Modellezési nyelvek tervezése és technológiái (Metamodellezés és tervezési szabályok). Modell alapú módszerek (automatikus modell-lekérdezések és transzformációk. kódgenerátorok, eszközintegráció, kollaboratív modellezés; modellkönyvtárak). Kritikus rendszertervezés (Funkcionális és platform modellezés. Architekturális tervezési minták. Erőforrás partícionálás. Redundancia és hibatűrés. Esemény és idővezérelt rendszerek. Tervezési tér felderítés; Konfigurációtervezés). Modell alapú fejlesztési folyamat (Modell menedzsment; költségbecslés. Agilis MDE).

## Multiplatform szoftverfejlesztés

(BMEVIAUMA04, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a multiplatform szoftverfejlesztés módszereinek gyakorlatorientált bemutatása.
A hallgatók megismerkednek a modern C++ nyelv és a HTML5/JavaScript alapú technológiák felhasználásával a cross-platform alkalmazásfejlesztés során. Bemutatásra kerülnek a C++ 11 újdonságainak gyakorlati előnyei, a felhasználói felület megvalósításának módszerei és a különböző platformokkal való alacsonyszintű együttműködés technikái. Mélységeiben tárgyalja a HTML5, a CSS3 és a modern JavaScript alkalmazásfejlesztést könnyítő újdonságait. Kiemelt hangsúlyt kapnak a napjainkban népszerű önálló mobilkliensek és a nagyméretű rendszerek fejlesztésének kérdései.
**Rövid tematika**: A multiplatform fejlesztés előnyei, hátrányai. Áttekintés: C, Java, .NET, Flash/Air, Mono Game. HTML alapú OS-ek. Lehetőségek: C++, HTML5/JS, egyéb technológiák. C++ ismétlés, Fejlesztőeszközök, fordítók, C++ 11, új nyelvi funkciók. Fejlesztési minták: RAII, Kivételkezelés, natív kivételek kezelése platform szinten, Crossplatform technikák, natív interfészek, implementálás platform szinten, preprocessor direktívák, template metaprogramozás. Natív réteg és a platform együttműködése, interoperabilitás: C++/CX, JNI, Objective-C. A Qt bevezetése, Qt object model, gyűjtemény osztályok, fa, élettartam, sharing, signal-slot koncepció, események. Qt koordináta rendszer, rajzolás, QML, hálózat elérés, többnyelvűség, erőforrások. A Tablet és mobil alkalmazások felhasználói felületének kialakítása HTML és CSS segítségével. Modernizer. Typescript/ECMA Script 6 alapú, objektum-orientált alkalmazásfejlesztés. Mobil UI, Single page application architektúra, kliensoldali keretrendszerek. Nagy alkalmazás fejlesztése: architekturális minták, modulok, preprocesszorok, minifikálás, teljesítményelemzés. Hibrid alkalmazások adattárolási kérdései: local storage, IndexedDB. Aszinkronitás, hálózat kezelés, real-time és két-irányú kommunikáció, SignalR/socket.io. Natív HTML/JS alkalmazások: PhoneGap, Titanium (benne: location, kamera, natív mobil funkciók elérése). Node.js.

## Szolgáltatásorientált rendszerintegráció

(BMEVIIIMA04, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatók elsajátítsák az alapjait azoknak az eljárásoknak, módszereknek, szabványoknak és felületeknek, amelyek arra szolgálnak, hogy különféle, eltérő funkciójú és technológiájú komponensek egységes, komplex informatikai rendszerré legyenek összekapcsolhatók. A hallgatók ismerni fogják azokat a nyílt szabványokat és különféle eljárásokat, melyek könnyen kezelhető informatikai rendszerek kialakítását teszik lehetővé, valamint átlátják az összetett, szolgáltatás alapú rendszerek tervezéséhez, fejlesztéséhez és üzemeltetéséhez kapcsolódó feladatokat.
**Rövid tematika:** A szolgáltatás szemléletű megoldások elterjedése folyamatos. Az internet lehetővé teszi, hogy ezen megoldások helyi illetve időbeni korlátozás nélkül folyamatosan hozzáférhetők legyenek. Ez az infrastruktúra az üzleti és az állami szféra határterületén működő alapvető közszolgáltatásokkal (energia, távközlés, pénzügyek, stb.) kapcsolatos elektronikus ügyintézésre is lehetőséget kínál. Az egységes, integrált szolgáltatások több önálló szervezet heterogén platformon működő, szemantikailag sem feltétlenül egységes informatikai rendszerének összekapcsolását és együttműködését igénylik. A tantárgy az erre irányuló fejlesztések feladatainak, folyamatainak megértéséhez, az abban való közreműködéshez szükséges informatikai és szervezési ismeretek átadását és készségek kialakítását tárgyalja. Tárgyalásra kerül a szolgáltatásorientált architektúra (SOA), a webszolgáltatások (SOAP, WSDL) és feladataik (WS-* szabványok), a REST szolgáltatások. A tantárgy ismerteti az interfészek és szolgáltatások tervezési alapelveit, a Business Process Execution Language (BPEL) és a Business Process Modeling Notation (BPMN) nyelveket, valamint a az üzleti folyamatok tervezési alapelveit. Bemutatásra kerül az üzenetkezelés (JMS és MSMQ), az Enterprise Service Bus (ESB), az emberi feladatok integrálási kérdései, a SOA rendszerek tesztelése és minőségbiztosítása, valamint a SOA rendszerek projektmenedzsmentje.

## Szoftver- és rendszerellenőrzés

(BMEVIMIMA01, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a teljes szoftver- és rendszerfejlesztési életciklus során alkalmazható különböző ellenőrzési technikákkal. Ilyen ellenőrzési technikákra manapság már nem csak a kritikus rendszerek esetén van szükség (ahol ezek alkalmazását legtöbbször szabvány írja elő), hanem minden alkalmazás esetén elvárás, hogy jó minőségű rendszert fejlesszünk.
*Megszerezhető képességek*. A tantárgy teljesítése után a hallgatók átlátják a teljes ellenőrzési folyamatot, és tudják, hogy az egyes fejlesztési fázisokban mely technikák alkalmazása javasolt. Ismerik a különböző statikus ellenőrzési technikákat, és képesek terveket és specifikációkat ellenőrizni, valamint statikus ellenőrző eszközöket használni forráskódok átvizsgálására. Megismerik a szoftvertesztelés szintjeit és módszereit, és képesek alkalmazni a specifikáció és struktúra alapú teszttervezési technikákat. Ismerik az extrafunkcionális jellemzők ellenőrzésére használható módszereket (pl. megbízhatóság modellezése és vizsgálata). Ismerik a futásidőbeli verifikáció alkalmazási lehetőségeit.
**Rövid tematika:** Kritikus rendszerek elvárásai. Ellenőrzési módszerek helye a fejlesztési folyamatban. Statikus ellenőrzési technikák, tervek ellenőrzése, forráskód ellenőrzése. Tesztelési szintek és módszerek, specifikáció és struktúra alapú teszttervezés, teszt automatizálás. Extrafunkcionális jellemzők ellenőrzése. Futásidőbeli verifikáció.

## Kiberfizikai rendszerek

(BMEVIMIMA02, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a kiberfizikai rendszerek tervezésének kérdéseivel. Egy kiberfizikai rendszerben a fizikai világot megfigyelő szenzorok és egy nagyobb számítási kapacitással rendelkező háttérrendszer közösen nyújt komplex szolgáltatást. E rendszerek tervezése és fejlesztése során a mérnököknek meg kell oldania az alapvetően elosztott működésből, az összetett idő- és szolgáltatásbiztonságbeli követelményekből és az összetett

rendszerarchitektúrából adódó problémákat. A hallgatók megismerik az ehhez szükséges algoritmikus és módszertani megoldásokat a tantárgy keretében belül.
**Rövid tematika:** Platformok, virtualizáció klasszikus és real-time környezetben. Elosztott alapszolgáltatások. Szenzorhálózatok alapjai. Autonóm számítástechnika, monitoring és diagnosztika. Tervezési módszerek, dinamikus rendszerek modellezése. Szolgáltatásbiztonsági és self-* követelmények teljesítése. Konfigurációtervezés (minták, partícionálás, optimalizálás és szintézis).

## Kritikus rendszerek integrációja laboratórium

(BMEVIMIMA03, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése a *Modellvezérelt rendszertervezés* valamint a *Szolgáltatásorientált rendszerintegráció* c. tantárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével.
**Rövid tematika:** Munkafolyamatok megvalósítása Java nyelven. Megbízható üzenetküldés. Kommunikáció JMS technológia segítségével. OSGi szolgáltatások fejlesztése. Aktor modell. Komplexesemény-feldolgozás.

## Kritikus architektúrák laboratórium

(BMEVIMIMB00, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése a *Szoftver- és rendszerellenőrzés* valamint a *Kiberfizikai rendszerek* c. tantárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével.
**Rövid tematika:** Architektúra modellek készítése. Terheléselosztó fürtök. Teljesítményelemzés. Nagy rendelkezésre állású feladat-átvételi fürtök. Modellezés alkalmazása a megbízhatósági vizsgálatok során. Vizuális adatelemzés.

## V.3.4 Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja főspecializáció (HIT)

**1. A specializáció megnevezése:** Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja
*(Integration of Mobile Networks and Services )*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** HIT
**4. Oktató tanszékek:** HIT, AUT, TMIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Bokor László egyetemi docens (HIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A specializáció célja olyan mérnökinformatikusok képzése akik értik a mobil és vezeték nélküli hozzáférést is biztosító hálózatok kihívásait, problémáit, ismerik az ezen hálózatok megvalósításában alkalmazott korszerű technológiákat és hálózati megoldásokat. Alkalmazni képesek a hálózati szolgáltatások és alkalmazások tervezési és üzemeltetési módszereit, beleértve az ehhez kapcsolódó szoftvertechnológiákat és szoftverfejlesztési eszközöket, és mindezen tudás komplex felhasználásával képesek integrált hálózati szolgáltatások és alkalmazások tervezésére és fejlesztésére.

A specializáció tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Hálózati technológiák integrációja | BMEVIHIMA00 |
| Hálózati rendszerek és szolgáltatások fejlesztése | BMEVIHIMA01 |
| Multiplatform szoftverfejlesztés | BMEVIAUMA04 |
| Mobil szolgáltatások tervezése és integrációja | BMEVIHIMA02 |
| Integrált vezeték nélküli alkalmazások | BMEVIHIMA03 |
| Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 1 | BMEVIHIMA04 |
| Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 2 | BMEVITMMB00 |

### Hálózati technológiák integrációja

(BMEVIHIMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatókat megismertesse a mobil távközlés leglényegesebb technológiáival és azok megvalósításának (integrálásának) lehetőségeivel és felvetődő problémáival. A mobil technológiákat csak funkcionális egységek, illetve hivatkozható funkciók szintjén tárgyalja, nem megy az egyes funkciók, részleteibe.
Az integrálásról szóló rész célja, hogy bemutassa, hogyan valósulhat meg a mobil-hozzáférésű hálózat felhordó, illetve gerinc szegmense, hogyan támogatják ezt a vezetékes technológiák. Az integrálással kapcsolatosan a következő felmerülő problémákat is hangsúlyosan tárgyaljuk: átviteli követelmények modellezése, számszerűsítése, a követelményeknek megfelelő megoldások tervezése az alkalmazható technológiákhoz illeszkedve.
**Rövid tematika:** Technológiák áttekintése, funkciók és képességek szintjén. Mobil hálózat felépítése, funkcionális elemei, protokolljai, fejlődése. Mobilitás-menedzsment, handover lehetőségek, megoldások, mobil IP, IPv6. Rádiós interfész képességei és követelményei 2G, 3G, 4G, 5G rendszerekben. Nem közcélú, kis kiterjedésű, szélessávú vezetéknélküli hálózati technológiák eszközei, protokolljai (WiFi, WiMax, Bluetooth, UWB, ZigBee, AdHoc, SDN, egyéb). Vezetékes hálózatok, optikai, WDM, OTN, SDH. Aggregációs és gerinchálózati technológiák, Ethernet, MPLS, IP. Vezérlési és jelzés funkciók követelményei, igényei. Szoftvervezérelt (SDN) hálózatok. Integrált hálózati kép kialakítása. Technológiai rétegek egymásra épülése és egymás mellett élése. Mobil backhaul és gerinc hálózat követelményei, megoldásai. A backhaul és core összeköttetések átvitele vezetékes alapú transzport hálózatokon. Transzport hálózattal szembeni követelmények és tipikus megoldások. Mobil-specifikus részletek. SDH, IP, kiváltás, új technológiák bevezetése. Többszolgáltatós környezet vizsgálata: összekapcsolás és erőforrások megosztása. Integrálás bemutatása valószerű hálózaton: megoldások, felhasznált berendezések, hálózati funkciók megvalósítása. Menedzsment és nyilvántartás. Követelmények értelmezése, KPI mennyiségek, QoS, és ezek modellezése. Minőség biztosításának megoldásai a

transzport hálózati technológiákban (xPON, CWDM, DWDM, CET, MPLS, IP/MPLS). Mobil specifikus problémák. A követelmények viszonya a mérhető jellemzőkhöz. A menedzsment rendszer, mint integrált alkalmazás. Nyilvántartó rendszerek építése, ellátása, felhasználása. Hálózatok modellezése. Megbízhatóság (robusztusság) modellezése és növelése. Alapvető forgalommodellezési módszerek, jellemzők modellezése, felhasználása tervezési, méretezési feladatokban. Forgalmi osztályok, kiszolgálási elvek, tároló management.

## Hálózati rendszerek és szolgáltatások fejlesztése

(BMEVIHIMA01, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy keretében a hallgatók megismerkednek (i) a nagy kiterjedésű szolgáltatói hálózatokban működő berendezések és szoftverek tervezésének és fejlesztésének problémáival, módszereivel és eszközeivel, továbbá. (ii) ezen nagy megbízhatóságú berendezések és szoftverek tervezésének és megvalósításának gyakorlati kérdéseivel és általánosan alkalmazható módszereivel.

**Rövid tematika:** Nagy megbízhatósággal rendelkező (carrier-grade) távközlési rendszerek felépítése, általános célú hardver platformok (ATCA) és szoftver elemei, Embedded rendszerek hardver és szoftver kérdései, építő- és funkcionális elemei (processzorok, multimédia gyorsító, ARM9-alapú mobil alkalmazási processzor, Intel PXA család, flash memória, TPM). A nagy volumenű infokommunikációs projektek kialakításának és végigvitelének általános és speciális szempontjai, módszerei, a projektvezetés folyamata, a projekt- és multiprojekt-menedzsment alapelvei és eszközrendszere. A távközlési berendezések és szoftverek tervezésének és fejlesztésének problémái, módszerei és eszközei: követelmény elemzés, tervezés, tesztelés; szoftver tesztelés és fejlesztési folyamat minősítés, eszközök; túlterhelés szabályozás (overload control). Hálózati alkalmazás szoftverek tipikus middleware platformjai: Webservice (SOAP/WSDL/UDDI), CORBA, RMI és ezek minőségi kérdései. Hálózati alkalmazás szerver platformok: Parlay NGOSS (Next Generation Operation Support System) és eTOM (enhanced. Telecom operations Map) megvalósítása. A működéstámogatási rendszerek komponenseinek integrálása távközlési rendszerekben (GGSN, IMS). A távközlési berendezésgyártók által gyakorlatban alkalmazott tesztelési módszerek és megoldások bemutatása egy nemzetközi távközlési gyártó által alkalmazott módszerek ismertetésén keresztül.

## Multiplatform szoftverfejlesztés

(BMEVIAUMA04, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a multiplatform szoftverfejlesztés módszereinek gyakorlatorientált bemutatása. A hallgatók megismerkednek a modern C++ nyelv és a HTML5/JavaScript alapú technológiák felhasználásával a cross-platform alkalmazásfejlesztés során. Bemutatásra kerülnek a C++ 11 újdonságainak gyakorlati előnyei, a felhasználói felület megvalósításának módszerei és a különböző platformokkal való alacsonyszintű együttműködés technikái. Mélységeiben tárgyalja a HTML5, a CSS3 és a modern JavaScript alkalmazásfejlesztést könnyítő újdonságait. Kiemelt hangsúlyt kapnak a napjainkban népszerű önálló mobilkliensek és a nagyméretű rendszerek fejlesztésének kérdései.
**Rövid tematika**: A multiplatform fejlesztés előnyei, hátrányai. Áttekintés: C, Java, .NET, Flash/Air, Mono Game. HTML alapú OS-ek. Lehetőségek: C++, HTML5/JS, egyéb technológiák. C++ ismétlés, Fejlesztőeszközök, fordítók, C++ 11, új nyelvi funkciók. Fejlesztési minták: RAII, Kivételkezelés, natív kivételek kezelése platform szinten, Crossplatform technikák, natív interfészek, implementálás platform szinten, preprocessor direktívák, template metaprogramozás. Natív réteg és a platform együttműködése, interoperabilitás: C++/CX, JNI, Objective-C. A Qt bevezetése, Qt object model, gyűjtemény osztályok, fa, élettartam, sharing, signal-slot koncepció, események. Qt koordináta rendszer, rajzolás, QML, hálózat elérés, többnyelvűség, erőforrások. A Tablet és mobil alkalmazások felhasználói felületének kialakítása HTML és CSS segítségével. Modernizer. Typescript/ECMA Script 6 alapú, objektum-orientált alkalmazásfejlesztés. Mobil UI, Single page application architektúra, kliensoldali keretrendszerek. Nagy alkalmazás fejlesztése: architekturális minták, modulok, preprocesszorok, minifikálás,

teljesítményelemzés. Hibrid alkalmazások adattárolási kérdései: local storage, IndexedDB. Aszinkronitás, hálózat kezelés, real-time és két-irányú kommunikáció, SignalR/socket.io. Natív HTML/JS alkalmazások: PhoneGap, Titanium (benne: location, kamera, natív mobil funkciók elérése). Node.js.

## Mobil szolgáltatások tervezése és integrációja

(BMEVIHIMA02, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a hallgatókat megismertetni az integrálódó vezetékes, vezeték nélküli és mobil hálózati környezetben történő szolgáltatásnyújtás alapvető problémáival, különös tekintettel az alkalmazható szállítási és vezérlési protokollokra, a szolgáltatási architektúrákra, valamint a számlázás és a szabályozás speciális kérdésire, valamint a tipikus és meghatározó alkalmazások felépítésével és működésével. A tantárgy áttekinti a mobil hálózat és az IMS által a felhasználók számára nyújtott szolgáltatások integrációs kérdéseit a szerverektől egészen a mobil terminálokig.
**Rövid tematika:** Bevezetés: NGN architektúra, háromrétegű hálózati modell, a szolgáltatók lehetséges szerepei. Szolgáltatási arhitektúrák, az IMS: IP Multimedia Subsystem felépítése. Fix és mobil szolgáltatások közötti együttműködés és integráció lehetőségei. Elterjedt kapcsolatvezérlési protokollok, H.323 és SIP szabványok. Vezetéknélküli hálózati szabványok átviteli és kapcsolatminőségi jellemzői, a hálózatok csoportosítása; IP alapú minőségbiztosítási technikák; a vezetéknélküli hálózatok minőségbiztosítási megoldásainak bemutatása, elemzése; UMTS hordozószolgáltatások. Médiaátvitelre alkalmazott protokollok (TCP, DCCP, STCP, UDP) Multihoming és multistreaming. Hitelesítés, engedélyezés, számlázás (AAA), a csomagkapcsolt rendszerek számlázási kérdéseinek és műszaki problémái és megoldásai, az IMS számlázási alrendszerének felépítése és működése. A privát szféra védelmének lehetőségei. Helymeghatározási technikák cellás mobil hálózatokban, kültéri és beltéri pozícionálás.

## Integrált vezeték nélküli alkalmazások

(BMEVIHIMA03, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése, hogy esettanulmányokon keresztül végigvezesse a hallgatókat a mobil/vezeték nélküli szolgáltatásokhoz szükséges rendszerek integrációján. Az integráció horizontálisan (különböző rendszerek között) és vertikálisan (különböző protokoll rétegek között) értendő. Bemutatásra kerülő rendszerek a teljesség igénye nélkül: otthon automatizálás/smart metering, mobil fizetés, forgalomfüggő navigáció, igénybevétel alapú tömegközlekedés, e-útdíj, stb.
**Rövid tematika:** Bevezetés, mobil hálózati alapismeretek a tantárgyhoz szükséges mértékben. Kliens-szerver kommunikáció mobil hálózatokban, mobil alkalmazások körében legelterjedtebb kliens-szerver kommunikációs megoldások. Otthonautomatizálás, távfelügyeleti, gépjárműfelügyeleti megoldások: ellátható vezérlési, szabályozási feladatok, a rendszeren belüli vezetékes és vezeték nélküli kommunikációs módok (CAN, WLAN, ZigBee stb.), a rendszer távvezérléséhez használt kommunikációs módok. Car2car, incar (entertainment+diagnostics) kommunikáció. Forgalomfüggő navigáció: TMC vevővel kiegészített GPS-es rendszerek, Internetes forgalmi információkon alapuló navigációs megoldások, közösségi navigációs rendszerek. E-útdíj (HuGo, EuGo, stb.) rendszerek: e-útdíj rendszerek bemutatása, a megoldások összehasonlítása, a fedélzeti egységek működésének bemutatása. Online pénztárgépek. Raktári alkalmazások. Smart metering, távleolvasás. Mobil fizetési módok. Igénybevétel alapú tömegközlekedés. Kitekintés a jövőbe.

## Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 1

(BMEVIHIMA04, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a specializáció tárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és alátámasztása gyakorlati ismeretekkel. A rokon szakterületekben való ismeretszerzés elősegítése érdekében a tantárgy közös a Mobil hálózatok és szolgáltatások integrációja és az Internet architektúra és szolgáltatások főspecializációkon. Ennek keretében a mobil- valamint az Internet alapú

rendszerekkel és ezekben megvalósított infokommunikációs szolgáltatásokkal kapcsolatos műszaki problémákat és azok megoldásait vizsgálják a hallgatók.
**Rövid tematika:** A laboratórium során a következő méréseket végzik el a hallgatók:

13. Az internet útvonal-választási módszerei a gyakorlatban
14. Software-Defined Networking (SDN)
15. Virtuális hálózatok
16. Peer-to-Peer rendszerek
17. Felhő (Cloud) megoldások
18. Valós Felhő rendszerek
19. MPLS vizsgálata
20. IP alapú fejlett csomagtovábbítási eljárások vizsgálata
21. Heterogén hálózatok szerkezetének demonstrálása
22. IPv6 alapú mobilitás-támogatási eljárások
23. Átviteli rétegbeli protokollok működése vezetéknélküli környezetben
24. 4G/5G hálózatok működésének vizsgálata

## Infokommunikációs szolgáltatások laboratórium 2

(BMEVITMMB00, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja egyrészt a specializáció elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek gyakorlati ismeretekkel történő kiegészítése, másrészt a mérnöki gyakorlatban használt eszközök és módszerek készség szintű elsajátíttatása, felkészítve ezzel a hallgatókat az Önálló Laboratórium tantárgyban, valamint a mérnöki gyakorlatban végzendő alkotó tevékenységre. A tantárgy oktatása laboratóriumi foglalkozások keretében történik, mely a tématerületet bemutató programozott "mérések"-ből áll.

**Rövid tematika:** A laboratórium során a következő méréseket végzik el a hallgatók:

13. Big Data rendszerek és technológiák hálózati vonatkozásai
14. Internet szolgáltatások fejlesztése és menedzsmentje
15. Hálózati szolgáltatások tesztelése
16. Content Centric Networking (CCN)
17. Egyutas és többutas transzport mechanizmusok
18. Érdekes matematikai módszer alkalmazása a gyakorlatban
19. Hálózati szolgáltatások rendelkezésre állása (DTR analízis)
20. Forgalmi mérések a gyakorlatban
21. Hálózati hibák hatása a QoS-re IP hálózatokban
22. SIP protokoll működésének vizsgálata
23. Szenzorhálózatok és fejlett alkalmazásaik
24. Bevezetés a kvantum kommunikációba

## V.3.5 Vizuális informatika főspecializáció (IIT)

**1. A specializáció megnevezése:** Vizuális informatika főspecializáció *(Visual Informatics)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** IIT
**4. Oktató tanszékek:** IIT, AUT, MIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Szirmay-Kalos László, egyetemi tanár (IIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A specializáció célja a hallgatók felkészítése grafikus információkat feldolgozó és előállító, interaktív szoftverek fejlesztésére, az ehhez szükséges elméleti alapok és programozási ismeretek átadása. A megcélzott alkalmazási területek magukban foglalják a mérnöki tervezőrendszereket, a digitális alakzatrekonstrukciót, orvosi diagnosztikai programokat, web-es és mobil alkalmazásokat, számítógépes játékokat, valamint szimulációs eszközöket is.

A specializáció tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Vizualizáció és képszintézis | BMEVIIIMA00 |
| 3D számítógépes geometria és alakzatrekonstrukció | BMEVIIIMA01 |
| Multiplatform szoftverfejlesztés | BMEVIAUMA04 |
| Orvosi képdiagnosztika | BMEVIMIMA04 |
| Kiterjesztett valóság és gépi látás mobil eszközökön | BMEVIIIMA02 |
| Játékfejlesztés laboratórium | BMEVIIIMA03 |
| GPU programozás és párhuzamos rendszerek laboratórium | BMEVIIIMB00 |

### Vizualizáció és képszintézis

(BMEVIIIMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a 3D virtuális világok valósidejű és produkciós, fizikai alapú és illusztratív képszintézisének eljárásait tárgyalja, a film, játék, orvosi és mérnöki rendszerek és kiterjesztett valóságrendszerek követelményei szerint. A 3D geometria megjelenítésén túl áttekinti az absztrakt adatok vizualizációjának módszereit.
**Rövid tematika:** A fény jellemzői, fluxus, sugársűrűség, spektrum. Árnyalási egyenlet felületekre és fényelnyelő anyagokban. Fresnel összefüggések, BRDF, hatáskeresztmetszet. Fotorealisztikus képszintézis, alkalmazás játékokban és produkciós rendszerekben. Tone mapping. Monte Carlo módszer, mintavételezés. Fényútkövetés. Foton-térképes módszer. Metropolis módszer. Illusztratív képszintézis, rajzolás és festés szimulációja. Térfogati modellek. Skalármezők leírása, fizikai analógiák, transzfer függvény. Térfogatvizualizációs eljárások. Inverz problémák. Tomográfiás rekonstrukció. Vizualizációs eljárások implementálása CPU-n és GPU-n. Utófeldolgozás, speciális effektusok. Képszintézis keretrendszerek (LuxRender, RenderMan).

### 3D számítógépes geometria és alakzatrekonstrukció

(BMEVIIIMA01, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy háromdimenziós pontfelhők, poligonhálók, görbék és felületek, valamint szilárd testek számítógépes reprezentációjával, legfontosabb algoritmusaival és ezek alkalmazásával foglalkozik. Az elméleti alapok mellett, a tudásanyag jól hasznosítható 3D-s számítógépes szoftver rendszerek fejlesztése és integrálása során, az alábbi területeken: számítógéppel segített tervezés, műszaki informatika, digitális alakzat rekonstrukció, virtuális valóság létrehozása.
**Rövid tematika:** Differenciálgeometriai alapismeretek; háromszöghálók létrehozása, egyszerűsítése és simítása; szabadformájú görbék és felületek reprezentációja; a digitális alakzatrekonstrukció folyamata;

3D méréstechnika, szegmentálás, felületek metszése, interpoláció és approximáció, alkatrészek tökéletesítése, a 3D-s nyomtatás alapjai. Lehetőség nyílik egyszerű problémák megoldására és 3D-s modellezési gyakorlatok végrehatására nyitott forrású rendszerek használatával: Paraview, OpenFlipper, Blender. Bemutatunk néhány ipari CAD rendszert: Sketches, SolidWorks, Geomagic Studio.

## Multiplatform szoftverfejlesztés

(BMEVIAUMA04, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a multiplatform szoftverfejlesztés módszereinek gyakorlatorientált bemutatása.
A hallgatók megismerkednek a modern C++ nyelv és a HTML5/JavaScript alapú technológiák felhasználásával a cross-platform alkalmazásfejlesztés során. Bemutatásra kerülnek a C++ 11 újdonságainak gyakorlati előnyei, a felhasználói felület megvalósításának módszerei és a különböző platformokkal való alacsonyszintű együttműködés technikái. Mélységeiben tárgyalja a HTML5, a CSS3 és a modern JavaScript alkalmazásfejlesztést könnyítő újdonságait. Kiemelt hangsúlyt kapnak a napjainkban népszerű önálló mobilkliensek és a nagyméretű rendszerek fejlesztésének kérdései.
**Rövid tematika**: A multiplatform fejlesztés előnyei, hátrányai. Áttekintés: C, Java, .NET, Flash/Air, Mono Game. HTML alapú OS-ek. Lehetőségek: C++, HTML5/JS, egyéb technológiák. C++ ismétlés, Fejlesztőeszközök, fordítók, C++ 11, új nyelvi funkciók. Fejlesztési minták: RAII, Kivételkezelés, natív kivételek kezelése platform szinten, Crossplatform technikák, natív interfészek, implementálás platform szinten, preprocessor direktívák, template metaprogramozás. Natív réteg és a platform együttműködése, interoperabilitás: C++/CX, JNI, Objective-C. A Qt bevezetése, Qt object model, gyűjtemény osztályok, fa, élettartam, sharing, signal-slot koncepció, események. Qt koordináta rendszer, rajzolás, QML, hálózat elérés, többnyelvűség, erőforrások. A Tablet és mobil alkalmazások felhasználói felületének kialakítása HTML és CSS segítségével. Modernizer. Typescript/ECMA Script 6 alapú, objektum-orientált alkalmazásfejlesztés. Mobil UI, Single page application architektúra, kliensoldali keretrendszerek. Nagy alkalmazás fejlesztése: architekturális minták, modulok, preprocesszorok, minifikálás, teljesítményelemzés. Hibrid alkalmazások adattárolási kérdései: local storage, IndexedDB. Aszinkronitás, hálózat kezelés, real-time és két-irányú kommunikáció, SignalR/socket.io. Natív HTML/JS alkalmazások: PhoneGap, Titanium (benne: location, kamera, natív mobil funkciók elérése). Node.js.

## Orvosi képdiagnosztika

(BMEVIMIMA04, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az orvosi diagnosztika egyre nagyobb mértékben alkalmaz képalkotó eljárásokkal dolgozó eszközöket. Ide tartoznak a klasszikus kétdimenziós (2D) képeket eredményező rendszerek (Röntgen berendezések mellkasröntgen, mammográfia, stb), az újabban megjelent 2,5D rendszerek (mellkas- és mammo-tomoszintézis rendszerek), illetve a 3D képalkotó és diagnosztikai rendszerek (számítógépes tomográf (CT) rendszerek, MRI (mágneses rezonanciás) rendszerek, PET-CT, az octreoscan, stb). A képek értelmezése, elemzése, a képek minősítése, elváltozások detektálása és kategorizálása bonyolult nagy háttértudást igénylő feladat, melyben a számítógépes feldolgozás, az „intelligens adatelemzés” fontos szerepet kap. A tantárgy célja, hogy bemutassa a számítógéppel segített orvosi diagnosztikai (Computer Aided Diagnosis, CADe, Computer Aided Detection CADx) eszközök szerepét, jelentőségét, valamint, hogy átfogó ismereteket adjon azokról az eljárásokról, melyek elsősorban 2D orvosi képek elemzésére és ezen eljárások felhasználásával orvosi diagnosztika támogatására, döntéstámogatásra.alkalmasak.
**Rövid tematika:** Bevezetés: A képalkotás alapjai, orvosi képfelvételi eljárások: röntgenfelvételek, tomoszintézis, CT, MRI, PET. A képfeldolgozás szerepe az orvosi diagnosztikában. Képreprezentáció, képjellemzők: Képábrázolás, képkódolási eljárások, veszteséges és veszteségmentes képtömörítési eljárások. Szabványos képformátumok (DICOM, stb.). A szürkeárnyalatú és a színes képek jellemzői: képdinamika, felbontás, hisztogram stb. A képek hibái, tipikus zajok, torzulások, műtermékek.
A képfeldolgozás alapjai (összefoglaló áttekintés): Képjavító eljárások, képszűrés. Képmódosító eljárások. Hisztogram módosítás- és kiegyenlítés. Élkiemelés, éldetektálás élkövetés. Simítás. Morfológiai műveletek. Küszöbözés. Szegmentálási eljárások. Textúraelemzés. Transzformált tartománybeli

képfeldolgozó eljárások. Képek frekvencia-tartománybeli ábrázolása. Szűrés a frekvencia tartományban, dekonvolúció. Wavelet transzformáció és alkalmazása a képfeldolgozásban. Curvlet. Modell alapú képfeldolgozó eljárások): Aktív alak modell (ASM), Aktív megjelenési modell (AAM) és alkalmazásuk orvosi képek elemzésére. Képregisztráció: A regisztráció célja és szerepe az orvosi képek feldolgozásában. Geometriai transzformációk: lineáris és nemlineáris transzformációk. Képpont-, felület- és intenzitás-alapú regisztrációs eljárások. Képi objektumok definiálása: Képek minősítése. Képi jellemzők definiálása: jellemző-kiemelés. Invariáns (méretre, pozícióra, elforgatásra, stb.) jellemzők és szerepük a képi objektumok felismerésében. Jellemző-kiemelés, mint adatredukció. Képi objektumok azonosítása és felismerése: Adatok csoportosítása: klaszterezés, osztályozás. Tanuló rendszerek: döntési fák, neuronhálók és alkalmazásuk képi objektumok osztályozására. Járulékos információ szerepe és felhasználása, integrált szöveg- és képfeldolgozás. Orvosi képmegjelenítő és diagnosztikai rendszerek PACS rendszerek, követelmények a PACS rendszerekkel szemben. CAD rendszerek. Esettanulmányok: mammográfiás döntéstámogató rendszer, mellkas-diagnosztikai rendszer.

## Kiterjesztett valóság és gépi látás mobil eszközökön

(BMEVIIIMA02, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy bevezesse a hallgatót a mobil kiterjesztettvalóság-rendszerek használatába, eszközkészletébe és lehetőségeibe. A hallgató megismerkedik a csökkentett erőforrásokat igénylő szenzor- és videojel-feldolgozás megoldásaival is. A félév folyamán a hallgató gyakorlati módszereket is elsajátít kiterjesztettvalóság-rendszerek létrehozásához.
**Rövid tematika:** Bevezetés: Fogalmak. Virtuális valóság. Kiterjesztett valóság. Valósidejűség és bemerülés korlátai mobil eszközökön. A kiterjesztettvalóság-rendszerek eszközkészlete: Interakció a virtuális objektumokkal – beviteli eszközök. Mobil eszközökbe épített szenzorok: inerciális szenzorok (gyorsulásmérő, giroszkóp), GPS, iránytűk. Korszerű kiterjesztett- és virtuálisvalóság-érzékelők: mozgás- és szemkövető eszközök, mélységi érzékelők, BCI-interfészek, Izomtónus-érzékelés. • Interakció a virtuális objektumokkal: két/háromdimenziós megjelenítési megoldások. Szemüveges és autosztereoszkóp megoldások. Mobil projektorok. Audio és haptikus megjelenítés. Intelligens szemüvegek.
Eljárások és módszerek: Szenzorfeldolgozási módszerek, szűrési technikák, szenzorfúzió. Kameraalapú megoldások csökkentett erőforrású környezetekben. Képleírók alkalmazása (SIFT, SURF). Kamerakalibráció, követés (tracking). Regisztráció: Virtuális és valós elemek illesztése. Pozíciómeghatározás és renderelés kapcsolata. Szegmentálás, háttérleválasztás.
Objektumfelismerés, objektumkövetés. Gesztusfelismerés. Szerveralapú információkiértékelési megoldások. Operációs rendszer függetlenség. Fejlesztés Layar környezetben: Felépítés, Layar rétegek, 2D/3D modellfelismerés, Geo-rétegek, animáció, interakció. Manipuláció. Navigáció. Kollaboráció. Többfelhasználós, közösségi megoldások. Viselkedésmodellezés. Esettanulmányok kiterjesztettvalóság-környezetben. Alkalmazások.

## Játékfejlesztés laboratórium

(BMEVIIIMA03, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgató legyen képes akár önállóan egy játékmotor, illetve erre épülő játék összeállítására, illetve ismerje ezek felépítését és működését, hogy programozóként tudjon dolgozni velük. Ismerje meg a megjelenítés, animáció és vezérlés módszereit. Legyen képes a grafikus kártyákon, illetve konzol környezetben a mai játékokban jellemző látványhatások megvalósítására, ilyen területen fejlesztői és kutatói feladatok megoldására.
**Rövid tematika:** Poligon modellezés, textúra festés, Ogre3D alapok, OIS beviteli eszközök, fizikai motor (PhysX), részecskerendszer és plakátok, displacement leképzés, árnyéktérképek, utómunka effektusok, karakter modellezés és animáció, hálózat kezelése, felhasználói felület, hangkezelés. OpenGL ES. Játékfejlesztés Android platformon.

# GPU programozás és párhuzamos rendszerek laboratórium

(BMEVIIIMB00, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja Modern OpenGL/GLSL és a CUDA környezet alkalmazásának megtanítása a vizuális informatikához kapcsolódó gyakorlati problémákon keresztül.
**Rövid tematika:** A grafikus hardver felépítése, az inkrementális csővezeték lépései, programozható egységek. Modern OpenGL API felépítése és használata (geometria definíció, textúrák, shader programok, OpenGL állapottér a rendereléshez), GLSL shader nyelv. Vektor feldolgozás a GPU-n, szóró és gyűjtő típusú algoritmusok: iterált függvények attraktorai, egyszerű képfeldolgozási műveletek (fényesség transzformáció, küszöbözés, függvény konvolúció alapú szűrések, élkeresés). OpenGL Compute Shader, mint általános célú lépcső a grafikus pipeline-ban: sugárkövetés a GPU-n. Bevezetés a CUDA keretrendszer használatába: CUDA virtuális gép platform, memória és program modellje. A párhuzamos programok végrehajtási sémája. A CUDA C/C++ nyelv bemutatása. Párhuzamos primitívek megvalósítása CUDA platformon. Optimalizációs technikák CUDA környezetben. A párhuzamos programok skálázódási kérdései, magas szintű optimalizációs technikák. Memória sávszélesség elméleti és effektív értékének meghatározása, a rendelkezésre álló memória sávszélesség optimális kihasználása. Kódszervezési kérdések vizsgálata.CUDA programok teljesítmény mérése és hibakeresés NVidia NSight és Visual Profiler segítségével. Bevezetés a CUDA segéd könyvárak használatába: CUFFT, CUBLAS, CURAND, NPP, Thrust.

## V.4 Szakmai törzsanyag választható ismeretei

A szakmai törzsanyag kötelezően választható ismereteit a mellékspecializációk és a projekttantárgyak képezik. A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált hét mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tárgyból meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók. A specializációk keretein belül a hallgatók ún. projekttantárgyakat is felvesznek, melyek az 1. szemesztertől kezdődően végigívelnek a képzésen. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva).

### V.4.1 Mellékspecializációk

A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált hét mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tárgyból meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók.

#### V.4.1.1 Adat- és médiainformatika mellékspecializáció (TMIT)

**1. A specializáció megnevezése:** Adat- és médiainformatika mellékspecializáció *(Data Science and Media Informatics)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** TMIT
**4. Oktató tanszékek:** TMIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Szűcs Gábor, egyetemi docens (TMIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A robbanásszerűen növekvő mennyiségű adat és multimédia tartalom kezelése nagy kihívások elé állítja az adatelemző és a médiainformatikai rendszereket tervező, fejlesztő szakembereket. A specializáció komplex adat-, szöveg- és médiaelemzési képzést céloz meg. A képzés során a hallgatók megismerik és valós adatokon, életszerű mérnöki feladatokon alkalmazzák az adatbányászat, információ kinyerés, természetes nyelvű szövegfeldolgozás, gépi tanulás, hang-, kép- és videófeldolgozás korszerű módszereit. A specializáció nagy hangsúlyt fektet az információs és közösségi hálókban felhalmozott multimédia tartalmak intelligens elemzésére, az információ visszakeresésre és az adatfeldolgozás széles területére. A végzős hallgatók képzett adatbányászok, üzleti intelligencia szakértők, kutatók, multimédia-programozó szakemberek lehetnek.

A specializáció-tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Adatelemzési platformok | BMEVITMMA05 |
| Szöveg- és webbányászat | BMEVITMMA06 |
| Multimédia tartalmak intelligens feldolgozása | BMEVITMMB01 |
| Adat- és multimédiabányászat laboratórium | BMEVITMMB02 |

## Adatelemzési platformok

(BMEVITMMA05, 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Rendszereinkből kinyerhető adatok mennyiségének növekedésével, a tárolási költségek csökkenésével egyre nagyobb az igény az adatokból kinyerhető összefüggések, tudás kiaknázására. A tantárgy elsődleges célja, hogy a hallgatók készség szinten legyenek képesek adatbányászati feladatok megfogalmazására és valós adathalmazok felett ilyen problémák megoldására. Ehhez a tantárgy nemcsak az adatbányászat, a gépi tanulás, az adatelemzés elvi hátterét mutatja be, hanem vizuális programozási metodikát használó adatbányászati szoftvereket, platformokat is ismertet, külön figyelmet szentel a 'big data' elemzési feladatokra megoldást jelentő Hadoop platform bemutatására.
**Rövid tematika:** CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) metodika. Adatelőkészítési módszerek, adattranszformáció és adatmanipuláció, vizuális adatelemzés. Hitelbírálati rendszer bemutatása, logisztikus regresszió, mint scoring technika. Ügyfélérték fogalma, ügyfélszegmentálás, klaszterező eljárások. Kapmányoptimalizáció, bankkártya adatok, keresztértékesítés iránya, a sikeres adatbányászat 6 feltétele. Hálózat alapú előrejelzés. Osztályozási problémák megoldási módszerei: példányalapú mószerek, metatanuló módszerek. Idősoros adatok feldolgozása: lineáris és nem-lineáris módszerek, regressziós fák. A nagy adat (Big Data) jelensége és fogalma, szerepe. Az Apache Hadoop platform bemutatása. Elosztott adattárolás és elemzések MapReduce alapokon. MapReduce programozási minták. Lekérdezési módszerek és programnyelvek nagy adatok esetén.

## Szöveg- és webbányászat

(BMEVITMMA06, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az elektronikus szöveges és webtartalmak mennyiségének rohamos emelkedésével kiemelt fontosságúvá vált a tartalmak hatékony feldolgozása, amihez nélkülözhetetlen a megfelelő indexelő, annotáló és elemző módszerek használata. A hallgatók elméleti és gyakorlati oktatás keretei között tanulhatják meg az információ visszakeresést, web keresést, információ kinyerést szöveges állományokból, természetes nyelvű feldolgozást, információs hálókban és közösségi hálókban való tudás feltárást.
**Rövid tematika:** Szövegindexelés: Szózsák modell, szöveg előfeldolgozás. Természetes nyelvű feldolgozás: NLP (Natural Language Processing) eszközök. Sekély elemzés. Mély elemzés: szintaktikai fa, függőségi fa. Névelem felismerés, reláció kinyerés, vélemény analízis (sentiment analysis) információs hálókban és közösségi hálókban. Szövegbányászat, automatikus szövegkivonatolás. Információ visszakeresés: információ visszakereső rendszerek által használt modellek, rangsorolás, a rendszerek jóságának mérése. Webbányászat, a felhasználók követési lehetőségei. Ajánlórendszerek: célja, felépítése, típusai. Tartalom alapú és kollaboratív ajánló rendszerek: alap és szomszédosság alapú módszerek. Mátrixfaktorizáció alapjai, alapvető algoritmusai. Ajánlórendszer Webes felhasználók számára.

## Multimédia tartalmak intelligens feldolgozása

(BMEVITMMB01, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése a multimédia tartalmak automatikus felhasználásához szükséges módszerek oktatása, amelyek segítségével az intelligens rendszerek kezelni, szűrni, felismerni, elemezni, rendezni tudják a multimédia állományokat. A hallgatók részletesen megismerkedhetnek a multimédia tartalmak hatékonyan indexeléséhez, kereséséhez, osztályozásához, csoportosításához szükséges technikai apparátussal, hang- kép- és videofeldolgozási algoritmusokkal, platformokkal és gyakorlati alkalmazásokkal, melyek rámutatnak a közvetlen ipari alkalmazhatóság jelentőségére (pl. beszédfelismerés, képi objektum felismerés).
**Rövid tematika:** Multimédia előfeldolgozás: index (reprezentáció) építés: generikus multimédia indexelő eljárás. Kép és videó szegmentáló módszerek. Keresés, multimédia query típusok. Beszédfeldolgozás, hangfeldolgozás, akusztikai lényegkiemelés. Szignálkeresési, zene felismerési technikák. Statisztikai alapú beszédfelismerés, Rejtett Markov modellek és Gaussian Mixture Model használata.

Beszélőfelismerés, beszélő nemének kategorizálása. Képfeldolgozás: zajszűrés, éldetektálás, morfológia topológiák. Képek jellemző pontjainak kinyerése. Panorámakép összeállítás kisebb képekből, arcdetektálás. Videó elemzés: objektumok követése jellemző pontok alapján. Zene, kép és video osztályozás: Diszkriminatív vs. generatív modellek, idősor osztályozás. Objektum-felismerés. Multimodális tartalomelemzés, kiértékelési módszerek, benchmarkok.

## Adat- és multimédiabányászat laboratórium

(BMEVITMMB02, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A laboralkalmak az adat-, szöveg- illetve médiaelemzés technológiái köré szerveződnek, a hallgatók mérnöki problémamegoldó képességét, technológiai ismereteinek bővítését segítik elő. A hallgatók a megismert technológiákat valós adatokon, médiaállományokon tesztelik, ami által azok hatékonyságát, a megoldás erősségeit és gyengeségeit egyaránt megismerik. A labort vezető oktatók az adott területen magas kompetenciával rendelkező, tapasztalt szakemberek. A laborfeladatok folyamatos technológiai aktualizálásával és kurrens problémákkal biztosítjuk, hogy a hallgató mindig az adott témában elérhető vezető technológiával ismerkedjen meg. Az egyes laboralkalmak önállóan értelmezhetők, a mellékspecializáció során elsajátítandó szakmai tartalomhoz kapcsolódnak, de az oktatott tárgyak elvégzése nem feltétele a laboralkalmak sikeres teljesítéséhez.
**Rövid tematika:** Arcdetektálás OpenCV használatával, adatelemzési algoritmusok párhuzamosítása GPGPU segítségével, képtömörítések hatásainak vizsgálata, Webes adatok feldolgozása, Big Data technológiák hatékonyságának vizsgálata, adattisztítás hatásának bemutatása, Facebook adatok elemzése R nyelven, adatvizualizáció, dinamikus idővetemítés technikája a hangelemzésben, véleményanalízis szövegbányászati megvalósítása.

## V.4.1.2 Intelligens rendszerek mellékspecializáció (MIT)

**1. A specializáció megnevezése:** Intelligens rendszerek mellékspecializáció *(Intelligent Systems)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** MIT
**4. Oktató tanszékek:** MIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Strausz György, egyetemi docens (MIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** Az intelligens rendszerek olyan számítógépes rendszerek, melyek emberi közreműködés és állandó emberei felügyelet nélkül is képesek komplex feladatok megoldására: képesek a környezetükből származó információ érzékelésére és feldolgozására, képesek önálló döntések meghozatalára és alkalmasak komplex technológiai folyamatokba történő beavatkozásra, a folyamatok felügyeletére, illetve irányítására. Az intelligens rendszerek létrehozása az információ technológia széles spektrumának integrálását igényli. A specializáció célja rövid és hosszú távon egyaránt hasznosítható ismeretek nyújtása, olyan műszaki informatikus szakemberek képzése, akik tisztában vannak az intelligens rendszerekre jellemző főbb képességeket biztosító megoldások elvi és gyakorlati problémáival.

A specializáció-tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Valószínűségi következtető és döntéstámogató rendszerek | BMEVIMIMA06 |
| Gépi tanulás | BMEVIMIMA05 |
| Komplex MI alkalmazások | BMEVIMIMB01 |
| Kooperáció és gépi tanulás laboratórium | BMEVIMIMB02 |

### Valószínűségi következtető és döntéstámogató rendszerek

(BMEVIMIMA06, 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A valószínűségi következtető és döntéstámogató rendszerek területe a bizonytalan tudásra alapozott optimális döntések meghozatalának kutatásával, illetve az eredmények alkalmazásával foglalkozik. Ez a terület hagyományosan a statisztikára és a öntéselméletre alapozott, de napjainkban egyre inkább összekapcsolódik a számításelméleti és a mesterséges intelligencia kutatásokkal. A tantárgy célul tűzi ki, hogy összefoglalja és egységes keretben tárgyalja a döntéselmélet és a mesterséges intelligencia legkorszerűbb eszköztárát, megközelítési módszereit. A tantárgy a tudásmérnökség, a gépi tanulás és a következtetés ezen területhez tartozó általános eredményeit tekinti át.
**Rövid tematika:** A bizonytalan tudás, a bizonytalanságkezelés lehetőségei. A döntések optimalitása. A döntéshez szükséges információk kinyerése. A döntéstámogatás folyamata. A döntéstámogató rendszerek architektúrája. A felhasznált technológiák áttekintése. Döntéselméleti áttekintés. Bayes döntés, maximum likelihood döntés. Döntési fák. Random forest eljárások. Megkötések a racionális preferenciákra. Hasznosságfüggvények. Hasznosságskálák és a hasznosság becslése. Többváltozós hasznosságfüggvények. A preferenciák rendszere és a többattribútumos hasznosság. A valószínűség bayesi értelmezése. A bayesi modell. Következtetés. Monte Carlo módszerek. Bayes-statisztikai megközelítés előnyei. A valószínűségi definíció: szintaxis és szemantika. Kauzális definíció. Bayes-hálók és a tudásmernökség. Következtetés Bayes-hálókban. Bayes-hálók tanulása. Modelltanulás. Bayes-hálók tanulása hiányos adatok alapján. Jegytanulás. Stacionárius folyamatok és a Markov-feltétel. Következtetés időbeli modellekben. Szűrés, előrejelzés, simítás. Gauss-eloszlások frissítése. A Kálmán-szűrés alkalmazhatósága. Dinamikus Bayes-hálók, Gauss folyamatok. Egzakt következtetés dinamikus Bayes-hálókban. Komplex rendszerek hierarchikus és moduláris dekomponálása. Prediktív következtetés, hibrid MCMC módszerek. Modell-átlagolás. Strukturális és parametrikus következtetés. Automatikus relevancia meghatározás (ARD). Az adatokkal foglakozó eszközök, komponensek, a kialakított modellek,

a felhasználói felületek. A megismert elvek és eszközök bemutatása egy orvosbiológiai területről vett feladaton.

## Gépi tanulás

(BMEVIMIMA05, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az intelligens rendszerek egyik alapvető képességének, a tanulásnak a gépi megvalósítási lehetőségeivel foglalkozik. Bemutatja a gépi tanulás fajtáit, összefoglalja a gépi tanulás elméleti alapjait, és részletesen elemzi a legfontosabb tanuló rendszer architektúrákat. A tantárgy a gépi tanulást egységes keretbe helyezve, mint a környezetből származó információ kinyerésére és feldolgozására alkalmas megközelítést tekinti. A tanuló eljárásokat és architektúrákat azzal az igénnyel mutatja be, hogy elősegítse olyan komplex intelligens információfeldolgozási feladatok megoldását, melyeknél alapkövetelmény a megoldás folyamatos javítása a környezetből származó egyre több információ felhasználásával, valamint a környezet változásaihoz való alkalmazkodás, az adaptálódás. Az elméleti alapok bemutatásán túl a tantárgy célja, hogy fejlessze a tudatos problémamegoldó készséget. Mindezt az egységes tárgyalásmód alkalmazásával és komplex alkalmazási példák bemutatásával éri el. A tantárgy keretében elsajátított módszerek megalapozásként és háttérként szolgálnak kutatási és fejlesztési feladatok megoldásához.
**Rövid tematika:** A tanulás fogalma, tanuló gépek, tanulás intelligens rendszerekben. A legfontosabb tudásalapú architektúrák: döntési fák, neuronhálók, tudásalapú hibrid intelligens rendszerek. A tudás szerepe a tanulásban, tudásreprezentációk, tanulás különböző tudásreprezentációk mellett. Magyarázat alapú tanulás. Tanulás releváns információ alapján. Induktív logikai programozás. A minták alapján történő gépi tanulás fajtái. Felügyelt és felügyelet nélküli tanulás, félig felügyelt tanulás, megerősítéses tanulás. A tanulás számítási elmélete, valószínűleg közelítőleg helyes (VKH, PAC) tanuló algoritmusok. Statisztikai tanuláselmélet (SLT). A tanuló eljárások minősítése. A VC-dimenzió fogalma. A tapasztalati hiba minimalizálás szerepe, ERM elv. A tanuló eljárások hibájának (általánosító képesség) felső korlátjai. Strukturális kockázatminimalizálás (SRM) elve. Döntési fák. Klasszikus neuronhálók (MLP, bázisfüggvényes hálók). A tanuló eljárások, mint optimalizáló algoritmusok. Tanulás és paraméterbecslés. A kernel gépek származtatása, a kernel trükk és jelentősége. Szupport vektor gépek (SVM) és változataik. A klasszikus hálók és a kernel gépek kapcsolata. A teljesítőképesség korlátai nagymargójú osztályozási feladatoknál. A VC-dimenzió felső korlátja. Az SVM és az SRM elv kapcsolata. Gauss folyamatok. A jutalom szerepe a tanulásban. Passzív megerősítéses tanulás, adaptív dinamikus programozás, időbeli különbség (TD) tanulás. Aktív megerősítéses tanulás. Q tanulás. Alapfeladatok: főkomponens analízis (PCA), független komponens analízis (ICA). Elméleti alapok. A PCA feladat, mint mintákból történő tanuló eljárás, PCA hálók. Kernel PCA. A független komponens analízis matematikai alapjai. Az ICA megvalósítása tanuló rendszerekkel. Adatelőkészítés, normalizálás, dimenzió redukció. Zajos adatok kezelése. Hiányzó adatok problémája. Az EM algoritmus és szerepe az adatelőkészítésben. Kilógó adatok. Együttműködés és versengés. Moduláris tanuló rendszerek. Pontos és különböző szakértők kooperációja. Erős és gyenge tanulás. Boosting.

## Komplex MI alkalmazások

(BMEVIMIMB01, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy bemutatja a legfontosabb mesterséges intelligencia alkalmazásokat és az ezekben alkalmazott technológiákat.
**Rövid tematika:** Intelligens rendszerek, alkalmazások áttekintése, esettanulmányok. Az elosztott, heterogén információs környezet jellemzőinek áttekintése, az információs környezet új minőségében rejlő lehetőségek. Az információ integrálás igénye. Virtuális elektronikus piactér rendszerek. Mediátor/integrátor megközelítés bemutatása. Mediátorok szerepe, tervezési módszerei. Virtuális és materializált információ integrációs megközelítések előnyei, hátrányai. Virtuális adatintegráció technikái. Lokális és globális nézeteken alapuló virtuális integrációs sémák. Ontológiák szerepe a fogalmi heterogenitás feloldásában. Virtuális integrációt támogató mediátorok felépítése. Lekérdezések megfogalmazása, lefordítása, optimalizálása, futtatása a különböző virtuális sémák felhasználásával.

Információ keresés félig-strukturált információs forrásokban. Jelenleg elérhető internetes kereső rendszerek technológiái, képességei, hiányosságai. Adattér rendszerek. Induktív tanuló algoritmusok az információ integrációs rendszerekben. Adaptív mediátor sémák. Wrapperek tanulása. Szemantikus web koncepció lényege, technológiái. A szemantikus web technikák alkalmazása webes információs források integrálásában. Az SZW technológiák alkalmazása információ keresésben. Adattárház rendszerek, A materializált integráció előnyei és problémái. Adattárház rendszerek építésének folyamata. Adatok tárolása, lekérdezése adattárház rendszerekben. Az adat- és szövegbányászat célkitűzései. Adatbányászati alkalmazás megvalósításának folyamata (adatok előfeldolgozása, kezelése). Alapvető adatbányászati algoritmusok (gyakori minták, gyakori sorozatok, asszociációs szabályok, klaszterezési eljárások). Nyelvtechnológia alapjai (morphológia, nyelvtanok, fordítás). Keresési technikák szöveges forrásokban. Információkinyerés szöveges dokumentumokból. Információ kivonatolás webes forrásokból. Elosztott intelligens rendszer architektúrák. Intelligens otthonok. Intelligens közterek. Intelligens autók, intelligens megoldások a gyártástechnológiákban. MI a számítógépes játékokban.

## Kooperáció és gépi tanulás laboratórium

(BMEVIMIMB02, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:**. A laboratórium célja, három rövidebb tematikus blokkokba szervezett mérési sorozat elvégzésén keresztül, az intelligens rendszerekben leggyakrabban alkalmazott algoritmusok és megoldások bemutatás és fejlesztésük gyakorlása valós alkalmazási környezeteket felhasználva. Az üzleti intelligencia projekt során egy leegyszerűsített adattárház építési, kiértékelési folyamaton kell végighaladni professzionális eszköz használatával. A tudásmodellezés és információelérés blokk feladataiban a hallgatók megismerkednek az információkeresés alapelveivel, egy keresési tárgyterület modellezésével és erre építve szemantikus információelérési problémát oldanak meg. Az utolsó feladatcsoport a tanulás blokk, ahol a hallgatók statikus és dinamikus neurális, illetve bayes-i tanulási sémákkal kísérleteznek adott problématerületen.

**Rövid tematika:** Egyszerű keresési módszerek: A gyakorlat célja néhány egyszerűbb adat- és szövegfeldolgozási és webes keresési módszer kipróbálása. Tárgyterület modellezése: A gyakorlat célja kidolgozni a szemantikus kereséshez szükséges tárgyterületi modellt (ontológiát), és a gyakorlatban is kipróbálni a Protégé ontológiaszerkesztő eszközt. Szemantikus információkeresés: A gyakorlat célja az előző két gyakorlat eredményeinek ötvözése: a tárgyterület modelljével felvértezve szemantikus elemekkel bővíteni az első gyakorlaton implementált webes információelérést. Játékelméleti ágensek vizsgálata: Egyszerű JADE (Java Agent DEvelopment framework) ágenseket felhasználva a hallgatók kísérleteznek különböző játékelméleti modellekkel. Vizsgálják a kooperatív és nem-kooperatív viselkedés és a különböző egyensúlyi helyzetek alakulását. Aukciós és szavazási protokollok vizsgálata: A standard üzenet- és protokollkészletre támaszkodva a hallgatók egyszerű JADE ágensekből létesítenek egy minta ágensközösséget és kipróbálnak benne bonyolultabb árverési és szavazási protokollokat, ill. kísérleteznek a protokollok manipulálásával. Egy-ágenses (centralizált) tervkészítés: Ezen a gyakorlaton a hallgatóknak realisztikus tervkészítési problémák leírására alkalmas leírónyelv segítségével kell adott tervkészítési domain-t és problémát reprezentálniuk, majd az elkészült reprezentációt, mint bemenetet, egy „fekete doboz” tervkészítő alkalmazás bemenetére adják, amely automatikusan előállítja számukra a probléma megoldását jelentő terv(ek)et. Több-ágenses (decentralizált) tervkészítés: Ezen a gyakorlaton a hallgatók valóban elosztott, több-ágenses tervkészítéssel ismerkedhetnek meg. A hallgatók feladata elosztott ágenskeretrendszer segítségével olyan BDI (Belief-Desire-Intention) architektúrájú ágensek készítése, melyek PRS (Procedural Reasoning System) rendszerek módjára reaktív tervkészítést valósítanak meg. Statikus és dinamikus neuronhálók vizsgálata, és alkalmazása: A hallgatók egy egyszerű neuronhálós osztályozási feladat megoldásához konstruálnak különböző típusú statikus neuronhálókat és megvizsgálják a neuronhálók különböző paraméterbeállítási lehetőségeinek a hatását. Idősor-előrejelzési feladat megoldása dinamikus hálókkal: A hallgatóknak olyan dinamikus neuronhálón (MLP, RBF vagy SVM) alapuló előrejelző rendszert kell konstruálniuk, mely előre elkészített adatsor alapján az adatsor folytatásának becslését adja meg. Bayes-i tanulás: A laborfoglalkozás célja a passzív megfigyeléseken alapuló tárgyterületi modelltanulás vizsgálata Bayes hálók felhasználásával.

## V.4.1.3 IT biztonság mellékspecializáció (HIT)

**1. A specializáció megnevezése:** IT biztonság mellékspecializáció *(IT Security)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** HIT
**4. Oktató tanszékek:** HIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Buttyán Levente, egyetemi docens (HIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A specializáció célja, hogy megismertesse a hallgatókkal az IT rendszerek biztonsággal kapcsolatos problémáit és az azok megoldására alkalmazott korszerű módszereket és technológiákat. A specializáció a hangsúlyt a praktikus alkalmazásokra fekteti, ám azok részletes elemzésén keresztül a hallgatók betekintést nyernek az analízis módszerek és a tervezés kérdéseibe is. A specializáció tehát olyan mérnökök képzésére törekszik, akik képesek a modern IT rendszerekben felmerülő biztonsági problémák azonosítására, feltárására, a kapcsolódó praktikus tervezési és fejlesztési feladatok elvégzésére, valamint a mélyebb elméleti alapokra (pl. kriptográfiára) épülő módszerek és rendszerek megértésére és alkalmazására.

A specializáció-tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Biztonsági protokollok | BMEVIHIMA05 |
| Számítógép-biztonság | BMEVIHIMA06 |
| Hálózatbiztonság | BMEVIHIMB00 |
| IT biztonság laboratórium | BMEVIHIMB01 |

### Biztonsági protokollok

(BMEVIHIMA05, 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy (i) megismertesse a hallgatókkal a modern vezetékes és vezeték nélküli hálózatokban felmerülő, a hálózati kommunikáció biztonságával kapcsolatos problémákat, (ii) bemutassa a biztonsági problémák megoldására használt korszerű biztonsági protokollok elveit és gyakorlati megvalósításait, és (iii) az ismertetett protokollok részletes analízisén keresztül betekintést nyújtson a biztonsági protokollok tervezési kérdéseibe.
**Rövid tematika:** Motiváció és alapfogalmak. Kriptográfiai primitívek áttekintése. Alapprotokollok: blokkrejtjelezési módok, MAC konstrukciók, aszimmetrikus kulcsú rendszerek a gyakorlatban, kapcsolódó PKCS szabványok, ECC használata. Véletlenszám generálás: álvéletlen generátorok tervezési követelményei, illusztratív tervezési példák. Kriptográfiai (program)könyvtárak használata (pl. OpenSSL). Kulcscsere protokollok tervezése és analízise. Publikus kulcs infrastruktúra (PKI): a tanúsítvány, tanúsítványlánc, és a hitelesítés szolgáltató fogalma, a PKI elemeinek, funkcióinak, és folyamatainak bemutatása, X.509 szabvány. Biztonságos kommunikációs protokollok: SSL/TLS, IPsec, 802.1AE (MACsec), 802.1X, 802.11 biztonság. Gyakorlati hitelesítő protokollok: Kerberos, SAML és az Oauth. Biztonsági protokollok erőforrás korlátozott környezetben: Bluetooth, szenzorhálózatok, RFID. Biztonsági protokollok felhő alapú szolgáltatásokban. Anonim kommunikációt biztosító protokollok.

## Számítógép-biztonság

(BMEVIHIMA06, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a számítógépekhez kapcsolódó főbb biztonsági problémák ismertetése, és az azok megoldását szolgáló elvek és a gyakorlatban használt módszerek és eszközök bemutatása. Számítógép alatt különböző típusú számítástechnikai eszközöket értünk (pl. személyi számítógépeket, szervereket, mobil eszközöket, beágyazott számítógépeket, stb). A tantárgy lefedi ezen eszközök fizikai és operációs rendszer szintű biztonságát, valamint az eszközökön futó alkalmazások biztonsági kérdéseit; foglalkozik a biztonságos szoftverfejlesztés módszereivel, és a rosszindulatú szoftverekkel (malware), valamint számítógép-biztonsági incidensek kezelésével.
**Rövid tematika:** Bevezetés és motiváció. Operációs rendszer szintű biztonság: felhasználóhitelesítés, jogosultságkezelés és hozzáférésvédelem Windows és Linux környezetben, kernel integritás, process izoláció, memória védelem. Vezérlésfolyam elleni támadások: kód injekció, return oriented programming (ROP), rendszerhívások hook-olása. Szoftverbiztonság: biztonság kritikus programozási hibák (buffer overflow, format string,...), szoftverek biztonsági elemzése és tesztelése, biztonságos szoftverfejlesztési módszertanok. Rosszindulatú szoftverek (malware): típusai, működésük, terjedési és rejtőzködési módszereik, szignatúra alapú és heurisztikus malware detekciós módszerek, malware incidensek kezelése, malware analízis. Browserek biztonsága: biztonsági veszélyek és beépített biztonsági mechanizmusok, beépülő modulok és egyéb helper objektumok veszélyei. Mobile platformok biztonsága: Android és iOS platformok biztonsági architektúrája, mobil malware-ek típusai, működésük. A virtualizáció biztonsági problémái: guest-to-guest és guest-to-host ill. guest-to-hypervisor támadások, transzparencia és a virtualizáció detekciója. Fizikai biztonság, bontás-ellenálló eszközök. Trusted Computing és TPM: a TPM felépítése, funkciói, kapcsolódó protokollok, alkalmazási területek, távoli kódellenőrzés.

## Hálózatbiztonság

(BMEVIHIMB00, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy részletes betekintést nyújt a számítógép-hálózatok biztonsági problémáiba, azok megoldási lehetőségeibe, valamint a különböző hálózatok üzemeltetési gyakorlatában használt hálózatbiztonsági technikák és eszközök működésébe. A tárgyat elvégző hallgatók olyan elméleti és gyakorlati ismereteket szereznek, melyek a hálózatok biztonságos üzemeltetésének alapját képezik, lehetővé téve a fenyegetettségek megértését és felmérését, az alkalmas biztonsági megoldások kiválasztását, integrálását, továbbfejlesztését, és üzemeltetését, valamint új megoldások tervezését. A tantárgy megalapozza továbbá a hálózatok biztonsági tesztelése (etikus hacking) módszereinek elsajátítását és alkalmazását.
**Rövid tematika:** Bevezetés és motiváció. Hálózati behatolási módszerek, hálózatok biztonsági tesztelése (penetration testing, etikus hacking). Behatolás megelőző rendszerek (IPS): tűzfalak típusai, működésük, tipikus konfigurációs beállítások, tipikus hibák, új generációs tűzfalak. Behatolás detektáló rendszerek (IDS): IDS rendszerek fajtái, működésük, konfigurációjuk, biztonsági információk és események kezelését célzó integrált rendszerek (SIEM). Logelemzés. Honeypot technológia alkalmazása támadások detektálására és nyomonkövetésére. Hálózati infrastruktúra biztonsága: DNS és DNSSEC, a BGP útvonalválasztó protokoll biztonsági problémái, lehetséges megoldásai. Spamszűrés és védekezés DoS támadások ellen. Webes rendszerek biztonsága: tipikus biztonsági problémák (SQL injection, XSS, CSRF, stb.) és javasolt megoldások, Web szerverek biztonsági beállításai, webes rendszerek biztonsági tesztelése. Vállalati hálózati környezet biztonsága: felhasználók hitelesítése, jogosultságkezelés, és hozzásférésvédelme, Wifi, BYOD probléma, DLP megoldások. Ipari és beágyazott hálózatok biztonsága. Botnetek: botnetek felépítése, működése, alkalmazott vezérlési módszerek, botnetek felderítése, feltérképezése, méretének meghatározása. Privátszféra védelem a weben és közösségi hálózatokban.

# IT biztonság laboratórium

(BMEVIHIMB01, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a mellékspecializáció tárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és elmélyítése konkrét gyakorlati problémák és feladatok megoldásával valós, vagy ahhoz közeli környezetben.

**Rövid tematika:**

- Jogosultságkezelés és hozzáférésvédelem Windows és Linux operációs rendszereken
- Malware analízis
- Hálózatok és webes rendszerek biztonsági ellenőrzése (ethical hacking)
- Hálózati forgalom analízis lehallgatással
- Tűzfal és IDS konfiguráció
- Wifi biztonság
- PKI és elektronikus aláírás

## V.4.1.4 IT rendszerek fizikai védelme mellékspecializáció (HVT)

**1. A specializáció megnevezése:** IT rendszerek fizikai védelme mellékspecializáció
*(Physical Protection for IT Systems)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** HVT
**4. Oktató tanszékek:** HVT, VET
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Barbarics Tamás, egyetemi docens (HVT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A mellékspecializáció célja olyan mérnökinformatikus hallgatók képzése, akik ismerik az információs rendszerek hardver eszközeinek biztonsági feltételrendszerét, az adatok sérülését, illetve elvesztését okozó legfontosabb fizikai jelenségeket. A latens sérüléseket és a roncsolódásokat okozó véletlenszerűen (természeti vagy külső hatásra) előforduló, illetve szándékosan (mesterséges úton) előidézett hatások elleni védelem rendszerét, a hardver követelményeket és a védekezés hatásosságának ellenőrző méréseit.

A specializáció tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Az IT fizikai védelmének alapjai | BMEVIVEMA00 |
| Az IT infrastruktúra külső védelme | BMEVIHVMA00 |
| Az IT zavar és terrorvédelme | BMEVIHVMB00 |
| IT rendszerek hardveres védelme labor | BMEVIHVMB01 |

### Az IT fizikai védelmének alapjai

(BMEVIVEMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** Az informatikai rendszerek adatvesztését nem csak a szoftveres támadások okozhatják, hanem a hardveres meghibásodást okozó természetes vagy mesterséges jelenségek is. A tantárgy célja a mérnökinformatikus hallgatók számára áttekintő ismereteket adni a fizikai károsodást okozó folyamatokról.
**Rövid tematika:** Az informatikai berendezések adatvesztésének fizikai okai. A berendezések érzékeny részeinek ismertetése. Adatlopás illetéktelen behatolással. Behatolási lehetőségek, veszélyek kizárása. Személyi azonosítás, videó megfigyelés, biztonsági rendszerek. Informatikai központok hűtési szükséglete. Energiaszükséglet meghatározása informatikai központokban, energiaellátás kiesésének problémái. Adatvesztés tűz hatására. A tűz kialakulásának lehetőségei, különböző tűzfajták ismertetése. Robbanásveszélyes környezet speciális biztonsági problémái. A villám kialakulása: az előkisülés, az ellenkisülés és a főkisülés tulajdonságai. A villámparaméterek gyakorisági eloszlása. Villamos töltések keletkezése és elhelyezkedése. A zivatarok és a villámcsapások időbeli és területi eloszlása. Villámsűrűség és gyakoriság. A villám hatásai. Hőhatás és rombolások keletkezése és következményei fémben, kőben, fában. A villámcsatorna által létrehozott villamos és mágneses erőterek. A kisugárzott elektromágneses hullámok nagysága és frekvenciája. Űrmeteorológiai zavarok. Napkitörések hatása földi és műholdas információátviteli berendezésekre. Az elektrosztatikus feltöltődés és az elektrosztatikus kisülés (ESD) jelensége. Tipikus feltöltődési folyamatok. Az elektrosztatikus kisülés következményei, káros hatásai. Adatvesztés alacsonyfrekvenciás EMC zavarok miatt. Zavarok keletkezése, terjedési módjai. Vezetéken és az elektromágneses térként jelentkező zavarok ismertetése. Adatvesztés rádiófrekvenciás vezetett zavarok miatt. Zavarok keletkezési módjai terjedési tulajdonságai. Impulzus jellegű zavarok. Modulált jelek zavarai. Adatvesztés rádiófrekvenciás sugárzott zavarok miatt. Zavarok keletkezési módjai terjedési tulajdonságai. Rádióadók, ISM berendezések, mobiltelefon rendszerek zavarai. Elektromágneses fegyverek veszélyei. A jellemző működési elvek ismertetése. A NEMP a HEMP és a NNEMP impulzusok jellemzői, hatásai. Az elektromágneses terrorizmus veszélyei.

## Az IT infrastruktúra külső védelme

(BMEVIHVMA00, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az informatikai rendszerek adatvesztését okozó jelenségek egy része az IT infrastruktúra sérülését okozza. A tantárgy megismerteti a hallgatókat a sérülést okozó folyamatok megelőzésére kialakítható védelmi rendszerek alapjaival.
**Rövid tematika:** Az informatikai berendezések rendelkezésre állását biztosító védelmi rendszerek főbb típusai. Kockázatok elemzése. Behatolást jelző rendszerek, megoldások ismertetése, átjelzési lehetőségek. Érzékelők, központok, felügyeleti szoftverek funkcióinak ismertetése. Esettanulmány: megvalósított behatolás jelző rendszer ismertetése. Vagyonvédelmi szabályok. Tűzjelző rendszerek, megoldások ismertetése, átjelzési lehetőségek. Érzékelők, központok, felügyeleti szoftverek funkcióinak ismertetése. Tűzjelző rendszerek beavatkozó elemeinek ismertetése. Automatikus oltóberendezések típusai, jellemző felhasználási területük. Esettanulmány: megvalósított tűzjelző és oltó rendszer ismertetése. Tűzvédelmi rendeletek. Robbanásveszélyes környezetben üzemelő informatikai berendezések speciális tűzvédelmi megoldásai. Energiaellátás biztonsága. A szünetmentes tápellátás típusai, jellemző felhasználási területük. Informatikai központok hűtéstechnikai megoldásai. Fény és mechanikai rezgés védelmi megoldások számítógépes rendszerekben.
A villámvédelem alapelvei. A kockázat fogalma. Az elfogadható kockázat. A védett tér és a becsapási valószínűség értelmezése. A becsapási pont helyének meghatározása és valószínűsége. Az épületek és egyéb építmények villámvédelmének magyar és nemzetközi szabványai. A villámvédelem gyakorlati megoldása. Primer, szekunder és preventív villámvédelem. Az épületben levő villamos, elektronikus, távközlési, adatátviteli és számítástechnikai berendezések belső villámvédelme. Védekezés a villámcsapás másodlagos hatásai ellen. Elektronikus berendezések többlépcsős védelme. A védelem eszközei, szikraköz, varisztor, szupresszor dióda, Esettanulmány: megvalósított villámvédelmi rendszer ismertetése.

## Az IT zavar és terrorvédelme

(BMEVIHVMB00, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az IT infrastruktúra fejlődésével a rendszerek egyre összetettebb felépítésűvé váltak. A bonyolult felépítésű hálózatokban az egyes eszközök egymásra hatása, illetve a rendszeren kívüli berendezések véletlen vagy szándékos zavarjelei miatt a megbízható működés csak gondos EMC (ElectroMagnetic Compatibility) tervezéssel valósítható meg. A félév során a hallgatók megismerik a legfontosabb EMC zavarokkal, illetve az EMC terrorizmussal szemben kialakítható védelmi megoldásokat.
**Rövid tematika:** Az EMC zavarvédelem alapelvei. Az EMC direktíva ismertetése. Harmonizált szabványok az EMC direktívához. Az informatikai berendezések EMC zavarokkal szembeni védelmét biztosító rendszerek főbb típusai. Az elektrosztatikus feltöltődés és az elektrosztatikus kisülés (ESD). Védekezés az elektrosztatikus feltöltődés és az elektrosztatikus kisülés ellen. Az ESD káros következményeinek elkerülésére szolgáló intézkedések. Antisztatikus (disszipatív) anyagok, eliminátorok. Kisfrekvenciás zavarforrások az informatikai berendezésekben. Kisfrekvenciás zavarszűrési módszerek. Hálózati zavarszűrők tulajdonságai. Kisfrekvenciás zavarok szabványos mérési eljárásai. Emisszió és immunitásmérési módszerek. Rádiófrekvenciás zavarforrások az informatikai berendezésekben. Rádiófrekvenciás zavarszűrési módszerek. Adatátviteli zavarszűrők tulajdonságai. Árnyékolás, közös potenciálra hozás alapelvei. Rádiófrekvenciás zavarok szabványos mérési eljárásai. Emisszió- és immunitásmérési módszerek. A kritikus infrastruktúra fogalma, hatása az IT rendszerekre. Védekezés az elektromágneses fegyverek ellen. Védekezés az EMC terrorizmus ellen. Esettanulmány egy árnyékolt zavarvédett számítóközpont tervezéséről.

# IT rendszerek hardveres védelme laboratórium

(BMEVIHVMB01, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A specializáció során megismert, az IT rendszerek fizikai sérülését okozó jelenségek, és az ellenük alkalmazható védelmi eljárások megismerése a gyakorlatban.

**Rövid tematika:**

Villámok jellemzőinek vizsgálata laborban. A strukturált kábelezés EMC zavarainak mérése. Rádiótelefon hálózatok EMC zavarainak vizsgálata. Tűz- és behatolás jelző rendszer elemeinek alkalmazása a gyakorlatban. Primer és szekunder villámvédelem működésének megismerése. Elektrosztatikus kisülések mérése. Rádiófrekvenciás vezetett, és sugárzott emisszió mérések. Rádiófrekvenciás vezetett, és sugárzott immunitásmérések. Rádiófrekvenciás árnyékolásmérések.

Látogatás a T-Com Száva utcai Rádiótelefon központjában: szünetmentes energia ellátás, villámvédelem.

Látogatás a Liszt Ferenc Repülőtéren: behatolás és tűzvédelem, radarok RF zavarai.

Látogatás a Dataplex adatközpontban: szünetmentes energia ellátás, ehatolás és tűzvédelem, ESD védelem.

## V.4.1.5 Mobilszoftver-fejlesztés mellékspecializáció (AUT)

**1. A specializáció megnevezése:** Mobilszoftver-fejlesztés mellékspecializáció *(Mobile Software Development)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** AUT
**4. Oktató tanszékek:** AUT, HIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Forstner Bertalan, egyetemi docens (AUT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A mellékspecializáció célja, hogy a hallgatókat megismertesse az általános mobilszoftverek tervezési és fejlesztési szempontjaival, a kurrens és jellemző technológiákkal, illetve a technológiából adódó kihívásokkal és a gyakorlatban leginkább bevált megoldásokkal. A hordozható számítástechnikából adódó kommunikációs, adatkezelési, adatbeviteli és adatmegjelenítési kihívások azonosítása után az aktuális és a közeljövőben várható megoldások vizsgálata és alkalmazása történik. A kurzusok alatt a hallgatók megismerik a hardver által jelentett korlátozásokra adott szoftveres válaszokat. Alapvető áttekintést és gyakorlatot szereznek a legfontosabb, illetve legelterjedtebb mobilplatformokra történő fejlesztésről. Hangsúlyt kap a különböző megközelítéssel történő multiplatform alkalmazások kialakítása, illetve a webes technológiákra épülő mobil szoftverek készítése. A mobil alkalmazásokra jellemző, hogy a felhasználói élmény meghatározó eleme az elkészült termék értékének, ezért a hallgatók külön előadások keretében foglalkoznak szoftverergonómiai kérdésekkel, valamint a felület igényes megvalósításának technológiájával. A laboratóriumi foglalkozások célja, hogy a hallgatók ipari minőségű gyakorlatot szerezzenek a különböző platformokra készített mobil projektek tervezésében, magas színvonalú megvalósításában, a tesztelés módszerességében, és így hosszútávon karbantartható szoftver termékeket legyenek képesek előállítani. .

A specializáció-tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Mobilszoftver-platformok | BMEVIAUMA05 |
| Számítógép-biztonság | BMEVIHIMA06 |
| Mobilszoftver-rendszerek fejlesztése | BMEVIAUMB01 |
| Mobilszoftver laboratórium | BMEVIAUMB02 |

### Mobilszoftver-platformok

(BMEVIAUMA05, 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatókkal megismertesse a tipikus, mobilszoftvert alkalmazó rendszereket, és a szoftverek kialakításához szükséges, legelterjedtebb megközelítéseket és platformokat.
**Rövid tematika:** A tantárgy két nagyobb részre osztható. Az első rész az egyes elterjedt platformokat és tervezési elveiket mutatja be (Android, iOS, Windows Phone). Az alapelveik megértésén túl a tantárgy bemutatja a fejlesztési lehetőségeket az adott platformra, illetve összeveti az általuk használt irányelveket, módszereket. A gyakorlati órák során mindez kipróbálásra is kerül.
A második nagyobb rész a multiplatform mobilalkalmazás-fejlesztésbe vezet be. A C++ megoldások közül a Qt keretrendszere kerül bemutatásra, ennek mobil kiterjesztésével. A tantárgy áttekinti a deklaratív (QML alapú) multiplatform alkalmazások készítését. Ezután a webes technológiákra építő, mobilweb alkalmazások építőelemeit ismerik meg a hallgatók. A klasszikus értelemben vett mobil weben túlmutatóan a tantárgy megismerteti a webes technológiákra építő multiplatform rendszereket.
A tárgyat elvégző hallgató képes lesz a legelterjedtebb mobilplatofrmok közül a feladatnak megfelelőeket azonosítani, a platformokra szoftvert tervezni és megvalósítani. Ezen túlmenően képes lesz a multiplatform megoldások alkalmazhatóságát eldönteni, és multiplatform alkalmazást tervezni és készíteni.

## Számítógép-biztonság

(BMEVIHIMA06, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a számítógépekhez kapcsolódó főbb biztonsági problémák ismertetése, és az azok megoldását szolgáló elvek és a gyakorlatban használt módszerek és eszközök bemutatása. Számítógép alatt különböző típusú számítástechnikai eszközöket értünk (pl. személyi számítógépeket, szervereket, mobil eszközöket, beágyazott számítógépeket, stb). A tantárgy lefedi ezen eszközök fizikai és operációs rendszer szintű biztonságát, valamint az eszközökön futó alkalmazások biztonsági kérdéseit; foglalkozik a biztonságos szoftverfejlesztés módszereivel, és a rosszindulatú szoftverekkel (malware), valamint számítógép-biztonsági incidensek kezelésével.

**Rövid tematika:** Bevezetés és motiváció. Operációs rendszer szintű biztonság: felhasználóhitelesítés, jogosultságkezelés és hozzáférésvédelem Windows és Linux környezetben, kernel integritás, process izoláció, memória védelem. Vezérlésfolyam elleni támadások: kód injekció, return oriented programming (ROP), rendszerhívások hook-olása. Szoftverbiztonság: biztonság kritikus programozási hibák (buffer overflow, format string,...), szoftverek biztonsági elemzése és tesztelése, biztonságos szoftverfejlesztési módszertanok. Rosszindulatú szoftverek (malware): típusai, működésük, terjedési és rejtőzködési módszereik, szignatúra alapú és heurisztikus malware detekciós módszerek, malware incidensek kezelése, malware analízis. Browserek biztonsága: biztonsági veszélyek és beépített biztonsági mechanismusok, beépülő modulok és egyéb helper objektumok veszélyei. Mobile platformok biztonsága: Android és iOS platformok biztonsági architektúrája, mobil malware-ek típusai, működésük. A virtualizáció biztonsági problémái: guest-to-guest és guest-to-host ill. guest-to-hypervisor támadások, transzparencia és a virtualizáció detekciója. Fizikai biztonság, bontás-ellenálló eszközök. Trusted Computing és TPM: a TPM felépítése, funkciói, kapcsolódó protokollok, alkalmazási területek, távoli kódellenőrzés.

## Mobilszoftver-rendszerek fejlesztése

(BMEVIAUMB01, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a mobilszoftver-tervezés és fejlesztés általánosan érvényes irányelveinek bemutatása, valamint mérnöki szemlélet kialakítása a területen.
**Rövid tematika:** A tantárgy ismerteti a mobil eszközök korlátait, energiagazdálkodási kérdéseket, ezek szoftveres kezelését, valamint a hálózati kapcsolat rendelkezésre állásából fakadó kommunikációs és adatkezelési nehézségeket. Platform-független modellezési és tervezési technológiákat használva megismerhetők a tipikus kliens-szerver architektúra lehetőségei, illetve gyakorlatban bevált módszerei mobil környezetben. A kommunikációs protokollok tervezése és megvalósítása során bemutatásra kerül a push jellegű kommunikáció, valamint a szinkronizálási kérdések.
Általánosan használt kódkönyvtárakon keresztül bemutatásra kerül a 3rd party modulok illesztését és használatát, mobilfizetés és alkalmazáson belüli fizetés használatát, közösségi platformok integrációját. Ebből az irányból megközelítve mutatja be a tantárgy a felhő-alapú megoldásokat, a backend-as-a-service szolgáltatások alkalmazását.
A hallgatók megismerkednek a különféle tesztelési lehetőségekkel, köztük az automatizált felhasználói-felület tesztelésével. A tantárgy kitér a dokumentálás és különböző piactereken történő publikálás kérdéseire is.
A tárgyat elvégző hallgató képes lesz a mobilalkalmazások fejlesztése során a megfelelő eszköztárat kiválasztani és felhasználni. Szintén képes lesz a mobilalkalmazásokat és rendszereket különböző szempontok szerint értékelni és optimalizálni, illetve ilyen módon megtervezni (pl. energiahatékonyság, kommunikációs overhead). Ezen túl kompetenciát szerez a teljes fejlesztési ciklus lépéseinek tervezésében és végigvitelében.

# Mobilszoftver laboratórium

(BMEVIAUMB02, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A laboratórium célja a Mobilszoftver-platformok, illetve Mobilszoftver-fejlesztés tárgyakon tanultak személyes kipróbálása és alkalmazása.
**Rövid tematika:** A vezetett méréseken hét fő témakört körüljárva készülnek önálló alkalmazás-prototípusok a következő ismeretek elmélyítésére: Szoftverfejlesztés Android platformra, Szoftverfejlesztés iOS platformra, Szoftverfejlesztés Windows Phone platformra, Multiplatform mobilalkalmazás készítése Qt alapokon, Kliens-szerver architektúrába illeszkedő mobilalkalmazás kialakítása, Ergonomikus felhasználói felület tervezése és megvalósítása, Mobilalkalmazások tesztelése különböző szinteken.

## V.4.1.6 Számításelmélet mellékspecializáció (SZIT)

**1. A specializáció megnevezése:** Számításelmélet mellékspecializáció
*(Theory of Computation)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** SZIT
**4. Oktató tanszékek:** SZIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Katona Gyula, egyetemi docens (SZIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A holnap informatikájának egyik kulcskérdése az, hogy a számítógépek közelebb kerüljenek a különböző típusú felhasználóikhoz. A BME VIK mérnök-informatikus MSc képzés részét képező számításelméleti specializáció felsorakoztatja az ehhez szükséges új matematikai módszereket és az ezekre épülő technológiákat. Az algoritmustervezés területén új modellek (pl. kvantumszámítógépek) és új megközelítések (pl. paraméteres bonyolultság) születtek, de a hagyományos kérdéskörökben is erősebb algoritmusok készíthetőek a gráfelmélet és a kombinatorikus optimalizálás újabb eredményeinek felhasználásával. A programozás területén megjelennek a logikai, funkcionális, ill. korlát (constraint) alapokon nyugvó, deklaratív programozási nyelvek. A hagyományos nyelvekhez képest egy deklaratív program sokkal tömörebb, magasabb szintű. Megfogalmazásában nem szükséges az algoritmus részleteit kidolgozni, sokszor elegendő a megoldandó cél eléréséhez szükséges feltételek (korlátok) leírása. Ebből következően a deklaratív programok implicit módon, azaz programozói beavatkozás nélkül párhuzamosíthatók, és így multiprocesszoros rendszereken való hatékony végrehajtásuk is biztosítható. A köznapi informatikában – pl. a Webes keresésben – is jelentkezik az az igény, hogy a számítógép ne csak szövegeket, betűsorozatokat lásson, hanem a mögöttük levő jelentést, szemantikát is kezelni tudja. Ehhez a szöveges adatokat metaadatokkal egészíthetjük ki, amelyek formálisan, gépi úton kezelhetőek. A meta-adatok automatikusan is kinyerhetőek, matematikai statisztikai módszerekkel, illetve szövegelemzéssel. Emellett rendkívül fontos a szakterületi, illetve általános tudás formális megjelenítése ún. ontológiák formájában, valamint az ezeken való automatikus következtetés.

A specializáció-tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Algoritmusok és bonyolultságuk | BMEVISZMA00 |
| Nagyméretű adathalmazok kezelése | BMEVISZMA01 |
| Gráfok, hipergráfok és alkalmazásaik | BMEVISZMB00 |
| Nagyhatékonyságú deklaratív programozás laboratórium | BMEVISZMB01 |

### Algoritmusok és bonyolultságuk

(BMEVISZMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja az algoritmikus gondolkodás továbbfejlesztése. E célból a hallgatók betekintést kapnak a modern irányzatok némelyikébe: a több processzort használó alapvető párhuzamos és elosztott algoritmusokba, a problémák paraméteres bonyolultságának vizsgálatába, ill. a kvantumszámítógép matematikai modelljébe és alapvető algoritmikus technikáiba.
**Rövid tematika:** Geometriai algoritmusok (legközelebbi pontpár, konvex burok meghatározása). Alapvető párhuzamos algoritmusok (PRAM-ek, Brent-elv a gyorsításra). Elosztott algoritmusok hibátlan esetben, egyezségre jutás, ill. ennek lehetetlensége különböző típusú hibák esetén (vonalhiba, leállás, Bizánci típusú hiba). Interaktív bizonyítások, IP=PSPACE. On-line algoritmusok. Paraméteres bonyolultság (korlátos mélységű keresőfák, a gráfminor tétel következményei, W[1]-teljesség). A kvantumalgoritmusok alapjai.

## Nagyméretű adathalmazok kezelése

(BMEVISZMA01, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit,SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:**. A tantárgy megismerteti a hallgatókat az adatbányászat elméletével, a legfontosabb algoritmusokkal, azok előnyeivel, hátrányaival és korlátaival. A hallgatók a laborgyakorlatok során megismernek több jelentősebb adatbányászati szoftvercsomagot és saját programozási feladatokat is teljesítenek.
**Rövid tematika:** A WEKA szoftver megismerése, függvénykönyvtárának alkalmazása. Előfeldolgozás, mintavételezés, dimenzió-csökkentés az adatbányászatban. Gyakori minták kinyerése. Asszociációs szabályok, függetlenség-vizsgálat. Osztályozás (döntési fák, legközelebbi szomszéd, Bayes hálók, svm, adaboost, kernel függvény). Klaszterezés (Kleinberg-féle lehetetlenség-elmélet, klasszikus klaszterezési célfüggvények és azok hibái, klaszterező algoritmusok típusai, partíciós-, hierarchikus-, sűrűségalapú algoritmusok). Nagyméretű gráfok kezelése, klaszterezése, különböző paramétereinek számítása, használata, ábrázolása.

## Gráfok, hipergráfok és alkalmazásaik

(BMEVISZMB00, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy fő célja a hallgatók gráfelméleti ismereteinek bővítése, a hipergráfok elmélete néhány fontosabb eredményének bemutatása és ezáltal a diszkrét matematikai gondolkodás fejlesztése. Hangsúlyosan be kívánja mutatni a hipergráf fogalom különféle nézőpontjait (gráfok általánosításai, halmazrendszerek, az élek karakterisztikus vektorainak halmazai), megismertetni a különböző nézőpontok előnyeit és rutinszerűvé tenni a közöttük való átjárást.
**Rövid tematika:** Tutte tétel és Vizing tétel bizonyítása, stabil párosítások, Gale-Shapley tétel. Dinitz probléma, listaszínezés, listaszínezési sejtés, Galvin tétel, síkgráfok listaszínezése, Thomassen és Voigt tételei. Hipergráfok bevezetése, nézőpontok: gráfok általánosításai, halmazrendszerek, 0-1 sorozatok halmazai. Gráfelméleti eredmények általánosítása: Baranyai tétel, Ryser-sejtés. Nevezetes extremális halmazelméleti eredmények: Sperner tétel, LYM egyenlőtlenség, Ahlswede-Zhang azonosság, Erdős-Ko-Rado tétel, Kruskal-Katona tétel. Ramsey tétele gráfokra és hipergráfokra, geometriai alkalmazások. Lineáris algebra alkalmazására példák: Páratlanváros tétel, Graham-Pollak tétel. További geometriai alkalmazások: Chvátal ,,art gallery" tétele, Borsuk sejtés Kahn-Kalai-Nilli féle cáfolata. Kombinatorikus optimalizálási feladatok poliéderes leírása, példák, perfekt gráfok politópos jellemzése.

## Nagyhatékonyságú deklaratív programozás laboratórium

(BMEVISZMB01, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a Deklaratív Programozás c. BSc tantárgy keretében szerzett tudás elmélyítése, kiterjesztése a korlát-logikai programozás (constraint logic programming, CLP) területére. A CLP elméleti alapjainak, módszereinek és megvalósításainak megismertetése, a korlát-programozás gyakoroltatása.
**Rövid tematika:** A Prolog nyelv fejlettebb elemei, korutinkezelés. A korlát-logikai programozás elméleti alapjai. Valós és racionális tartományú CLP: nyelvi elemek, megvalósítás, példák. Boole-értékű CLP. Véges tartományú CLP: elméleti háttér; aritmetikai korlátok; logikai és tükrözött korlátok, kombinatorikus korlátok. Címkézés, felhasználói korlátok készítése indexikálisok és globális korlátok formájában. CLPFD nyomkövetés. CLPFD esettanulmányok: Modellezés, korlátok megválasztása, hatékony keresés. A CHR (Constraint Handling Rules) generikus korlát-programozási eszköz.

## V.4.1.7 Számítási felhők és párhuzamos rendszerek mellékspec. (IIT)

**1. A specializáció megnevezése:** Számítási felhők és párhuzamos rendszerek mellékspecializáció *(Cloud and Parallel Computing)*
**2. MSc szak:** mérnökinformatikus
**3. Specializáció felelős tanszék:** IIT
**4. Oktató tanszékek:** IIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Szeberényi Imre, egyetemi docens (IIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A mellékspecializáció célja, hogy a hallgatókat megismertesse a felhőalapú informatikai rendszerek, valamint a párhuzamos számítási és feldolgozási rendszerek jellemző technológiáival, minőségi kritériumaival és tesztelési módszereivel, amelyek alkalmazása mind ipari, mind kutatási környezetben egyre elterjedtebb a teljesítmény és feldolgozási képesség növelése érdekében. Külön hangsúlyt fektetet a specializáció a nagy feldolgozási képességű (HTC), és nagy teljesítményű (HPC) rendszerekre.
A párhuzamosítás gondolata már a 60-as években megjelent, mint a teljesítménynövelés egyik lehetséges eszköze. A technológiai háttér azonban csak a 80-as években alakult ki. Az ezredfordulótól pedig meghatározó tervezési paradigmává vált. A gyors technológiai fejlődésnek köszönhetően a többmagos processzorokra, valamit a különféle gyorsító processzorokra épülő rendszerek napi használatúak lettek. A *nagyteljesítményű párhuzamos feldolgozás,* valamint a *GPGPU alkalmazások* című tantárgyak a párhuzamosítás elméleti alapjaival, eszközkészletével, valamint a napi gyakorlatban jelentősen elterjedten általános célú processzorként használt grafikus processzorok felhasználásával ismertetik meg a hallgatókat. A virtualizáció alkalmazása a feldolgozási képesség növelésének eszközeként az utóbbi években terjedt el, habár virtualizáció gondolata is a 60-as évek eredménye. A *felhő alapú rendszerek* című tantárgy a felhő alapú rendszerek alapfogalmait, technológiai környezetét és felhasználási lehetőségét mutatja be.

A specializáció-tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Felhő alapú rendszerek | BMEVIIIMA05 |
| Nagyteljesítményű párhuzamos feldolgozás | BMEVIIIMA06 |
| GPGPU alkalmazások | BMEVIIIMB01 |
| Párhuzamos programozás laboratórium | BMEVIIIMB02 |

### Felhő alapú rendszerek

(BMEVIIIMA05, 1. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a korszerű számítási felhők alapismereteire, megoldásaira és alkalmazásaira koncentrál. Az alapfogalmak tisztázásán túl bemutatja a jellemző telepítési és szolgáltatási modelleket, minőségi és biztonsági kritériumokat. A tantárgy hallgatói megismerik a gyakorlatban alkalmazott virtualizációs technikákat és azokat az elterjedt szoftver megoldásokat, protokollokat, szabványokat és interfészeket, amelyek a korszerű felhő alapú szolgáltatások kialakításához a gyakorlatban felhasználhatók. Megismerkednek továbbá a felhő alapú informatikai rendszerek tervezésének, fejlesztésének, üzemeltetésének, és minőségellenőrzésének módszereivel és eszközeivel.
**Rövid tematika:**
Virtualizáció szerepe, megoldásai, hibatűrés, biztonság. Felhő alapú rendszerek osztályozása szolgáltatási szint és telepítési modell szerint, (NIST definíciók és modellek). Technológiai háttér. Tervezési és termékválasztási szempontok, gyakorlati megoldások. Elterjedten használt felhő infrastruktúra menedzsment és virtualizációs megoldások elemei (OpenNebula, OpensStack, vSphere, Hype-v, Xen, KVM). Elterjedt SaaS, PaaS és IaaS üzleti szolgáltatások (Amazon, MS Azure, Google AppEngine, Heroku, OpenShift). Biztonsági kérdések. Üzemeltetési feladatok, megfontolások.

## Nagyteljesítményű párhuzamos feldolgozás

(BMEVIIIMA06, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az igen nagy számításigényű és vagy feldolgozási szükségletű mérnöki és kutatási feladatok megoldását biztosító szuperszámítógépek architektúra-osztályait, működtetésükhöz és alkalmazásukhoz szükséges szoftver komponenseket és programozási nyelveket mutatja be. A tantárgy hallgatói megismerkedhetnek azokkal a hálózati megoldásokkal, amelyek a legnagyobb teljesítményű gépekben (TOP500) is alkalmaznak. Megismerkedhetnek továbbá a különféle gyorsító processzorokkal és tároló megoldásokkal. Fontos célja a tárgynak, hogy átfogó képet adjon ezen rendszerek használatával, programozásával, minőségi ellenőrzésével és üzemeltetésével kapcsolatban is.
**Rövid tematika:** Párhuzamos architektúrák alapfogalmai. Ideális párhuzamos számítógép. taszk/csatorna modell és az üzenetküldés elvén alapuló megoldások. PRAM modell. Valós, a piacon elérhető architektúrák (MPP, SMP, CLuster) jellemzői és eszközei. Programozási nyelvek, környezetek (Linda, PVM, MPI, OpenMP). Ütemezők és elosztott fájlrendszerek.

## GPGPU alkalmazások

(BMEVIIIMB01, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A specializáció harmadik tárgya a „GPGPU alkalmazások” c. tárgy, amely a grafikai kártyákban rejlő számítási teljesítmények általános célú felhasználását mutatja be a GPU-k általánosított modelljén keresztül: OpenCL, CUDA, Phi. Kitér a hordozható programok fejlesztésének módszereire is (template metaprogramming)..
**Rövid tematika:** A GPU felépítésének és működésének áttekintése az általános célú programozhatóság szempontjából. Bevezetés az OpenCL framework használatába, az OpenCL virtuális gép platform, memória és program modelljén keresztül. OpenCL C nyelv és a hozzá kapcsolódó host oldali interface bemutatása. Nagyméretű adathalmazokon végzett műveletek GPGPU támogatása: vektor feldolgozás, szóró és gyűjtő algoritmusok. Alapvető párhuzamos primitívek megvalósításának kérdései OpenCL környezetben: map, amplify, reduce, histogram, scan, compact. Párhuzamos rendező algoritmusok: brick sort, radix sort, merge sort. Gráfok szélességi bejárása és alkalmazásai. Párhuzamos hash alapú algoritmusok. A GPGPU algoritmusok optimalizációs kérdései: elméleti és gyakorlati metrikák, algoritmikus optimalizációs lehetőségek.

## Párhuzamos programozás laboratórium

(BMEVIIIMB02, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit,IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatók a gyakorlatban megismerkedhetnek a felhő alapú rendszerek és a hozzá kapcsolódó fejlesztő- és teszteszközök használatával, valamint konkrét feladatokon keresztül elsajátíthatják a párhuzamos programozás lépéseit, módszereit. Megismerhetik továbbá a hagyományos informatikai alkalmazások felhőbe történő migrálásának kritériumait és lépéseit. A hallgatók a laborfeladatok nagy részét a CIRCLE rendszer segítségével biztosított felhő környezetben oldják meg.
**Rövid tematika:**
Párhuzamos programok és paraméter scan alkalmazások. Párhuzamos programok szálakkal. Párhuzamos programok MPI és OpenMP környezetben. Párhuzamos programok tesztelése. CUDA és OpenCL segítségével készített programok. Matematikai könyvtárak (MKL, LAPACK, BLAS). Mini projektek a felhőben. Tesztelési eszközök.

## V.4.2 Projekttantárgyak

A mesterképzés keretein belül a hallgatók ún. projekttantárgyakat vesznek fel, melyek az általuk választott fő-, vagy mellékspecializációhoz kapcsolódik. Ezek a tantárgyak rendre az első szemesztertől kezdődően az Önálló laboratórium 1, Önálló laboratórium 2, Szakmai gyakorlat (kritérium tantárgy), majd a Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva). A projekttantárgyakat a hallgatók kizárólag valamelyik specializációra való besorolásukat követően vehetik fel, a felvétel szabályait részletesen az MSc specializációválasztási szabályzat tartalmazza.

### Önálló laboratórium 1

(0. vagy 1. szemeszter,0/0/3/f/5 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUML00 | Önálló laboratórium 1 | AUT |
| BMEVIEEML00 | Önálló laboratórium 1 | EET |
| BMEVIETML00 | Önálló laboratórium 1 | ETT |
| BMEVIHIML00 | Önálló laboratórium 1 | HIT |
| BMEVIHVML00 | Önálló laboratórium 1 | HVT |
| BMEVIIIML00 | Önálló laboratórium 1 | IIT |
| BMEVIMIML00 | Önálló laboratórium 1 | MIT |
| BMEVISZML00 | Önálló laboratórium 1 | SZIT |
| BMEVITMML00 | Önálló laboratórium 1 | TMIT |
| BMEVIVEML00 | Önálló laboratórium 1 | VET |

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy két féléve során a hallgatók komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. A két féléves Önálló laboratórium tantárgy felkészít a szintén két féléves Diplomatervezés tantárgy elvégzésére.
Az első félév programja a téma kiválasztása, a feladat részletes specifikálása, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.
**Rövid tematika:** Az oktatási időszak első hetében (a regisztrációs hetet követően) a hallgatók jelentkeznek a meghirdetett konkrét témákra, vagy témacsoportokra, a leendő konzulenssel egyeztetve a feladatot. Célszerű a téma kiválasztása ügyében a tanszéket a félévet megelőző vizsgaidőszakban felkeresni, amennyiben ez lehetséges.
A félév elején a hallgatók a konzulenssel közösen elkészítik a feladatok kiírását és ütemezését. A feladatkiírás konkrét formai követelményeit és leadásának módját a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
A tantárgy első félévének végén mindenkinek be kell számolni a félév során végzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámoló konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a tanszék ahhoz konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A feladatot úgy kell kiválasztani, illetve a dokumentációt úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a hallgató tevékenysége.

Az önálló laboratóriumi feladat külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső témához hasonló módon előre egyeztetni kell a felvett tantárgyat gondozó tanszékkel. A hallgató munkájáról a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a konzulens értékel. A külföldön készített munkáról ugyanúgy kell beszámolni, mint az itthon kidolgozott feladatok esetében.
Két vagy több hallgató részére közös témát is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

## Önálló laboratórium 2

(1. vagy 2. szemeszter,0/0/3/f/5 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUML01 | Önálló laboratórium 2 | AUT |
| BMEVIEEML01 | Önálló laboratórium 2 | EET |
| BMEVIETML01 | Önálló laboratórium 2 | ETT |
| BMEVIHIML01 | Önálló laboratórium 2 | HIT |
| BMEVIHVML01 | Önálló laboratórium 2 | HVT |
| BMEVIIIML01 | Önálló laboratórium 2 | IIT |
| BMEVIMIML01 | Önálló laboratórium 2 | MIT |
| BMEVISZML01 | Önálló laboratórium 2 | SZIT |
| BMEVITMML01 | Önálló laboratórium 2 | TMIT |
| BMEVIVEML01 | Önálló laboratórium 2 | VET |

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy két féléve során a hallgatók komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. A két féléves Önálló laboratórium tantárgy felkészít a szintén két féléves Diplomatervezés tantárgy elvégzésére.
A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint az elkészült műszaki alkotás tesztelése és dokumentálása.
**Rövid tematika:** A tantárgy második félévében a hallgatók általában az első félévben elkezdett feladatot folytatják, a feladatkiírásnak megfelelően.
Az első oktatási héten, értékelve a feladat készültségi fokát, dönteni kell a feladat esetleges módosításáról úgy, hogy a feladat a félév végéig befejezhető legyen. A módosított feladatkiírás konkrét formai követelményeit és leadásának módját a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
A tantárgy második félévének végén mindenkinek be kell számolni a félév során végzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámolók konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a tanszék ahhoz konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű, illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A feladatot úgy kell kiválasztani, illetve a dokumentációt úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a hallgató tevékenysége.
Az önálló laboratóriumi feladat külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső témához hasonló módon előre egyeztetni kell a felvett tantárgyat gondozó tanszékkel. A hallgató munkájáról a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a konzulens értékel. A külföldön készített munkáról ugyanúgy kell beszámolni, mint az itthon kidolgozott feladatok esetében.

Két vagy több hallgató részére közös témát is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

## Szakmai gyakorlat

(1.-4. szemeszter,0/0/0/a/0 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUMS00 | Szakmai gyakorlat | AUT |
| BMEVIEEMS00 | Szakmai gyakorlat | EET |
| BMEVIETMS00 | Szakmai gyakorlat | ETT |
| BMEVIHIMS00 | Szakmai gyakorlat | HIT |
| BMEVIHVMS00 | Szakmai gyakorlat | HVT |
| BMEVIIIMS00 | Szakmai gyakorlat | IIT |
| BMEVIMIMS00 | Szakmai gyakorlat | MIT |
| BMEVISZMS00 | Szakmai gyakorlat | SZIT |
| BMEVITMMS00 | Szakmai gyakorlat | TMIT |
| BMEVIVEMS00 | Szakmai gyakorlat | VET |

**A tantárgy célkitűzése:** A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák az új villamos, elektronikus és számítástechnikai rendszerek, berendezések és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A legalább négy hetes szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.
**Rövid tematika:** Hat hét (harminc munkanap) kiméretű, az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül teljesítendő szakmai gyakorlati munka. A lehetséges helyszínekről és időpontokról a szakmai gyakorlat lebonyolításra vonatkozó szabályzat rendelkezik.
A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt a tanszéki, vagy a vállalati konzulens felügyelete és irányítása mellett dolgoznak. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók.
A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A munkanapló hitelességét a szakmai gyakorlat végén a konzulens aláírásával igazolja.
A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul. A beszámolót a konzulens aláírásával igazolja, a munkáról rövid értékelést készít. A munkanaplót, a beszámolót és az értékelést arra a tanszékre kell benyújtani, amely a témát kiírta. A beadási határidőt a tanszéki szakmai gyakorlati felelős határozza meg, figyelembe véve az egyetemi munkarendet (pl. nyári leállás).

# Diplomatervezés 1

(2. vagy 3. szemeszter,0/5/0/f/10 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUMT00 | Diplomatervezés 1 | AUT |
| BMEVIEEMT00 | Diplomatervezés 1 | EET |
| BMEVIETMT00 | Diplomatervezés 1 | ETT |
| BMEVIHIMT00 | Diplomatervezés 1 | HIT |
| BMEVIHVMT00 | Diplomatervezés 1 | HVT |
| BMEVIIIMT00 | Diplomatervezés 1 | IIT |
| BMEVIMIMT00 | Diplomatervezés 1 | MIT |
| BMEVISZMT00 | Diplomatervezés 1 | SZIT |
| BMEVITMMT00 | Diplomatervezés 1 | TMIT |
| BMEVIVEMT00 | Diplomatervezés 1 | VET |

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.
Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.
**Rövid tematika:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett szakiránynak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz.
Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.
A munkabeosztás betartását, a munka előrehaladását és a hallgató felkészülését a konzulens folyamatosan ellenőrzi. Ha a munkavégzés nem a tanszéken történik, a hallgatónak akkor is rendszeresen be kell számolnia a tanszéki konzulensnek.
A félév végén a hallgató munkájáról írásos beszámolót készít és szekcióülésen előadást tart. Az írásos beszámolót a szóbeli beszámoló előtt 5 munkanappal korábban kell beadni. Terjedelme kb. 30 oldal. A

szorgalmi időszak végén, egyeztetett időpontban a hallgató legalább 10 perces előadásban, szekcióülésen számol be az általa végzett munkáról.
Az írásos beszámolót a kari diplomaterv portálra is fel kell tölteni.

## Diplomatervezés 2

(3. vagy 4. szemeszter,0/10/0/f/20 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUMT01 | Diplomatervezés 2 | AUT |
| BMEVIEEMT01 | Diplomatervezés 2 | EET |
| BMEVIETMT01 | Diplomatervezés 2 | ETT |
| BMEVIHIMT01 | Diplomatervezés 2 | HIT |
| BMEVIHVMT01 | Diplomatervezés 2 | HVT |
| BMEVIIIMT01 | Diplomatervezés 2 | IIT |
| BMEVIMIMT01 | Diplomatervezés 2 | MIT |
| BMEVISZMT01 | Diplomatervezés 2 | SZIT |
| BMEVITMMT01 | Diplomatervezés 2 | TMIT |
| BMEVIVEMT01 | Diplomatervezés 2 | VET |

**A tantárgy célkitűzése:**
A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.
A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

**Rövid tematika:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett szakiránynak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. A téma megváltoztatására csak akkor van lehetőség, ha a hallgató a második félévben a Diplomatervezés 1. tantárgyat javító célú tantárgyfelvétellel ismét felveszi. Ez esetben újra 30 kredit értékű feladatot kell kiírni.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. Az engedélyt a tanszéknek a Diplomatervezés 1. tantárgy felvétele előtt meg kell szereznie.
A diplomaterv külföldön is készíthető. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Diplomatervet magyar nyelven kívül a BME valamely idegen oktatási nyelvén (angol, francia, német és orosz nyelven) is lehet készíteni, amennyiben a tanszéki konzulens ehhez hozzájárul.
Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat.

A diplomatervben a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.
A munkabeosztás betartását, a munka előrehaladását és a hallgató felkészülését a konzulens folyamatosan ellenőrzi. Ha a munkavégzés nem a tanszéken történik, a hallgatónak akkor is rendszeresen be kell számolnia a tanszéki konzulensnek. A félévközi jegy megszerzésének a diplomaterv beadása nem feltétele. Az érdemjegyet a tanszéki konzulens javaslata alapján a tantárgyfelelős adja. A tantárgyat teljesíti a hallgató, ha a két félév során az előkészítő munkát elvégezte, és a diplomatervet ezután már várhatóan konzulensi segítség nélkül is el tudja készíteni. A diplomaterv beadásának határideje annak a szorgalmi időszaknak az utolsó napja, amelyhez tartozó záróvizsga-időszakban a hallgató diplomatervét meg kívánja védeni.
A diplomaterv beadhatóságát a tanszéki konzulens minősíti. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma esetén a külső konzulens ajánlást ad a beadhatóság minősítéséhez. A diplomaterv beadásának tartalmi feltétele: a diplomatervben be kell mutatni a feladatkiírásban megnevezett, összes önállóan kidolgozandó részfeladat megoldását. Ha egy részfeladat megoldása mégis ellehetetlenül, akkor kivételes esetben a diplomaterv tanszékvezetői engedéllyel beadható, de a részfeladatra vonatkozó alfejezetben deklarálni kell az ellehetetlenülés tényét, és meg kell adni az ellehetetlenülés okát. A diplomaterv formai követelményei: A diplomatervet 1 példányban írásban, egy kötetben, keménytáblás borítással, szükség esetén mellékletekkel, valamint 1 példányban elektronikus formában, az érvényes kari előírások szerint kell beadni.
Két vagy több hallgató közös témájú diplomatervét külön kötetben és külön elektronikus példányban kell elkészíteni.
A diplomaterv nyilvános, kivéve, ha a diplomaterv-témát a dékán titkosította. Ez utóbbi esetben a diplomaterv a sikeres záróvizsgát követő 3 év múlva válik nyilvánossá. A nyilvánosságra-hozatalról a kari diplomaterv portál kezelője gondoskodik. A diplomaterv elkészítésével, beadásával és megvédésével kapcsolatos tudnivalókról a tanszék a kiadáskor tájékoztatja a hallgatót.
A tantárgy sikeres elvégzése során elkészített diplomaterv érdemjegyét a záróvizsga bizottság állapítja meg.

## V.5 Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 6 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

A szabadon választható tantárgyakat a képzések szakbizottságai három kategóriába sorolják: **Ajánlott** egy tantárgy, ha azt a szakbizottság a hallgató szakmai ismereteit bővítő tantárgynak ítéli. **Befogadott** egy tantárgy, ha az a hallgató általános érdeklődésére tarthat számot, de szakmailag kevésbé kapcsolódik a képzéshez. **Tiltott** egy tantárgy, ha az a képzésben szereplő tantárgyakkal a TVSz-ben megengedett mértéknél nagyobb átfedést tartalmaz, így teljesítése kredittel nem elismerhető.

A kari honlapon található, szakonként elkülönülő táblázatok és a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben található mintatanterv szabadon választható tantárgyi blokkja az ajánlott tantárgyakat tartalmazza. A befogadott tárgyakat a Neptunban az intézményi tantárgyak között találja, a tiltott tantárgyak (egy részének) felvételét a Neptun megakadályozza.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelősével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.

# VI. Űrmérnöki mesterszak

Az űrmérnök képzés célja olyan felsőfokú ismeretekkel rendelkező műszaki szakemberek képzése, akik az űrtechnológiához, űrkutatáshoz kapcsolódó, elsősorban mérnöki jellegű tervezési, fejlesztési, gyártási és üzemeltetési feladatokat képesek ellátni. A képzést elvégzettek releváns tudással rendelkeznek az űrkörnyezet sajátosságairól, a világűrbe juttatandó, ott üzemelő berendezések felépítéséről és azok létrehozásának folyamatairól, továbbá az űrberendezések földi kiszolgálását ellátó eszközök és rendszerek konstrukciójáról, elkészítéséről és üzemeltetéséről.

**Felvétel az űrmérnöki mesterszakra:** a mesterképzésbe történő belépés előzményeként elfogadott szak a villamosmérnöki illetve a mechatronikai mérnöki (BSc) alapszak. Ezen alapszakon végzők esetén a követelmények automatikusan teljesülnek.

Egyéb – elsősorban a műszaki, az informatika és a természettudomány képzési területek alapképzési szakjai (gépészmérnöki, közlekedés- és járműmérnöki, had- és biztonságtechnikai mérnöki, energetikai mérnöki és mérnökinformatikus, fizikus) – esetén is lehetőség van jelentkezni, ha a megállapított ismeretkörökben megfelelő kredittel rendelkezik a hallgató. Ezen jelentkezők az alább részletezett követelmények teljesülését, illetve a teljesítés vállalását jelzik azzal, hogy a felvételi eljárásban részt vesznek.

A nem villamosmérnöki illetve mechatronikai mérnöki alapszakon végzettek esetében a mesterfokú diplomához a mintatantervben szereplő kreditek megszerzésén felül szükséges, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek -- felsőoktatási törvényben meghatározott -- összevetése alapján elismerhető legyen legalább 80 kredit a korábbi tanulmányai szerint az alábbi, a vonatkozó 18/2016. (VIII.5) EMMI rendeletében rögzített ismeretkörökben:

| | |
|---|---|
| *természettudományos ismeretek*<br>matematika, fizika, anyagismeret; | *20 kredit* |
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>közgazdaságtani és menedzsment ismeretek, környezetvédelem, minőségbiztosítás, munkavédelem, szaknyelv, társadalomtudomány; | *10 kredit* |
| *műszaki és mérnöki alapismeretek*<br>digitális technika, elektrotechnika, elektronika, gépészet, helymeghatározás, informatika, jelfeldolgozás, mechatronika, programozás, szabályozástechnika, optika, távérzékelés, térinformatika; | *30 kredit* |
| *szakmai alapismeretek*<br>híradástechnika, irányítástechnika, mechanikus és termikus tervezés, méréstechnika, laboratóriumi mérések, termodinamika; | *20 kredit* |

A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a fent felsorolt ismeretkörökben legalább 50 kredittel rendelkezzen a hallgató. A hiányzó krediteket a mesterfokozat megszerzésére irányuló képzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féléven belül, a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

**A mesterképzés során megszerzendő ismeretek (120 kredit):**

| | |
|---|---|
| *természettudományos ismeretek*<br>matematika, fizika, anyagtudomány, űrkörnyezet, valamint szakmaspecifikus alaptárgyak; | *20-25 kredit* |
| *űrmérnöki szakmai ismeretek*<br>űrtechnológiához, űrrendszerekhez kapcsolódó eszközök, berendezések, továbbá összetett egységek fejlesztéséhez, tervezéséhez, kivitelezéséhez, gyártásához és minőség-ellenőrzéséhez, és az ezekkel létrehozott komplex szolgáltatásokhoz kapcsolódó, a szakterületi mesterképzést megalapozó, átfogó elméleti ismeretek, amely az űrmérnöki szakma képzésében reprezentált szakterületek valamelyikének műveléséhez szükségesek; | *40-60 kredit* |

| | |
|---|---|
| *a szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei*<br>az űrmérnöki szakma képzésben reprezentált szakterületei valamelyikének műveléséhez szükséges anyag-, eszköz-, készülék-, berendezés-, rendszer-, technológiai és tervezési ismeret területeiről szerezhető speciális ismeretek: digitális jelfeldolgozás a hírközlésben, fedélzeti adatfeldolgozó rendszerek, finommechanikai tervezés, fotonikus eszközök és optikai kommunikáció, földmegfigyelő műholdas távérzékelés, kisműholdak szerepe az űrtechnológiában, különleges űreszközök és űrbiztonság, nemlineáris végeselemes analízis,<br>optikai távérzékelés, rakéták, rakétahajtóművek, űrberendezések konstrukciója és energiaellátása, űreszközök hődinamikája;<br>projektlaboratórium (10 kredit);<br>diplomamunka (30 kredit); | *40-60 kredit* |
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>gazdasági, vezetési és menedzsment ismeretek, komplex űrberendezések fejlesztésének koordinálása, hazai űrtevékenység és nemzetközi környezete | *10-15 kredit* |
| *szabadon választható tantárgyak ismeretkörei* | *min. 6 kredit* |

A szak orientációja: kiegyensúlyozott (a gyakorlati jellegű ismeretátadáshoz aránya 40-60 százalék).

**Előtanulmányi rend:**
A kar által kötelezően előírt MSc előtanulmányi rend szerint

- A Projektlaboratórium 1, Projektlaboratórium 2, Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2 tantárgyak
  - csak az adott szak MSc képzésének hallgatói számára vehetők fel,
  - csak a felsorolás sorrendjében vehetők fel, a felsorolásban őket megelőző tantárgyak kreditjeinek teljesítése után.
- A Diplomatervezés 2 tantárgy felvételének feltétele
  - a mintatantervnek megfelelően 84 kredit teljesítése,
  - a természettudományos ismeretek blokk és a Diplomatervezés 1 tantárgy kreditjeinek megléte.
- További előírásokat a „BME VIK MSc diplomaterv, záróvizsga, oklevél szabályzata” tartalmazhat.

**Specializálódás, specializáció váltás:**
Az űrmérnöki MSc képzésben jelenleg nincsenek sem szakirányok, sem specializációk. A képzésben előírt szakmai ismeretek átadása minden hallgató számára megvalósul a kötelező tantárgyak elvégzése során, ugyanakkor a képzési programban kötelezően és szabadon választható tárgyak is segítik a hallgatókat abban, hogy korábbi alapképzésüknek és érdeklődési körüknek megfelelően bizonyos szakmai ismeretekben jobban el tudjanak mélyülni.

**Szakmai gyakorlat:**
A képzés hallgatói számára a diploma megszerzésének feltétele egy legalább 4 hetes egybefüggő szakmai gyakorlat sikeres teljesítése is. A szakmai gyakorlat lehetséges időpontjait, helyszíneit, tartalmát és lebonyolításának rendjét, a kar szabályzatai határozzák meg.

# VI.1 Természettudományos ismeretek

## VI.1.1 Felsőbb matematika űrmérnököknek

A természettudományos ismereteken belül 4 felsőbb matematika tantárgy jelenik meg az űrmérnök mesterképzés kínálatában, melyek közül egyet kell teljesíteni.

A felsőbb matematika tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Haladó lineáris algebra | BMETE90MX54 |
| Kombinatorikus optimalizálás | BMEVISZMA06 |
| Sztochasztika | BMETE90MX55 |
| Analízis | BMETE90MX53 |

A négy tantárgy közül a hallgatók előtanulmányaik ismeretében, a tervezett szakmai irányultságuk alapján vesznek fel egy tantárgyat. Tekintettel arra, hogy korábbi tanulmányaik során valamennyi hallgató részesült már matematikai képzésben, ezért az űrmérnöki szak esetében a természettudományos ismeretek blokk választható felsőbb matematika tárgya a hallgatók számára lehetőséget biztosít a leginkább szükséges területen az ismeretek bővítésére.

### Haladó lineáris algebra

(BMETE90MX54, 1. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, TTK Algebra Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a lineáris algebra azon fejezeteibe nyújt bevezetést, amelyek fontosak a haladó mérnöki tanulmányok szempontjából. Fontos cél, hogy a hallgatók alkalmazni tudják a lineáris algebra módszereit, eszközeit a felmerülő szakmai problémák megoldása során. A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatótól elvárható, hogy értse, és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tanult fogalmakat, ismereteket, a gyakorlatban felmerülő helyzetekben ismerje fel a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit, legyen képes a szakirodalomra támaszkodva önállóan bővíteni a kapcsolatos ismereteit.
**Rövid tematika:** A lineáris algebra tanult alapfogalmainak áttekintése. Vektortér, mátrix, lineáris egyenletrendszer, determináns, sajátérték. Cayley-Hamilton-tétel, hasonlóság. Bilineáris formák, euklideszi terek. Speciális mátrixok (szimmetrikus, Hermite-, ortogonális, unitér, (szemi-definit). Jordan-normálforma, főtengelytétel.
A Moore-Penrose-inverz és alkalmazásai. Projekciók. Inkonzisztens lineáris egyenletrendszerek közelítő megoldása. Nevezetes lineáris mátrixegyenletek.
Normák és mátrixfüggvények. A spektrális és az euklideszi (Frobenius-) mátrixnorma, p-normák. Sajátértékekre vonatkozó egyenlőtlenségek (Gersgorin, Schur). Mátrixfüggvények, előállításuk polinomokkal, a mátrix-exponenciális.
Nem negatív elemű mátrixok. Pozitív, reducibilis és irreducibilis mátrixok. Frobenius és Perron tételei. Sztochasztikus mátrixok. Kapcsolat a Markov-láncokkal. Birkhoff tétele, kapcsolat a párosítási feladattal, a Frobenius-König-tétel.
Szinguláris értékek szerinti felbontás (SVD). Poláris felbontás. SVD és alacsony rangú közelítések, Eckart-Young-tétel. A QR-felbontás fogalma. Householder-tükrözések.
Lineáris mátrixegyenlőtlenségek. Konvex halmazok, konvex függvények, konvex optimalizálás, konvex programok. Az ellipszoid algoritmus. Lineáris mátrix egyenlőtlenségek, alkalmazási példák.
Nevezetes alkalmazások. Nemnegatív és szimmetrikus mátrixok az internetes lapokat rangsoroló algoritmusokban; SVD az információkeresés gyakorlatában; hibajavító kódok; titokmegosztás.

# Kombinatorikus optimalizálás

(BMEVISZMA06, 1. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az operációkutatás és a kombinatorikus optimalizálás néhány területére nyújt bevezetést. A téma legfontosabb algoritmusainak, módszereinek és korlátainak ismertetése mellett célul tűzi ki, hogy ezek műszaki alkalmazásaiba is betekintést nyújtson. A szemeszter első felében olyan átfogó, általános módszereket mutat be, amelyek a gyakorlati élet számtalan területén eredményesen alkalmazhatónak bizonyultak. Így terítékre kerül a lineáris programozás, a matroidelmélet, a közelítő algoritmusok, valamint az ütemezési algoritmusok témaköre. A félév második felében három olyan műszaki esettanulmányt tárgyal, amelyek részben a fenti általános módszerek, részben a kombinatorikus szemléletű megközelítés eredményességét és hatékonyságát illusztrálják. Így betekintést nyújt a megbízható hálózatok tervezése, a villamos hálózatok klasszikus elmélete és a nagy bonyolultságú hálózatok huzalozása kapcsán felmerülő kombinatorikus jellegű feladatokba. A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő minden hallgatótól elvárható, hogy: értse és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tárgyalt fogalmakat és ismereteket, a gyakorlati élet által felvetett problémákban felismerje a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit, példákon keresztül illusztrálni tudja a kombinatorikus optimalizálás gyakorlati alkalmazási lehetőségeit.

**Rövid tematika:** Lineáris programozás: A lineáris programozás alapfeladata. Farkas-lemma, a lineáris programozás dualitástétele. Egészértékű programozás, a feladat bonyolultsága, korlátozás és szétválasztás (Branch and Bound). Totálisan unimoduláris mátrixok és alkalmazásuk páros gráfokra, illetve hálózati folyamokra.

Matroidelmélet: Matroidelméleti alapfogalmak (alaphalmaz, függetlenség, bázis, kör, rang). Mohó algoritmus matroidon. Dualitás, minorok, direkt összeg, összeg. Matroidelméleti algoritmusok (partíciós és metszet-algoritmusok, orákulumok).

Közelítő algoritmusok: Additív és relatív hibával közelítő algoritmus fogalma. Halmazfedési feladat, a Steiner-fa probléma, utazó ügynök probléma, nevezetes heurisztikák az utazó ügynök probléma euklideszi esetére.

Ütemezési algoritmusok: Ütemezési feladatok típusai. Egygépes ütemezések, listás ütemező algoritmus párhuzamos gépek esetén, Hu algoritmusa, Coffman és Graham algoritmusa.

Megbízható hálózatok tervezése: Lokális élösszefüggőség és élösszefüggőségi szám fogalma. Nagamochi és Ibaraki algoritmusa, Karger algoritmusa. Minimális méretű 2-élösszefüggő, illetve 2-összefüggő részgráfok keresése, Khuller és Vishkin algoritmusa, Cheriyan és Thurimella algoritmusa. Gráfok 2-élösszefüggővé növelése, Plesnik algoritmusa.

Nagybonyolultságú hálózatok huzalozása: A részletes huzalozás feladata. Egyetlen pontsor huzalozása a Manhattan modellben, Gallai algoritmusa. Csatornahuzalozás 2 rétegen a megszorítás nélküli, illetve több rétegen a Manhattan modellben. Switchboxhuzalozás több rétegen. Éldiszjunkt huzalozás.

Hálózatelméleti alkalmazások: Klasszikus villamos hálózatok egyértelmű megoldhatósága, Kirchhoff tételei. Általánosítás a transzformátorokat vagy girátorokat is tartalmazó hálózatokra, algoritmusok a feltételek ellenőrzésére. Általánosítás lineáris sokkapukat tartalmazó hálózatokra. Villamos hálózatok duálisa.

# Sztochasztika

(BMETE90MX55, 1. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, TTK Sztochasztika Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A valószínűségszámítás és sztochasztikus folyamatok elmélete néhány haladóbb témakörének bemutatása a villamosmérnöki mesterképzésben résztvevő hallgatóknak. A hangsúlyokat a jelenségek megértetésére és az alkalmazásokra helyezzük. Széles körben (a tantárgy témakörén kívül is) alkalmazható technikákat prezentálunk, rávilágítunk más matematikai és matematikán kívüli természettudományos és műszaki területekkel való összefüggésekre. Alapelv: minden egyes témához sok konkrét példát, számolást, konkrét alkalmazást mutatunk be. Bizonyításokat többnyire csak vázlatosan prezentálunk, viszont hangsúlyt helyezünk a szemléletre és a (matematikai és egyéb) jelenségekre.

**Rövid tematika:** Valószínűségszámítási alapok ismétlése, eloszlások “függvénytana” : Valószínűségi változó, eloszlásfüggvény, sűrűségfüggvény. Várható érték, szórásnégyzet, magasabb momentumok.

Nevezetes eloszlások. Együttesen értelmezett valószínűségi változók, együttes eloszlás- és sűrűségfüggvény. Várható érték vektor, kovariancia mátrix, alaptulajdonságai, Cauchy-Schwarz-egyenlőtlenség. Nevezetes többdimenziós eloszlások. Sűrűségfüggvények transzformációja leképezésekkel. Többdimenziós normális eloszlás.
Generátor- és momentumgeneráló függvények. Határeloszlások és nagy eltérések: Generátorfüggvény, alaptulajdonságai. Konvolúció és keverék-eloszlások generátorfüggvénye. Alkalmazások, elágazó folyamatok. Momentumgeneráló függvény, tulajdonságok. Centrális határeloszlás tétel. Nagy eltérések elemei: Bernstein- egyenlőtlenség, Chernoff-korlát, Höeffding-egyenlőtlenség, Kramer-tétel. Alkalmazások sorbanállási problémákra és kapacitás méretezésre.
Sztochasztikus folyamatok elemei: Markov-láncok és Markov-folyamatok. Mi is egy sztochasztikus folyamat? Véges állapotterű Markov-láncok, állapotok osztályozása, irreducibilitás, periódus, aperiodicitás. Stacionárius mérték, hosszú idejű viselkedés, ergodicitás. Megszámlálható állapotterű Markov-láncok. Alkalmazás születési-halálozási folyamatokra és sorbanállási problémákra. Folytonos idejű Markov-láncok elemei: Poisson folyamat, ugrási ráták, szemléletes jellemzés. Kolmogorov-Chapman egyenletek, infinitezimális generátor. Sorbanállási alkalmazások.
A matematikai statisztika elemei: Mintavétel, becslések, hipotézisek, statisztikai próbák: u-próba, t-próba, F-próba, khi-négyzet-próba. Maximum likelihood becslés. Lineáris és nemlineáris regresszió.
Gyengén stacionárius folyamatok: spektrál-felbontás, spektrál-elmélet elemei: Gyengén stacionárius folyamatok Z-n, R-en, jellemzésük a kovariancia-függvénnyel, realizációjuk Gauss-folyamatként. Trigonometrikus folyamatok, autoregresszív és mozgó átlag folyamatok. Stacionárius folyamat spektrális felbontása. Példák. Szűrés, példák szűrőkre.

## Analízis

(BMETE90MX53, 1. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, TTK Analízis Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a lineáris algebra azon fejezeteibe nyújt bevezetést, amelyek fontosak a haladó mérnöki tanulmányok szempontjából. Fontos cél, hogy a hallgatók alkalmazni tudják a lineáris algebra módszereit, eszközeit a felmerülő szakmai problémák megoldása során.

**Rövid tematika:** Numerikus optimalizálás: Numerikus gyökkeresés nemlineáris egyenletek és egyenletrendszerek esetén (intervallumfelezési el járás, szelőmódszer, egyszerű iteráció, Newton-módszer és változatai, csak megemlítve). Minimalizálás egy- és többdimenzióban (gradiens-alapú módszerek, Newton-módszerek, Gauss-Newton módszer). A SVD szerepe az optimalizálásban (legkisebb négyzetek módszere, általánosított inverz, összehasonlítás a QR felbontáson alapuló megoldással).
Hardy terek: Hardy-terek a jobb és bal félsíkon, norma. Nemtangenciális limesz a számegyenesen. A függvény visszaállítása a határfüggvényből
Poisson- és Cauchy-integrállal. A H2 Hardy-tér jellemzése Fourier-transzformációval (Paley-Wiener tétel). Projekció H2-re, Toeplitz operátor, Hankel operátor. Nehari tétele a Hankel-operátor normájáról.
Waveletek: Fourier-transzformált és inverze. Ablak Fourier-transzformáció. Alkalmazás az időbeli frekvencia lokalizációjára. Rekonstruálási formula. Jelfeldolgozás az idő-frekvencia tartományban. Folytonos wavelet-transzformációk: waveletek transzformálásának célja és definíciója.
Rekonstruálási formulák. Frekvencia lokalizációja. Diszkrét idő-frekvencia analizálása és mintavételezése. Shannon-féle mintavételi tétel.
Mintavételezés az idő-frekvencia tartományon.
Differenciálgeometria Vektormezők fogalma, Lie-derivált, vektormezők Lie-algebrája. k-dimenziós részsokaság (submanifold), érintő tér (tangent space), k-dimenziós disztribúció, teljesen integrálható disztribúció, involutív disztribúció.
Frobenius-tétel: Egy disztribúció teljesen integrálható akkor és csakis akkor, ha involutív.
Fixponttételek, maximumelv: Banach fixponttétele, Brouwer- és Schauder-fixponttétel. Euler-Lagrange egyenletek (többváltozós függvényekre is). Pontrjagin-féle maximumelv, alkalmazási példák. Diszkrét vezérlési feladatok, Bellman-egyenletek. Tyihonov-funkcionál.

# Fizika űrmérnököknek

(BMETE80MU00, 1. szemeszter, 2/1/0/v/5 kredit, TTK Fizika Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja az űrmérnök szak hallgatói számára szükséges alapozó fizikai ismeretek átadása, összefoglalása, és az alapvető fizikai számítások készségszintű elsajátítása. A tárgyban két fő terület jelenik meg: a bolygómozgás és űreszközök pályaszámításához szükséges mechanikai ismeretek alapjai, és az űrkörnyezet megismerésének alapjait jelentő sugárzás- és plazmafizikai alapismeretek. A tantárgy a Világegyetem alapvető felépítésével kapcsolatos ismereteink vázlatos összefoglalásával indul, majd az űr megismerésének alapvető méréstechnikai alapjait ismerteti. Ez után a Naprendszerre fókuszálva és a mechanika alapjaitól felépítve alkalmazható tudást nyújt alapvető égi mechanikai számítások és speciálisan az űreszközök irányításával kapcsolatos számítások kivitelezéséhez. Az űreszközök működési környezetét átvezetésül használva az űrre jellemző sugárzásos és anyagi környezet fizikai alapjait mutatja be. Ennek hangsúlyos részét képezi a plazmafizikai alapok elsajátítása egészen a magnetohidrodinamika alapjainak megértéséig. A plazmafizikai fogalmak tárgyalásához kapcsolódóan az űreszközök tervezése szempontjából releváns fizikai fogalmak is átismétlésre kerülnek, mint az anyagok mágnesezhetősége, a hőtranszportfolyamatok és a dózisfogalmak. A tantárgy elősegíti, hogy a hallgatók a képzés során később elhangzó speciális szakmai ismereteket egy egységes rendszerbe tudják foglalni, és alapvető számításokat el tudjanak végezni.

**Rövid tematika:** A Világegyetem szerkezeti felépítése és kialakulásának mai elmélete: Ősrobbanás, táguló világegyetem, Hubble-törvény, vöröseltolódás, kozmikus háttérsugárzás, részecskefizikai korszakok, atomok kialakulása, csillagok és galaxisok létrejötte és fejlődése, bolygók, fekete lyukak, kémiai elemek keletkezése.

Sötét anyag és sötét energia. Sugárzások és sugárforrások az űrben. A kozmosz kutatásának eszközei: távcsövek, rádió- és röntgencsillagászat, műholdas és űrszondás megfigyelések (Hubble, Chandra, Voyager, New Horizons, NuSTAR, Planck), földi megfigyelő eszközök és módszerek (Auger-, Cserenkov, IceCube, Solar neutrínó kísérletek). Meteoritok, holdi és marsi kőzetek elemzése, annak eszközei. A kozmikus sugárzás földi észlelése. Az univerzum, a Tejútrendszer, a Naprendszer, a Föld űrrepülés szempontjából történő bemutatása, Föld alakja, légköre.

Inerciarendszerek, forgó koordináta-rendszerek, Galilei-transzformáció, speciális relativitáselmélet, tömeg-energia ekvivalencia, Lorentz-transzformáció, időmérés. Általános relativitás elve, a gravitáció hatása a tér görbületére, a gravitáció hatása az idő mérésére. Példák koordinátarendszerek használatára, koordinátatranszformációk.

Tömegpontok és szilárd testek és folyadékok mechanikájának alapjai. Rakétamozgás kinematikája, pozíció, orientáció, sebességkomponensek. Kepleri pályák, kéttest probléma, pályaháborgások alapjai. Jellegzetes Föld körüli pályák. Többtest probléma alapjai, kaotikus pályák, kezdeti feltételekre érzékenység. Hajítások, rakétamozgás, bolygó pályák. Tehetetlenség, főtengelyek, erőmentes pörgettyű, precesszió, nutáció. Gyorsuló forgómozgás, pörgettyűk. Űreszközök irányítása a tömegközépponthoz viszonyítva: tájolás, stabilizálás, giroszkópok. Űrrandevú létrehozása hagyományos és alacsony tolóerejű manőverekkel, űreszközök kötelékben. Az űreszközök indítási és űrbeli fizikai környezete. Röviden az indításkor fellépő statikus és dinamikus terhelésekről.

Súlytalanság, vákuum, légellenállás, atomos oxigén hatása az űreszközökre. Űridőjárás. Meteorok és űrszemét. Űrkörnyezet: részecskék és sugárzások. Töltött részecsék mozgása elektromos és mágneses terekben

Elektromos és mágneses terek keltése töltött részecskék által, Maxwell-egyenletek. Anyagok elektromos és mágneses jellemzői, diamágnesség, paramágnesség, ferromágnesség. Mozgásegyenlet, Larmor-pálya, mágneses tükrök, driftmozgások. A plazma jellemzői, Debye-árnyékolás, plazmaparaméter, előfordulása, jellemző paraméterei. Elemi atomfizikai folyamatok plazmákban, az elektromágneses sugárzás keletkezési mechanizmusai, hőtranszport folyamatok, részleges és teljes termodinamikai egyensúly, korona-egyensúly. Reakcióráták, rátaegyenletek, hőtranszport vákuumban. A plazmák elméleti leírása: kinetikus és folyadék elméletek, alkalmazási feltételek, alkalmazási példák. Ideális és rezisztív magnetohidrodinamika alkalmazásokkal, napkitörés, napszél, a Föld magnetoszférája, sugárzási tér földközelben, dózisfogalmak. MHD generátor, mágneses tér befagyása a plazmába.

# Anyagtudomány

(BMEGEMTNUAT, 0. vagy 2. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, GPK)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy fő célkitűzési, hogy ismertesse az űriparban alkalmazott főbb szerkezeti anyagok tulajdonságait, és ezek kötéstechnológiáját. A kémiai kötések típusai, és ezek hatása a makroszerkezet tulajdonságaira. Acélok csoportosítása, fizikai, mechanikai tulajdonságaik és ezek módosításának ismerete. Az alumínium, nikkel, réz, titán, magnézium és ötvözeteinek csoportosítása, fizikai, mechanikai tulajdonságaik. A korrózió elektrokémiai alapjai, típusai.
Optikai anyagok, kerámiák, kompozitok, polimer kompozitok, mágneses anyagok ismerete. Az alkalmazható kötéstechnológiák ismerete.
**Rövid tematika:** Bemutatkozás, számonkérések rendszere, tematika. Az anyagtudomány jelenlegi helyzete az űriparban.
Acélok csoportosítási rendszere. Fázisdiagramok. Szabványos anyagvizsgálatokból meghatározható mérőszámok, fogalmak. Az anyagszerkezet és a mechanikai tulajdonságok általános kapcsolata.
Szakítóvizsgálat. Keménységmérés. Fárasztó vizsgálatok. Kúszási vizsgálat. Korróziós vizsgálatok.
Hegesztési eljárások csoportosítása. Huzalelektródás védőgázos ívhegesztés, TIG-hegesztés, ellenállás-ponthegesztés alapjai, alkalmazási lehetőségei.
Nagy energiasűrűségű hegesztési eljárások. Elektronsugaras hegesztés. Lézersugaras hegesztés. Hibrid hegesztési eljárások.
Forrasztási eljárások csoportosítása. Lágyforrasztás.
Keményforrasztás. A keményforrasztás anyagai, technológiája, eljárásváltozatok. A hegesztőforrasztás különböző eljárásváltozatai.
A szilárdságnövelés lehetőségei acélok esetén. Nagy szilárdságú acélok és hőkezelésük. Alkalmazható hegesztési eljárások. Alkalmazási példák.
A korrózió fogalma, a korrózió típusai. Korrózióvédelem. Nagy hőmérsékletű korrózió, hőállóság, kúszásállóság.
A korrózióálló acélok típusai. A korrózióálló acélok hőkezelése, az anyagszerkezet és a mechanikai tulajdonságok, valamint a korrózióállóság kapcsolata. Vonatkozó szabványok.
A hőálló és kúszásálló acélok típusai. A hőálló és kúszásálló acélok hőkezelése, az anyagszerkezet és a mechanikai tulajdonságok, valamint a hőállóság és kúszásállóság kapcsolata. A rozsdamentes acélok hegesztése.
Az alumínium és alumíniumötvözetek típusai. Kiválásos keményítés, kiválásosan keményíthető alumíniumötvözetek az űriparban.
Az alumínium és ötvözeteinek hegesztése. Hegeszthetőségi problémák. Alkalmazási példák.
A nikkel és nikkelötvözetek típusai. Szilárdoldatosan és kiválásosan keményített típusok. Kobaltötvözetek.
A nikkel és ötvözeteinek hegesztése. Alkalmazási példák.
A réz és ötvözeteinek típusai. A réz és ötvözeteinek kötéstechnológiája. Alkalmazási példák.
A titán és titánötvözetek típusai. Alakemlékező ötvözetek. A titán és ötvözeteinek hegesztése. Alkalmazási példák.
A magnézium, berillium és ötvözeteinek típusai. A magnézium, berillium és ötvözeteinek hegesztése. Alkalmazási példák.
Kerámiák csoportosítása, tulajdonságai. Kerámiaalkatrészek gyártástechnológiája. Kerámiák lehetséges kötéstechnológiái.
Fémmátrixú kompozitok tulajdonságai. Fémmátrixú kompozitok típusai, gyártástechnológiájuk. A fémmátrixú kompozitok lehetséges kötéstechnológiái.
Polimerkompozitok tulajdonságai, típusai. Polimer kompozitok gyártástechnológiája. Az űriparban alkalmazott optikai anyagok.
Mágneses anyagok csoportosítás. Keménymágneses anyagok. Ferritek, hexaferritek.

## Űrkörnyezet

(BMEVIETMA10, 0. vagy 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az űrkörnyezet alatt a Föld atmoszféráját elhagyva azt a működési környezetet érjük, ahol a nem földi eredetű energiaforrások hatása válik uralkodóvá. Az űreszközöknek ebben a speciális környezetben kell normál körülmények között, hibamentesen működniük és ezért úgy kell azokat megtervezni, hogy a speciális környezeti hatásokkal szemben ellenállóak, vagy hibatűrőek legyenek. Az űreszközök környezettel történő kölcsönhatása sokszor az űreszközök teljesítőképességének a korlátja. A tantárgy célja a speciális környezetben található jellegzetes fizikai adottságok bemutatása és ezen körülmények űreszközökre gyakorolt hatásának az ismertetése. A külső hatások okozta jellemző hibamechanizmusok megismerésén és megértésén keresztül sajátítható el az űreszközök tervezésének olyan szemléletű alapjai, melyek tekintettel vannak a speciális működési környezetre.

**Rövid tematika:** Az űrkörnyezet határai. Földközeli és a bolygóközi környezet alapvető sajátosságainak ismertetése. Az űridőjárás fogalmának ismertetése. (Environment Design Requirements - EDR). Az EDR bemutatása, célja, felépítése, formai elemei. A makroszkopikus gáztörvények összefoglalása. Mikroszkopikus molekuláris törvények. A kinetikus gázelmélet alapfeltevései. A nyomás meghatározása a kinetikus gázelmélet alapján. A Maxwell-Boltzmann sebességeloszlás. Közepes szabad úthossz. Ütközési szám. A vákuum fogalma. A Knudsen szám. Meyer formula, gázáram egy vékony fal kis nyílásán, gázok viszkozitása és ennek nyomás és hőmérséklet függése, gázok hővezetése és ennek nyomás és hőmérséklet függése, a diffúzió fenomenológiai leírása, a diffúziós együttható. Az effúzió fogalma. Gázok áramlása, Reynolds szám. Viszkózus és molekuláris áramlás egyenes csőben. Viszkózus áramlás kapillárisban. Fázisok fázis diagramm, párolgás és lecsapódás (kondenzáció), fiziszorpció kemiszorpció deszorpció, telített gőznyomás és hőmérséklet függése. Aktivációs energia. A forrás fogalma, Clausius - Clapeyron egyenlet. Az elpárolgó anyag mennyisége (Langmuir formula), permeáció. A McLeod mérő elve, Pirani mérő, termokeresztes mérő, ionizációs mérő, hidegkatódos mérő, parciális nyomás mérők, tömeg spektrométerek, Aston, Wien. Repülési idő, kvadrupol tömegspektrométerek. A lyukkeresés módszerei. Anyagi tulajdonságok változása és alapvető fizikai folyamatok viselkedése mikrogravitációs környezetben. A Nap elektromágneses sugárzásának jellemzői és hatásai, a Nap elektromágneses aktivitása a napciklus függvényében. Kozmikus sugárzási környezet és a hatásmodellek. A Föld Elektromágneses sugárzása. Albedo sugárzás és infravörös sugárzásnak forrása és irányfüggése, hatása. Geomágneses aktivitás. Fedélzeti berendezések által keltett elektromágneses sugárzás és kompatibilitás. Az ionoszféra bemutatása, viselkedése és a hatása a kommunikációra és az anyagokra. Hőtranszport folyamatok. Különböző pályákon tapasztalható termikus viszonyok áttekintése. Alacsony földkörüli pálya, geoszinkron, Molniya. Hold körüli, merkúri, vénuszi, marsi környezet, külső bolygók környezete. Jellemző részecskék, azok eloszlása és forrása. A részecskékkel való kölcsönhatási formák és azok következményei. Az elektromosan töltött részecskék sugárzási öve (Van Allen sugárzási övek). A töltött részecskék kölcsönhatása az anyagokkal. A dózis fogalmak értelmezése. Az ionizáló sugárzás mérésére leggyakrabban alkalmazott fizikai elvek. Sugárzásmérő berendezések alapvető felépítése és működése. Mikrometeoritok, statisztikai modellek, kockázatbecslés. Űrszemét, és az űrszemét kezelése. Molekuláris és részecske szintű szennyeződések ismertetése, transport folyamatok. A súlytalanság hatása és következményei, töltött részecskék élettani hatásai, fiziológiai effektusok.

## VI.1.2 Választható természettudományos tantárgyak

A választható természettudományos tantárgy esetében hat tantárgy közül kell kötelező jelleggel egyet választani a hallgatóknak, ahol a tantárgy választása a hallgató orientációjától függ. A választható természettudományos ismeretek területen a hallgatónak az alábbi listában szereplő 6 tantárgy közül egyet kell kötelező jelleggel teljesítenie.

A választható természettudományos tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Elektromágneses terek | BMEVIHVMA08 |
| Fotonikai eszközök | BMEVIETMA06 |
| Kvantum-informatika és kommunikáció | BMEVIHIMA14 |
| Nanotudomány | BMEVIETMA07 |
| Űr, többtest és nemlináris dinamika | BMEGEMMNUTD |
| Villamos szigetelések és kisülések | BMEVIVEMA14 |

## Elektromágneses terek

(BMEVIHVMA08, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy fő célkitűzése az elektromágneses jelenségek kvalitatív és kvantitatív tárgyalása deduktív módon, a Maxwell-egyenletekből kiindulva. Az elektromágneses terek elméletének magasabb szintű tárgyalása, az alapképzésben megszerzett ismeretek elmélyítése. Az elektromágneses mezők számítógépes szimulációjára alkalmazott módszerek megismertetése, egyes modellezési kérdések tárgyalása. A modellezés alapján történő eszköz tervezési folyamat megismertetése. Néhány elektromágneses eszköz működési elvének ill. térelméleti alapjainak bemutatása az alacsony frekvenciás, villamosenergetikai alkalmazásoktól a nagyfrekvenciás, mikrohullámú eszközökön keresztül egyes optikai és nanoelektronikai alkalmazásokig bezárólag.
**Rövid tematika:** Bevezető rész: A Maxwell-egyenletek rendszere. Erőhatások és energia-átalakulások az elektromágneses térben. Elektromágneses tér anyag jelenlétében. Elektromos és mágneses polarizáció, komplex permittivitás és permeabilitás. Szigetelők és fémek optikai tulajdonságai. Anizotrop, nemlineáris és aktív anyagmodellek. Az anyagparaméterek változása a nanométeres tartományban. A Maxwell-egyenletek megoldása potenciálok bevezetésével: elektromos és mágneses skalárpotenciál, mágneses vektorpotenciál, áram-vektorpotenciál, dualitás, a vektoriális Poisson-egyenlet, mértékválasztás. Kvázi-stacionárius közelítés. Homogén és inhomogén hullámegyenlet, retardált potenciálok. Peremérték-feladatok, peremfeltételek, a megoldás egyértelműsége, a peremfeltételek értelmezése. A sugárzási feltétel.
Numerikus módszerek: Az időbeli véges differenciák módszere (FDTD). Green-függvények, az integrálegyenletek módszere. Súlyozott maradék-elv, a Laplace-Poisson-egyenlet gyenge alakja, a végeselem-módszer (FEM). Térszámító szoftverek tipikus kezelőfelülete. A diszkretizálás kérdései. Skalár- és vektormezők, hullámterek megjelenítése. Periodikus struktúrák modellezése. Térszámítási és hálózati modellek összekapcsolása. Optimalizálási és inverz feladatok.

Vegyes alkalmazások: Mágneses körök. Indukálási jelenségek. Örvényáramok, áramkiszorítás. Örvényáramú anyagvizsgálat. Gerjesztett hullámok: a Hertz-dipólus, közel- és távoltér, iránykarakterisztika, sugárzási ellenállás, irányhatás, nyereség. Vezetett hullámok: csőtápvonal, TE és TM módusok, határfrekvencia, fázis- és csoportsebesség, téglalap keresztmetszetű csőtápvonal módusai. Üregrezonátorok, jósági tényező. Nyitott hullámvezetők: mikroszalag-vonalak, dielektromos hullámvezetők. Metaanyagok: vékony fémes nanohuzalok, rezonáns struktúrák. Elektromágneses hullámok negatív törésmutatójú metaanyagokban. Fotonikus kristályok: két- és háromdimenziós periodikus szerkezetek, diszperziós egyenletek, optikai tiltott sávok. Fotonikus kristály alapú optikai kábelek, hullámvezetők, üregrezonátorok és modulátorok.

## Fotonikai eszközök

(BMEVIETMA06, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a fotonika anyagaival, eszközeivel és alkalmazásaival kívánja megismertetni a hallgatókat.
**Rövid tematika:** Bevezetés: a fotonika fizikai és technológiai alapjai, optikai adatátvitel és jelfeldolgozás, passzív elemek fizikája, aktív elemek fizikája, kritikus technológiák.
Fényforrások és érzékelők. Nem koherens fénnyel működő szerkezetek: izzók, lumineszcens elemek, fotóvezetők, LED, PD, PT napelemek. Koherens fénnyel működő eszközök: szilárdtest lézerek, lézer diódák, szuperrácsok.
Passzív elemek anyagai és tulajdonságai: üvegek, kristályok, polimerek.
Aktív optikai elemek anyagai és tulajdonságai: modulátorok, deflektorok; polarizátorok, szűrők; frekvenciaváltoztatók; bistabil elemek, kapcsolók; szolitonok az adatátvitelben; folyadékkristályos eszközök.
Fényérzékeny anyagok és optikai memória: az adatrögzítés paraméterei, ezüsthalogenid alapú rendszerek, ezüstmentes anyagok, magnetooptika.
Optikai adatátviteli és adatfeldolgozó rendszerek: fényszáloptika és adatátvitel, képfeldolgozás optikai szenzorok
Összegzés, kitekintés.

## Kvantum-informatika és kommunikáció

(BMEVIHIMA14, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Napjaink számítástechnikai eszközei teljesítőképességük elvi határához éreztek, mivel az áramköri elemek a jelenlegi technológiával tovább nem csökkenthetők lényegesen. Ugyanakkor egyre több informatikai és távközlési feladat vár megoldásra, melyeket a jelenlegi számítástechnikai kapacitásokkal reménytelen megoldani, csupán szuboptimális megoldások alkalmazhatók. E kettős problémakörre kínál megoldást a kvantummechanikai alapokra épülő ún. kvantum informatika és kommunikáció, mely egyfelől atomi méretekre zsugorítja az áramköri elemeket, másfelől nagyfokú párhuzamosíthatóságot tesz lehetővé, ezáltal lényegesen redukálva a számítási időt, harmadrészt pedig a klasszikus világban szokatlan megoldási lehetőségeket is kínál (pl. teleportálás). A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatóságot a kvantum informatika fogalomrendszerével, információ elméleti vonatkozásaival és alkalmazási példákon keresztül informatikai és távközlési környezetben való alkalmazhatóságával. A tantárgy röviden ismerteti a gyakorlati megvalósítás alapjait is.
**Rövid tematika:** Bevezetés. Motivációk, Moore-törvény. Hogyan nyerjünk vetélkedőt (egy szemléletes példa), feladvány a hallgatóknak, egyéni és csapatverseny meghirdetése. A gyök NOT kapu rejtélye. A kvantummechanika rövid története.
Kvantummechanika posztulátumai, Hilbert-tér és a kvantummechanika kapcsolata, egyszerűsített leírás; Qbit, qregiszter: jelölések, definíciók; komplex valószínűségi amplitúdók bevezetése; szuperpozíció és jelentősége.
Összefonódás (entanglement), mint lírai és kvantummechanikai jelenség; irány az Alfa Centauri – vagy mégsem? A kvantum interferométer működése – a kvantumszakember esete a lepkével. A dekoherencia jelensége és következményei.
Mérési technikák: Projektív: mérés merőleges bázisban, avagy hogyan menjünk biztosra? POVM: mérés nem merőleges bázisban, avagy mit tegyünk, ha a természet nem engedi, hogy biztosra menjünk? POVM: paraméterek optimalizálása: a tűzoltókat kíméljük, vagy inkább ne égjen le a házunk? Méréstípusok kapcsolata és megfeleltethetősége.
Egyszerű kvantum algoritmusok: Szupersűrűségű tömörítés. Teleportálás: lehetőségek és korlátok. Deutsch-Jozsa-algoritmus, avagy Könyves Kálmán tévedett és mégis vannak a boszorkányok? Simon-algoritmus: beszélgetés a többdimenziós boszorkányokkal.
Kvantum Fourier-transzformáció, QFT. Származtatása a klasszikus DFT-ből. Dekompozíciója és megvalósítása elemi kvantum kapukból. Komplexitása és kvantum használatának lehetőségei.
.Prímtényezőre bontás klasszikus eszközökkel. A Shor-algoritmus elméleti háttere. A Shor-algoritmus megvalósítása QFT-vel. A Shor-algoritmus elemzése, komplexitása, értékelése.

Keresés rendezetlen adatbázisban. A Gover-algoritmus elméleti háttere. A Gover-algoritmus megvalósítása iteratív módon. A Gover-algoritmus elemzése, komplexitása, értékelése.
Kvantum számlálás elméleti háttere. Kvantum számlálás elemzése, komplexitása, értékelése. Minimum/maximum keresés elméleti háttere. Minimum/maximum keresés elemzése, komplexitása, értékelése.
Kvantum kriptográfia: támadás és védekezés kvantum eszközökkel. Kvantum kriptoanalízis Grover-algoritmussal. Kvantum kriptoanalízis Shor-algoritmussal. Kvantum kulcsszétosztó protokollok.
Kvantum logikai kapu rendszerek és ezek ekvivalenciája. Kvantum algoritmusok klasszikus szimulációja. Elemi kvantum logikai kapu halmazok. Kvantum algoritmusok dekompozíciója elemi kvantum kapukra.
Információelmélet kvantuminformatikai alapokra helyezése. Kvantum mechanika és információelmélet kapcsolata, paradigmaváltás a bizonyítás terén. Rendszertípusok I: Determinisztikus, Valószínűségi (probabilistic): pl. neurális, genetikus, stb., Kvantum. Rendszertípusok II: Klasszikus, Kvantum támogatású klasszikus, Tiszta kvantum. A kvantumszámítógép: Deutsch-féle tételek és bizonyításaik.
Kvantum információelmélet. Feltételes entrópia és információ általánosítása. Kvantum csatornák kapacitása. Kvantum zaj és hibajavítás. Kvantum forráskódolás.
Kvantum számítógépek, hol tart ma a világ. Foton, elektron, atom, molekula alapú megközelítések. A Bevezetésben feladott feladvány megoldása, a beadott megoldási javaslatok értékelése. Filozófiai kitekintés. Összefoglalás

## Nanotudomány

(BMEVIETMA07, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A nanotechnológia elméleti megalapozása. A 0,2…100 nm-es tartományba tartozó rendszerek vizsgálata. Jelenségek szerves és szervetlen rendszerekben, amelyek rendszerek néhány száztól néhány millió atomból állhatnak. A tantárgy elméletileg megalapoz egy nanotechnológia jellegű tárgyat.

**Rövid tematika:** A nanotudomány által használt fogalmak definiálása. A nano mint mérettartomány. Kvantumjelenségek, ezek fizikai háttere: diffúzió nanoméretekben, szórási jelenségek, transzportfolyamatok (hő, elektromos). Újdonságok a nanovilágban: miért nem „kicsi mikro” a nano? Bottom-up, top-down technikák. Self-assembly.
A szén allotrop módosulatai (gyémánt, grafit, fullerének, nanocsövek). Kristálytani leírás. Szilárdtestfizikai jellemzők. Makroszkopikus fizikai jellemzők (mechanikai, elektromos, egyéb), ezek mikroszkopikus értelmezése. Alkalmazási területei a nanotechnológiában: elektronikai (passzív és aktív) építőelemek; szén alapú kompozitok, ezek mechanikai tulajdonságai; grafén alapú felületi elektronika víziója; nanocsövek alkalmazása a szenzorikában.
Egy-, két- és háromdimenziós nanoobjektumok. Nanostruktúrák osztályozása anyaguk alapján, az egyes csoportok fő „nano” jellegzetességei: elemi félvezetők, vegyületfélvezetők, oxidok.
Elektromos és fotonikai alkalmazások. Az eszközök működésének fizikai alapjai (LED, lézer, tranzisztorok, logikai kapuk). Többrétegű nanoszerkezetek, mágneses anyagok. Szerves és szervetlen nanorendszerek együttműködése. Fénykeltés nanoobjektumokkal. Mechanikai érzékelők, bioszenzorok.
Különleges anyagi rendszerek. A $SiO_2$-protein rendszer. A DNS mint nano-építőelem. Biomolekulák.
Vizsgálati módszerek. Mikroszkópia: pásztázószondás, pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkópia (röviden). Spektroszkópiai módszerek. Optikai közeltér-mikroszkóp.

## Űr, többtest és nemlineáris dinamika

(BMEGEMMNUTD, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, GPK)

**A tantárgy célkitűzése:** Az égitestek, az űrjárművek és az űrkutatásban alkalmazott robotikai eszközök kinematikájának és dinamikájának nélkülözhetetlen elemzési és szimulációs módszereivel kapcsolatban nyernek áttekintést és alkalmazható tudást a tágy hallgatói. A tantárgy javarészt merev test modellekre szorítkozik és a Newtoni mechanikára épít. Az egyes témakörökben a legegyszerűbb gyakorlati példán keresztül történik meg az elmélet bemutatása és megértése.

**Rövid tematika:** Merev testek mechanikájával kapcsolatos alapfogalmak. A merev test helyzete: pozícióvektor, forgatási tenzor, homogén transzformáció. Orientáció megadási módok: tengely-szög

reprezentáció, Euler-szögek, (Tait–Bryan-szögek, fix szögek, roll-pitch-yaw szögek), szingularitási problémák, egységkvaterniók. Nyílt kinematikai láncok kinematikai leírása Denavit–Hartenberg-módszerrel, zárt láncok kinematikai leírása holonom kényszerek segítségével. Newton–Euler-rekurzió nyílt kinematikai láncokra, összevetés a másodfajú Lagrange-egyenletekkel, példák az űrbéli robotikai alkalmazások közül. A Newton–Euler-rekurzió és a másodfajú Lagrange-egyenletek alkalmazása egy nyílt kinematikai láncra. Elsőfajú Lagrange-egyenletek alkalmazása zárt kinemaktikai láncú szerkezetekre, összevetés a másodfajú Lagrange-egyenletekkel, példák az űrbéli robotikai alkalmazások közül. Hatékony numerikus módszerek sok szabadsági fokú többtestdinamikai rendszerek mozgásegyenleteinek megoldására: Lagrange-multiplikátorok formalizmusa, penalty módszerek. Szabályozott mechanikai rendszerek mozgásszabályozási módszerei: kiszámított nyomatékok módszere, teljes és részleges állapotvisszacsatolás (teljes aktuáltságú, alulaktuált, redundáns rendszerekre) digitális hatások figyelembevétele. Dinamikai rendszerek egyensúlyi helyzetei, ezek stabilitása. Periodikus pályák és stabilitásuk, kváziperiodikus megoldások, ciklikus rendszerek stabilitása. Lagrange-pontok, égitestek pályái, stabilitás. Alapvető koncepciók a nemlineáris dinamikában és a bifurkáció analízisben, a mechanikában (statikában, rugalmasságtanban, dinamikában) előforduló esetek, alkalmazási példák az űrben. Űreszközök pozíciójának és orientációjának stabilizációja, giroszkóp alkalmazása az orientáció-szabályozásban, CMG (control moment gyroscope). Az optimális pályatervezésről általában, optimális pályák a robotikában, űreszközök optimális pályái, időoptimális és energiaoptimális pályák.

## Villamos szigetelések és kisülések

(BMEVIVEMA14, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a levegőtől az olajon, fán, papíron keresztül, a PVC-n, a polietilénen, teflonon át a legmodernebb technológiai szigetelőkön, az inteligens anyagokig, a mikro- és nanotechnológiák szigeteléseiig, valamint az élő szövetekig mutatja be a szigeteléseket és a bennük kialakuló villamos kisüléseket.
Megismerteti a hallgatóságot az ipari villamos szigetelések alapvető feladataival, a szigetelések igénybevételeivel, a szigetelőanyagok legfontosabb tulajdonságaival, a szigetelések roncsolásos és roncsolásmentes diagnosztikájával kapcsolatos nélkülözhetetlen ismeretekkel. Bemutatja a különböző kisüléstípusokat, kialakulásukat, az általuk okozott problémákat azok megoldási lehetőségeit.
A multimédiás technikára, a fényképekre, videóklipekre és animációkra építve a tantárgy bemutatja és megtanítja a villamos szigetelőanyagok és szigetelések (szigetelők), mint a villamosmérnöki és a műszaki informatikai tudományok és a villamosipari módszerek egyik (második) legfontosabbikának a szigetelőanyagoknak elméleti és gyakorlati ismereteit.
**Rövid tematika:** Szigeteléstechnikai alapfogalmak, alapvető szigetelőtípusok. A szigetelőket érő igénybevételek (környezeti, mechanikai, kémiai, villamos). Az igénybevételek hatására kialakuló folyamatok, polarizáció, vezetés. Szigetelők nedvesedése, sérülése és öregedése. Bevezetés a modern szigetelésdiagnosztikába. Szigetelők kiválasztásának szempontjai. Szigetelések és szigetelők kiválasztása és cseréje, feszültség alatti munkavégzés (FAM).
A töltéshordozókat termelő és fogyasztó fizikai folyamatok. A villamos kisülések kialakulása (az ütközési, foto- és hőionozás kialakulása, törvényszerűségei)., villamos ív. Részleges kisülések: koronakisülések (elektronlavina, pamatos kisülés, csatorna kisülés), üregkisülések, kúszókisülések, villámszerű kisülések. Teljes kisülések: átütés és átívelés, szikrakisülés, villamos ív. Az elektrosztatikus kisülések. A kisülések okozta káros hatások (tüzek, robbanások, ESD). A kisülések ipari alkalmazása.

## VI.2 Gazdasági és humán ismeretek

Az űrmérnöki MSc képzésben a gazdasági és humán ismeretek tantárgyblokkjában három tantárgytalálható, melyek kötelezőek minden hallgató számára.

Gazdasági és humán ismeretek tantárgyai:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Mérnöki menedzsment | BMEVITMMB03 |
| Komplex űrberendezések fejlesztésének koordinálása | BMEVIETMA09 |
| Hazai űrtevékenység és nemzetközi környezete | BMEVIIIMA16 |

### Mérnöki menedzsment

(BMEVITMMB03, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a villamosmérnök, mérnök- és gazdaságinformatikus, valamint egészségügyi mérnök szakok hallgatói számára technológia- és innovációmenedzsment módszerek, üzleti stratégiák, döntési modellek ismertetése, a jellemző mérnöki vezetői szerepek, feladatok, helyzetek és eszközök bemutatása, valamint a sajátos technológiák és piac szabályozási elveinek és modelljeinek tárgyalása, életszerű példák felsorakoztatása, mindezekkel a sikeres pályakezdés elősegítése.
**Rövid tematika:** Mérnöki menedzsment a tudásgazdaságban: A mérnöki menedzsment általában: helye, szerepe, területei. Az információs, kommunikációs és média technológia (ICT) sajátosságai, trendje, kihívásai és mérnöki menedzsmentje. A digitális ökoszisztéma kialakulása. A mérnöki tevékenység menedzsment elemei. A vezetői tevékenység jellegzetességei, összetevői, a sikeresség komponensei. Vezetési helyzetek és módszerek. Stratégiai menedzsment. A stratégiák felépítése és alkotóelemei. Üzleti stratégiatervezési módszerek. Versenystratégiák osztályai. Stratégiai példák: az Internet jövőképe, a digitális üzleti stratégia. A stratégia megvalósítása: sikertényezők, az előrehaladás követése. Stratégiai irányítás és kontroll módszerei. Összetett mérnöki döntési problémák megoldása, ügyfél- és rendszerszemléletű megközelítések, a játékelmélet alkalmazása. Erőforrások tervezése, allokálása. Multiprojekt-menedzsment. Szervezet menedzsment. Szervezetek vezetése, szervezet típusok. Szervezetek életciklusa, döntési kultúrája, változtatások menedzselése. Vezetés a gyakorlatban. Vezetési stílusok és kultúrák. Mikor, hol melyik vezetési stílus a hatásos? Tudásmenedzsment. Tudásfolyamatok. Szakmai kompetencia. Tudásmegosztás. Tudásalapú rendszerek. Tudásmenedzsment rendszer bevezetése egy piaci vállalatnál. A szellemi tulajdon fajtái, védelmének alapelvei. Szabad hozzáférésű szoftverek. A szellemi tulajdon hasznosítása. Szellemi közjavak.
ICT specifikus mérnöki menedzsment: Technológia menedzsment. Technológiai tervezés, előrejelzés, transzfer, bevezetés, beépítés és váltás. Technológiai jövőkép-készítés, hajtóerő elemzés, szcenáriók összevetése. Technológia-hajtott üzleti stratégiák. Vállalati ICT funkciók. Az ICT alkalmazása: új üzleti stratégiák, globális munkafolyamatok, hatékonyabb szervezeti struktúrák kialakítása. Innováció menedzsment. A kutatás-fejlesztés és innováció célkitűzései. Innovációs modellek és metrikák. Az innovációs folyamat, a kutatás-fejlesztés és a minőség menedzselése, a kockázatok kezelése. Innovációs lánc. A K+F+I menedzsment többszintű szervezete, összekapcsolódó cselekvései. Az innováció finanszírozása. Technológiai inkubátorok, innovációs centrumok, start-up cégek, technológiai konzorciumok. Termékmenedzsment. A termékfejlesztés célkitűzései és folyamata. Az ICT termékek és szolgáltatások piaci helyzete. A piac szereplői. A piaci versenykörnyezet. Piacszegmentálás. A termékek életfázisai, a termék-életciklus menedzselése. A termékek árazása, a fogyasztók árérzékenysége. Marketing-kutatási, termékértékesítési és értékesítés-támogatási módszerek. Üzleti folyamatok menedzselése. Folyamatok elemzése, tervezése, szabályozása, javítása, átalakítása. Folyamatok fejlesztésének módszerei. Informatika a vállalati értékteremtésben. Ügyfélkapcsolatok menedzselése. Működéstámogató rendszerek. Az ellátási lánc menedzselése. Üzletmenet folytonosság menedzselése. Egy szolgáltató cég informatikai rendszerének általános felépítése.

A szabályozási környezet: Az ágazati szabályozás. A szabályozás célja, elvei általában, valamint a hálózatos ágazatokban. Versenyszabályozás, fogyasztóvédelem. A szabályozás intézményei és eljárásai, ex-ante és ex-post szabályozás. Önszabályozás, egyezmények, szabványok. Az ICT szektor technológiai és piacszabályozásának modelljei. A verseny és a digitális konvergencia kibontakoztatásának szabályozási feladatai. Az elektronikus hírközlő hálózatok és szolgáltatások, az informatika és a média közösségi és hazai keretszabályozása. Szolgáltatók együttműködésének szabályai. Korlátos erőforrások gazdálkodásának szabályozása, frekvencia- és azonosító-gazdálkodás. Adatvédelem, információbiztonság és tartalom szabályozása.

## Komplex űrberendezések fejlesztésének koordinálása

(BMEVIETMA09, 1. szemeszter, 1/1/0/f/3 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az űrvonatkozású projektek menedzsmentje némileg eltér a szokványos mérnöki gyakorlattól. A költséges és nagy kockázatú küldetések kivitelezése standardizált módon történik, melynek minden aspektusa szakértők által, korábbi tapasztalat alapján megalkotott, szabványok által szabályozott módon történik.

Az Európai Űrügynökség (ESA) módszertan alapján az űrprojektek életciklusát tipikusan hét fázisra osztják. Ezekhez a fázisokhoz szorosan kapcsolódnak a komplett rendszer vagy az egyes alegységek szintjén végzendő konkrét tevékenységek. Ezek a tevékenységek az egyes fázisok között időben átlapolódhatnak és jellemzően olyan beszámolókkal zárulnak, melyek teljesítése szükséges, de nem elégséges feltétele a továbblépéshez. A tantárgy az egyes fázisok során végzendő feladatokat ismerteti tételesen, a hozzájuk tartozó dokumentumok formai és tartalmi követelményeinek bemutatásával. Konkrét példákon keresztül mutatjuk meg azokat a projektmenedzsment módszereket, melyek hatékony segítséget nyújthatnak egy komplex rendszerintegrációs feladat kivitelezésében.

A tantárgy célkitűzése tehát az ilyen szabványos módon történő tervezés általános módszertanának ismertetése. Az Európai Együttműködés az Űrszabványosításért Testület (European Cooperation for Space Standardization -- ECSS) szervezeti felépítésének és a testület gondozásában lévő szabványok ismertetésén keresztül mutatja be az űrszövetségek által a gyakorlatban alkalmazott módszertan formai elemeit és követelményeit. Bár elsősorban az ESA által alkalmazott módszer formai követelményeinek való megfelelőségre koncentrál a tárgy, de kitekintést nyújt más űrügynökségeknél használatos módszertanokra is.

**Rövid tematika:** Bevezető: Az Űr-projektek sajátosságai. A szabványosított tervezési módszertan szükségességének bemutatása gyakorlati példákon keresztül. Az European Cooperation for Space Standardization – ECSS testület bemutatása: A testület célkitűzéseinek és felépítésének ismertetése.

Projekttervezési alapok az ECSS ajánlása alapján: projekttervezés és szervezés, Projekt felbontási struktúrák, űr-projekt fázisokra bontása. Projekttervezési alapok az ECSS ajánlása alapján: projekttervezési követelmények. Konfigurációkezelési alapelvek: konfigurációkezelési áttekintés, management és tervezés, konfigurációkezelés kivitelezése. Konfigurációkezelési alapelvek: konfigurációkezeléssel szemben támasztott követelmények. Költség- és időmanagement űrprojektekben: Űr-projektek tervezésének idő és a költség-becsélési módszerei. Költség és időkontroll. Szerződéstípusok és a megállapodások fajtái és ezek jellemzői. Integrált logisztikai támogatás: logisztikai kihívások áttekintése. Alkatrész elérhetőség, támogatás és emberi erőforrások managelése. Kockázat management: Kockázat management alapjai és folyamata és az azzal szemben támasztott követelmények. Műszaki dokumentációk: A műszaki jellegű információk dokumentálásának módja. Verifikációs és a tesztelési folyamatok dokumentációs igénye. Beszámoltatási kötelezettségek és beszámolási folyamatok ismertetése, PDR, CDR, QR, MCR, LRR stb. Dokumentum rendszerzési és archiválási cselekmények: Adatbázis építések, archiválási stratégiák és gyakorlatok.

Kitekintő előadás: NASA, JAXA, CNSA, Roszkoszmosz módszertanok.

# Hazai űrtevékenység és nemzetközi környezete

(BMEVIIIMA16, 0. vagy 2. szemeszter, 1/1/0/f/3 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy arra fókuszál, milyen jellemző területei és céljai vannak a hazai űrtevékenységnek (űrkutatásnak, űriparnak, űralkalmazásoknak, stb.), és hova pozícionálhatók a hazai kutatási és ipari/fejlesztési programok és lehetőségek a nemzetközi űrtevékenység tágabb környezetében, különös tekintettel az Európai Űrügynökségre. A tantárgy során vendégelőadókat tervezünk meghívni, mind hazai mind nemzetközi oldalról. Például a hazai űrkutatásért és űrtevékenységért felelős minisztérium képviselőjétől kérünk tájékoztatást a hazai űrtevékenység irányvonalairól, illetve a hazai űripari klaszterek képviselői mutatják be az űripar hazai és nemzetközi helyzetét, lehetőségeit. Nemzetközi oldalról szeretnénk előadókat elhívni például az Európai Űrügynökségtől (Hollandiából), az ENSZ Világűrirodájától (Ausztriából), az ENSZ által alapított 18-35 éves űrkutató korosztályt képviselő Space Generation Advisory Council bécsi központjából (Ausztriából). **Rövid tematika:** A tantárgy célkitűzéseinek bemutatása, a félév menetének ismertetése. A modern űrkutatás kezdete és jelentősebb állomásai, és főbb technológiai újdonságai (emberes missziók, földmegfigyelés, űrtechnológia-űripar, stb.) és intézményrendszerei.
A hazai űrtevékenység főbb mérföldköveinek ismertetése az 1946-os Bay-féle holdradar-kísérlettől kezdve. A hazai űrszektor felépítése és főbb szervezetei.
A műegyetemi űrtevékenység bemutatása a közelmúltból napjainkig. Aktuális projektek a Műegyetemen.
Az első magyar műhold és további kisműholdas sikerek a BME-n; komplex fedélzeti rendszerek különböző missziókban (meghívott műegyetemi előadók a programokból).
A nemzeti űrstratégia. A hazai űrtevékenység aktuális eredményei és irányai.
A hazai űripari cégek jelentős részét tömörítő űripari klaszter (HUNSPACE), valamint a klaszterhez tartozó cégek szakmai területeinek, aktuális kihívásainak és célkitűzéseinek bemutatása.
A hazai űrtevékenység meghatározó szervezetének (HUPT) és kiemelkedő cégének (BHE) megismertetése, a technológiai területek és szakmai kapcsolatok, sikerek bemutatása.
Az űrtechnológia szerepe a jelen és a jövő digitális szolgáltatásaiban. Hazai kutatások és alkalmazásfejlesztések. Jelentősebb hazai alkalmazási területek.
Áttekintés az űrkutatás és űrtevékenység hazai társadalomra gyakorolt hatásáról.
Az Európai Űrügynökség története és felépítése. Magyarország és az ESA. Hazai részvétel az ESA programjaiban.
Dióhéjban a NASA-ról, a NASA jelentősége Magyarország számára. A magyar-orosz együttműködések és aktuális projektek áttekintése. Az ázsiai országok előretörése, India, Kína, Japán, stb. űrtevékenysége.
A Nemzetközi Asztronautikai Akadémia (IAA), a Nemzetközi Űrjogi Intézet (IISL) és a Nemzetközi Asztronautikai Szövetség (IAF) feladatai és tevékenységei. Az ENSZ Világűrbizottság (UN COPOUS) bemutatása. Magyarország munkája a COPOUS bizottságaiban.
Világűregyezmény, Holdegyezmény és további más fontos nemzetközi űrjogi egyezmények bemutatása. Űrbányászat jogi kérdései.
Az Európai Űrügynökség fiatalok számára szóló oktatási és kutatási programjai. Young Graduate Trainee-ként az Európai Űrügynökségben. Az ENSZ által alapított Space Generation Advisory Council feladata és programjai a 18-35 éves korosztály számára.

# VI.3 Űrmérnöki szakmai ismeretek

## VI.3.1 Kötelező tantárgyak

Az űrmérnöki képzésben jelenleg nincsenek sem szakirányok, sem specializációk. A képzésben előírt szakmai ismeretek átadása minden hallgató számára megvalósul a kötelező tantárgyak elvégzése során, ugyanakkor a képzési programban kötelezően és szabadon választható tárgyak is segítik a hallgatókat abban, hogy korábbi alapképzésüknek és érdeklődési körüknek megfelelően bizonyos szakmai ismeretekben jobban el tudjanak mélyülni.

Az űrmérnöki szakmai ismeretek blokkban az alábbi tématerületek minden hallgató számára kötelezően tárgyalásra kerülnek:

- űrkutatás és űrtechnológia témakörének áttekintése
- űrkommunikáció
- űrrendszerek tervezése
- űrnavigáció
- űreszközök pályái és földi állomások
- megbízhatóság és minőségbiztosítás az űrtechnológiában
- műholdas rendszerek és távérzékelés

Az űrmérnöki szakmai ismeretek blokkban található tantárgyak listája a következő:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Űrkommunikáció | BMEVIHVMA11 |
| Űrkutatás és űrtechnológia | BMEVIHIMA15 |
| Űrrendszerek tervezése | BMEVIHVMA12 |
| Űrnavigáció | BMEEOAFM351 |
| Űreszközök pályái és földi állomások | BMEVIHVMA10 |
| Megbízhatóság és minőségbiztosítás az űrtechnológiában | BMEVIEEMA08 |
| Műholdas rendszerek és távérzékelés | BMEVIHVMA09 |
| Űrtechnológia laboratórium 1. | BMEVIHVMA13 |
| Űrtechnológia laboratórium 2. | BMEVIHVMA14 |

A fentieken kívül a kötelezően választható tantárgy blokkból összesen 12 tantárgy közül kell kötelező jelleggel kettőt választani a hallgatóknak. Ez a választási lehetőség alapoz a BME oktatógárdájának szerteágazó tapasztalatára az űrmérnöki képzés különböző szakterületein, egyben biztosítja a hallgatók számára a lehetőséget, hogy a 120 kredites képzés során két kötelezően választható tantárgy révén az érdeklődési körüknek megfelelően mélyíthessék el az ismereteiket. Technikailag a kötelezően választható blokkban szereplő 12 tantárgy közül a tantárgyak egy részét az őszi félévben, egy részét a tavaszi félévben, egy részét pedig lehet, hogy mindkét félévben meg fogjuk hirdetni a BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzatában rögzített aktuális rendelkezések figyelembe vételével.

Az űrmérnök képzésben részt vevő hallgatók két féléven keresztül az Űrtechnológia laboratórium tantárgy keretében méréseket végeznek, hogy a tanult elméleti ismereteket kiegészítsék gyakorlati, az ipari és kutatás-fejlesztési területen hasznosítható ismeretekkel.

# Űrkommunikáció

(BMEVIHVMA11, 1. szemeszter, 1/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése az űreszközök közötti információ átvitele, az űrkommunikáció, a hírközlés és műholdas műsorszórás fogalmainak és feladatainak elméleti és gyakorlati bemutatása. Különös hangsúllyal tárgyalja a tantárgy az űrrendszerek földi és műholdas egységei közötti rádiócsatornákon történő kommunikációt, kitérve az információelmélet, a digitális hírközlés alapjaira, valamint az űrkommunikáció átviteli csatornáin fellépő fading-jelenségekre és ezek modellezésére. A fogalmak alkalmazását a rádióhírközlésből és az optikai hírközlésből és a műholdas kommunikációs rendszerekből vett gyakorlati példák részletes tárgyalásával mutatjuk be.
**Rövid tematika:** Kommunikációs rendszerek általános blokkdiagrammja (forrás/nyelő-(de)kódoló-(de)modulátor-csatorna), űrkommunikációs összeköttetések típusai (pont-pont, pont-többpont, többpont-többpont kapcsolatok). Főbb ITU műholdas szolgáltatási kategóriák (BSS, MSS, FSS). Űrkommunikációs feladatok típusai (Föld-űreszköz, űreszköz(ök)-űreszköz(ök), mélyűri kommunikáció).
Információ fogalma, információ források jellemzése; memóriával rendelkező források, információ mértéke; entrópia. Forráskódolás célja, hatékonysága, memóriamentes és memóriával rendelkező források kódolása, Shannon I. forráskódolási tétele, Huffman kód.

Üzenetek, zajok, zavarok fogalomköre, ezek leírása diszkrét és folytonos sztochasztikus folyamatokkal, stacionárius folyamatok, korrelációs jellemzés. Kölcsönös információ, csatornakapacitás fogalma, BSC, DMC, additív Gauss-zajos csatorna (AWGN), Shannon korlát, Shannon II. csatornakódolás tétele.
Pont-pont, pont-többpont, többpont-többpont összeköttetéseken (műhold-Föld, műhold-műhold, földi pont-pont) fellépő féding folyamatok a különböző frekvenciasávokban, ide értve az optikát is. Földi mozgó csatorna, alacsony pályás űreszköz, HAP, drón. Időben változó csatornák jellemzése, WSSUS.
Üzenettér, kódtér fogalma, hibák osztályozása, Hamming távolság, kódkonstrukciós törvények (Singleton, Hamming korlátok, MDS, perfekt kód), kódvektorok, generátormátrix és polinom, paritásellenőrző mátrix és polinom. Bináris és nembináris lineáris csatornakódolási eljárások: Véges testek fogalma, műveletek Galois testek felett, nembináris Hamming kódok, Reed-Solomon kódok, ciklikus kódok.
A komplex burkoló fogalma, digitális jelkészlet, jeltér fogalma, kétdimenziós jelkészletek, PSK és QAM moduláció, több dimenziós (ortogonális, biortogonális, szimplex) jelterek, optimális vétel AWGN csatornában, vevőstruktúrák.
OFDM, kódolt moduláció (TC-QAM, Viterbi algoritmus), folytonos fázisú moduláció (CPM).
OFDM, FBMC; pont-pont, pont-többpont, multi-link rendszerek (SISO, SIMO, MISO, MIMO) csatornákra, T/F/C/SDMA, Aloha, műholdas diverziti.
Földi mobilkommunikációs rendszerek áttekintése, követelmények az 5G rendszerekben (eMBB, mMTC, URLLC).
Műholdas rendszerek szerepe az 5G elvárások teljesítésében. Ellátó hálózati funkciók, hozzáférési hálózati feladatok, műsorszóró feladatok.
Video jelek kódolása (MPEG2) áttekintés, műholdas digitális műsorszórás DVB-S/RSC.
FSO, optikai modulációk, lézerösszeköttetések szerepe a műhold-Föld, műhold-műhold, és a mélyűri kommunikációban.
Űrkommunikáció lehallgatás-biztonsági kérdései, kvantumkommunikáció elve, alkalmazási lehetőségei.
NASA mélyűri kommunikációs hálózatának (DSN) áttekintése, kommunikációs eljárások planetáris (Hold, Mars, üstökösök) missziók megvalósításához.

# Űrkutatás és űrtechnológia

(BMEVIHIMA15, 1. szemeszter, 1/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy űrkutatási és űrtechnológiai alapismereteket nyújt. Az űrkutatási/űrtechnológiai projektek alapvetően különböznek a hagyományos projektektől, ugyanis sokszor a tervezésük, kivitelezésük és kiértékelésük nagyon sok évet (akár évtizedeket) is felölel. A tantárgy célja ennek a szemléletnek az átadása, ezért különböző történelmi és aktuális űrkutatási és űrtechnológiai projektek révén bemutatja az az űrtevékenység sokszínűségét a Föld megismerésétől kezdve a Naprendszeren is túlmutató kutatásokig. Áttekintjük az egyes projektek sikereit és kudarcait is, levonva a

megfelelő következtetéseket. Alapvető fogalmak (különbség űrkutatás és űrtevékenység között, mit értünk űrtechnológia alatt) tisztázásán túl kiemelten koncentrálunk a 2020-as évtized aktuális projektjeire (pl. műholdseregek, földmegfigyelés kisméretű műholdakkal, visszatérés a Holdra, emberes űrrepülés, űrállomások, magánűrhajózás stb.), és törekszünk a nemzetközi sokszínűségre is (azaz európai és amerikai példák mellett hangsúlyosan ismertetésre kerülnek pl. dél-amerikai és ázsiai projektek is). A tantárgy során bizonyos kiemelt témákhoz vendégelőadókat is hívunk, a félév során pedig aktívan bevonjuk a tantárgy hallgatóit is a témakörök feldolgozásába.
**Rövid tematika:** A tantárgy célkitűzéseinek bemutatása, a félév menetének ismertetése. Hallgatói csoportok megalakulása, témaválasztás a félévre.
Hétköznapi űralkalmazások. Az elmúlt évek spinoffjai. Földmegfigyelés. Az „új űr” megközelítés. Űridőjárás. Európai űridőjárási projektek feldolgozása. Történelmi projektek: Holdraszállás. Visszatérés a Holdra. Célpontban a Mars. Sikertelen Mars-küldetések. Leszállás egy üstökösre. Űrbányászat. Feljutni a világűrbe. Magyar űrtevékenység – tudomány született. Emberes űrrepülés. A hosszú távú emberes űrrepülés kérdései. Űrállomások. Laboratórium a Föld felett. Űrtávközlés. Műholdseregek. Bolygóvédelem. Kitekintés a „nagyokon” túl. Asztrobiológia.
Látogatás űrkutatással foglalkozó kutatóintézetnél vagy űrtechnológiai vállalatnál.
Az előttünk álló évtized izgalmas űrprojektjei. Tervezett hazai projektek.

## Űrrendszerek tervezése

(BMEVIHVMA12, 1. szemeszter, 2/2/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy átfogó ismereteket ad az űrmérnök képzésben részt vevő hallgatók számára azokról a mérnöki feladatokról, amelyek egy világűrbe kerülő, és ott működtetni kívánt berendezés tervezése, gyártása és üzemeltetése során fellépnek. Foglalkozik az űrbeli környezet hatásaival és a kapcsolódó speciális követelményekkel, ami az anyagválasztást, a mechanikus, termikus és a különféle sugárzások elleni védelmet befolyásolja. Ismerteti az űrszondák, mesterséges holdak, nagyobb űrrendszerek azon alapelemeit, amelyek biztosítják az űreszköz egészének működését. Az előadásokhoz gyakorlati példák is kapcsolódnak, továbbá külső meghívott előadók és laborlátogatások is színesítik a tananyagot.
**Rövid tematika:** Bevezetés, a világűrbeli környezet. Számítások az űrkörnyezethez kapcsolódóan. Űreszközök pályái, pályaszámítás. Mechanikai struktúrák, anyagok az űrtechnológiában, mechanikai alapszámítások. Hajtóművek űreszközök pályára állítására. Pályára állításhoz kapcsolódó számítások. Pályakorrekció. A KJK hajtómű laboratóriumának bemutatása, demonstráció. Fedélzeti energia. Energiaellátás a gyakorlatban. Termikus tervezés, termikus számítások. Pozíció és helyzet érzékelés. Helyzet változtatás a gyakorlatban. Műholdas kommunikáció, rádiókommunikációs számítások. Hullámterjedési vizsgálatok. Adaptív kódolás és moduláció a gyakorlatban. Fedélzeti adatkezelés. Digitális fedélzeti áramkörök a gyakorlatban. Fedélzeti mérés-adatgyűjtés, mérés-adatgyűjtés a gyakorlatban. Programozható logikai áramkörök. FPGA az űreszközök gyakorlatában. Megbízhatóság az űrtechnológiában.
Üzemlátogatás: egy hazai űripari vállalat meglátogatása.

## Űrnavigáció

(BMEEOAFM351, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EMK)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatókat megismertesse az űrbéli helymeghatározás és navigáció megvalósításának kérdéskörével. A hallgatók megismerik az alkalmazott vonatkozási (ITRS, ICRS) és időrendszereket (TAI, GPST, stb.), az alapvető űrben is használható mérési módszereket (fotografikus, SLR, Doppler, GNSS, VLBI, stb.) és a méréseket terhelő szabályos hibák kiküszöbölésére szolgáló eljárásokat. Megismerkednek az űreszközök nagypontosságú pályameghatározási eljárásaival, a perturbáló erők fogalmával, a nagypontosságú időmeghatározás szerepével és megvalósításával valamint az űreszközök navigálásának feladataival.
**Rövid tematika:** Vonatkoztatási és koordinátarendszerek és időrendszerek. A helymeghatározásban használatos időrendszerek. Koordináta és időtranszformáció számítása. Műholdak mozgása a Föld nehézségi erőterében. Műholdak helyzetének meghatározása pályaelemekből. GNSS műholdak

pályaszámítása. Optikai helymeghatározási technikák. Mélyűr navigáció. Mikrohullámú helymeghatározó rendszerek. A globális helymeghatározó rendszerek (GNSS). Műholdra végzett lézeres távmérés eredményeinek feldolgozása. GNSS méréseket terhelő szabályos hibák. GNSS mérési eljárások. Pályameghatározás matematikai modelljei. Kepler pályaelemek számítása műholdak térbeli derékszögű koordinátáiból. Pályameghatározás matematikai statisztikai eszközei. MEO műholdpályák meghatározása GNSS technikával. Pályamódosító manőverek számítása.

## Űreszközök pályái és földi állomások

(BMEVIHVMA10, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az űrmérnök képzéshez kapcsolódóan a tantárgy célja megismertetni a hallgatókkal az egyes űreszközök pályáit, az egyes pályák tulajdonságait, a pályákhoz tartozó lehetséges küldetéseket, az egyes küldetésekhez tartozó mérnöki paramétereket: energia háztartás, termikus viszonyok, rádióátviteli paraméterek, fedélzeti adat-tárolás-feldolgozás kérdései.
A tantárgy részletesen tárgyalja az űreszközökkel folytatott rádiókommunikáció űreszköz és földi állomás oldali elméleti és gyakorlati megvalósulásait, mint: link méretezés; analóg és digitális modulációs módok; fedélzeti átjátszók és hasznos terhek; gyakorlatban megvalósított kódolási és hibajavítási technikák; űreszköz és földi állomás oldali kommunikációs rendszer felépítése, működése, az egyes fokozatokkal szemben támasztott követelmények; földi állomás oldali manuális és automatizált működés, működtetés; távvezérelhetőség és autonóm működés; űreszköz mechanikus és elektronikus irány követése antennanyalábbal.
**Rövid tematika:** Műholdpályák: LEO, MEO, HEO, GEO, küldetés szerint, pályaadatok, pályaszámítás.
Műholdas rádiókommunikáció: link, felépítés, működés, elvárt paraméterek.
Modulációs módok: analóg (AM, FM, PM),
Modulációs módok: digitális (ASK, PSK, FSK, QAM, OFDM).
Kódolás a digitális rádióátvitel során: elvi határok, gyakorlatban alkalmazott eljárások, tömörítés, hibadetektálás, hibajavítás.
Műholdfedélzeti rádióberendezések, antennák: frekvencia sáv, elvárt paraméterek, gyakorlati megvalósítások, szuperheterodin elv.
Földi állomás rádió, antenna: felépítés, működés, méretezés, a megvalósítás korlátai.
Adaptív antenna rendszerek: fázisvezérlés, antenna sor, antenna rács műholdon és Földön.
Fázisvezérelt antenna rendszer: adás irány, követés, pásztázás, link optimalizálás.
Fázisvezérelt antenna rendszer: vétel irány, iránybecslés, követés.
LEO földmegfigyelő műholdak: felépítése és jellemző paraméterei.
LEO földmegfigyelő műholdak: optikai sáv, radar sáv, küldetés szerint: MET, felderítő, stb.
Radar, mint hasznos teher: paraméterek, felépítés, működés – Doppler, ATC, képalkotó, MET.
LEO földmegfigyelő műholdak: SLAR, SAR, ISAR képalkotás.
Kommunikációs műholdak: pályák, frekvencia sávok, sávszélességek, felhasználások.
Műsorszóró műholdak: transzponder, mint hasznos teher, felépítés, működés.
Földi állomás: antenna, forgatás, telemetria vétel, telekommand adás, irány kalibráció, pontosítás.
Földi állomás: nagy sebességű adatkapcsolat, nagy sávszélességű jel sugárzása műholdfedélzeti átjátszó számára.

# Megbízhatóság és minőségbiztosítás az űrtechnológiában

(BMEVIEEMA08, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

**A tantárgy célkitűzése:** Az űreszközök, műszerek és berendezések tervezésénél és megvalósításánál speciális megbízhatósági és minőségbiztosítási elveket kell alkalmazni. A tantárgy ismerteti az űrberendezésekre vonatkozó szabványokat és minőségbiztosítási követelményeket, tervezési elveket és számítási módszereket. Foglalkozik a tartalékolás elméletével és gyakorlati megvalósítási lehetőségeivel. Kitér a tesztelés és verifikáció kérdéskörére, különös tekintettel a nemzetközi űrügynökségek által megkövetelt metódusokra is.

**Rövid tematika:** Az ECSS szabványrendszer bemutatása (célkitűzés, szerkezet, dokumentumtípusok stb.) az ECSS-S-ST-00C alapján. Az ECSS szabványrendszer „Product assurance” ág egyes elemeinek az ismertetése és magyarázata. .

Kritikus elemek meghatározása, nem-megfelelőségi ellenőrző rendszerek, termékbiztosítási menedzsment. Modellfilozófia bemutatása és a modellfilozófia-választás szempontjai. A tartalékolás elmélete és gyakorlati megvalósítási lehetőségei. (ECSS-Q-ST-10).

A minőségbiztosítási tudományterület általános bemutatása. Alapvető fogalmak és módszerek definiálása. Tesztközpontok és berendezések értékelése minőségbiztosítási szempontok alapján. (ECSS-Q-ST- 20).

A megbízhatósági tudományterület általános bemutatása. Rendelkezésre állás és a karbantarthatóság kérdéseinek definiálása. Öregedés, paraméterváltozások, worst-case analízis, hibamodellek, kritikus hibamódok, FMEA. (ECSS-Q-ST- 30).

Terméktervezéssel, fejlesztéssel, gyártással és üzemeltetéssel kapcsolatos biztonsági kockázatok bemutatása, elemzése. Hazárd és hibafa analízis. (ECSS-Q-ST- 40) .

Űriparban használt komponensek kiválasztása, beszerzése és minősítésének folyamata. Komponensek kezelése, tárolása, pótlása. Elektromos eszközök, érzékelők és beavatkozók megbízhatósági modellezése. (ECSS-Q-ST- 60).

PCB minősítés, javítás, beszerzés, tervezési szabályok. Korrózió, kézi és gépi forrasztás ellenőrzése, Főbb űripari megbízhatósági szempontok az űreszközök elektronikai tervezése során. Elektromos összeköttetések, vezetékezés kérdései (ECSS-Q-ST-70 Assembling processes, parts).

Felhasznált anyagokra, gépészeti összetevőkre és folyamatokra vonatkozó minőségbiztosítási előírások. Tisztaság és szennyeződések kézbentartása, detektálása, monitorozása. (ECSS-Q-ST-70 Materials, cleanliness).

Kipárolgás, sugárzással kapcsolatos tulajdonságok, forrasztás, törés, tisztaság, sterilizálás szerepe. (ECSS-Q-ST-70 Planetary protection).

Korrózió, törések, sugárzás hatásának, megállapítása, vizsgálata a festésekben, mechanikai egységekben áramköri paneleken. (ECSS-Q-ST-70 Material testing, material processes).

Katonai és űriparai standardokat kielégítő termikus dinamikai méréstechnikák, tesztelések, termikus ciklálás, termovákuum, termikus sokk mérések. (ECSS-Q-ST-70 Material testing, material processes)

Szoftvertermékek életciklus-folyamata (követelmények meghatározása, architektúra tervezése, fejlesztés, üzemeltetés, karbantartás), fedélzeti (beágyazott) szoftverek, földi szoftverek, minősítésre, tesztelésre és verifikációra szánt szoftverek. (ECSS-Q-ST-80).

A kifejlesztett és/vagy újrafelhasznált szoftverkomponensek és szolgáltatások megfelelő működésének biztosítása az űrben. (ECSS-Q-ST-80).

Gyárlátogatás (tanulmányi kirándulás): Betekintés egy hazai űreszköz fejlesztő központ/vállalat minőségbiztosítási/tesztelési rendszerébe.

Minőségbiztosítási rendszer egy komplett űrküldetés során. Űreszköz tesztelési tervének, verifikációjának definiálása. Áramköri panelek hibaanalitikája, mikroszkópi vizsgálata (EM, röntgen, akusztikus). Elektromos és elektromechanikus alkatrészek megbízhatósági modellezése. Űreszközök, űrminősített alkatrészek, áramköri panelek termikus tesztelésének kérdései. Megbízhatóság növelése numerikus analízis segítségével, tesztelési pontosság növelése. Nagymegbízhatóságú szoftvertervezés bemutatása és önálló feladat megoldása az előadáson elhangzott paradigmák szerint.

# Műholdas rendszerek és távérzékelés

(BMEVIHVMA09, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja elsősorban rendszerszintű ismeretek adása, melyek megalapozzák a hírközlő hálózatokban alkalmazott műholdas összeköttetések és rendszerek tervezését, üzemeltetését és alkalmazását.
A tantárgy bevezet a rádióhullámokkal megvalósítható képalkotás és mérés elméletébe. Rendszerezett elméleti és gyakorlati ismereteket nyújt a rádió mérőrendszerek témakörben, úgy mint: pontszerű objektumok távérzékelése (légiforgalom irányító radar); felületszerű objektumok távérzékelése (SLAR, SAR, inverz SAR); térfogat szerű objektumok (meteorológiai radar); céltárgy detekció, mérés, becslés, klasszifikáció; optikai felderítés; űrszemét felderítés, rádió asztronómia.
A tantárgy bemutatja a mikrohullámú képek főbb felhasználási területeit (környezetvédelem, geológia, árvízvédelem, mezőgazdaság, régészet, stb.)
**Rövid tematika:** Műholdas rendszerek: az elektromágneses spektrum, állandóhelyű és mobil műholdas összeköttetések, rendszerjellemzők: frekvenciasáv, polarizáció, moduláció, hozzáférés, EIRP, G/T.
Műholdas fedélzeti rendszerek, földi állomások: VSAT hálózat, példák: INTELSAT, EUTELSAT, INMARSAT, GLOBALSTAR, IRIDIUM, TELEDESIC, THURAYA.
Ionoszferikus hullámterjedés, refrakció, troposzférikus szórás, meteorburst, EME.
Alapvető optikai elvek, eszközök (távcsövek, kamerák) a földi ill. műholdas távérzékelésben. Fotometriai és spektrális alapok az UV-VIS-IR tartományokban. Optikai tartományon képfelvétel és digitális képfeldolgozás az űrtechnológiában. Esettanulmányok a Rosetta és DAWN űrmissziókról.
Képalkotási elvek hullámok (akusztikus, rádió, fény, stb.) segítségével, 2 és 3D képalkotási elvek, optikai és mikrohullámú hologram, mikrohullámú képalkotás, a mikrohullámú kép minősége, mikrohullámú képalkotás kapcsolata a mikrohullámú távérzékeléssel, valamint a radartechnikával.
Mikrohullámú távérzékelés általános bevezetés. Mérés elve, a mérőrendszer csoportosítása feladat, alkalmazási terület, telepítés, frekvencia, mérendő objektum típusa, stb. szerint.
A mérendő objektumról reflektálódott rádióhullámmal közvetlenül mérhető mennyiségek (radiális távolság, radiális sebesség, térbeli irány, céltárgy mérete, alakja, mikro-Doppler stb.), a mérés szabadtéri hatótávolsága, céltárgy hatásos keresztmetszete.
Távérzékelő rendszerek tipikus antennái, kapcsolat a fedési diagrammal, légkör, föld görbültség, reflexiós hely hatása, fázisvezérelt antennarács.
Neyman-Pearson hipotézisvizsgálat. Becsléselmélet. A döntés és a mérés minősége. Optimális jelfeldolgozás, illesztett szűrő.
Impulzuskompressziós adó modulációs eljárások és a megfelelő illesztett szűrők, speciális hardware követelmények, digitális KF.
Interferenciák és jammerek; hatótávolság, ill. mérési pontosság termikus zajtól eltérő esetben: felületi ill. térbeli passzív zavarban, rögzített helyű, ill. a céltárggyal együttes aktív zavarban, ECM és ECCM módszerek, MTI, MTD.
Mikrohullámú képalkotó távérzékelés. Aktív és passzív távérzékelési módszerek. SLAR és SAR képalkotás elve, minőségi paraméterei. Inverz SAR elve. Interferometrikus SAR elve.
SAR letapogatási módszerek. Spot SAR képalkotás elve, minőségi paraméterei. Példák műholdas SAR alkalmazásokra. Űrszemét felderítő radar általános bemutatása. Konkrét űrszemét felderítő radar ismertetése. Meteorológiai radar 3D képalkotásának elve. Mérendő és származtatott mérési eredmények.
Rádió és radar asztronómia célja és módszerei, érzékenység, radiométer módszerek.
Antenna típusok (rádióteleszkóp ill. interferométer: LBI ill. VLBI rendszerek), antenna ekvivalens zajhőmérsékletének analízise.
Vendégelőadás: A Földmegfigyelő távérzékelés legfontosabb alkalmazásainak áttekintése. Felvételek főbb felhasználási területei: környezet monitorig, globális klímaváltozás, víz körforgás elemeinek megfigyelése, katasztrófavédelem támogatása, kataszteri térképezés, urbanizáció és városi hőszigetek monitoring rendszerei. Alkalmazások, meglévő termékek, adatrendszerek bemutatása, célkitűzések megfogalmazása.

# Űrtechnológia laboratórium 1.

(BMEVIHVMA13, 1. szemeszter, 0/0/4/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy laboratóriumi méréseket tartalmaz, amelyben az űrmérnök képzésen részt vevő hallgatók átfogó gyakorlati, laboratóriumi és méréstechnikai ismereteket szereznek az űrtechnológiához kapcsolódó mérnöki tématerületekről. Két féléves tantárgy, amely nem épül egymásra, és amelynek jelen tagja az első félév anyagát tartalmazza.
Főbb témakörök: PCB rázásvizsgálat, hőkamra, berendezés termálvákuum teszt, cubesat RF, cubesat OBDH, földi vevőállomás, EMC vizsgálatok, hajtómű és helyzetérzékelés, elektromechanikus eszközök, OBDH megbízhatóság, energiaellátás.
**Rövid tematika:** A laboratóriumi mérésekben használt műszerek bemutatása. Alapmérések, gyakorló mérések elvégzése.
PCB Rázásvizsgálat
- PCB rezonancia vizsgálata rögzítés és tömeg függvényében (szimuláció és mérés)
- fáradásos törés és kivédése
Hőkamra
- passszív és aktív alkatrészek hőmérséklet függése
Berendezés termálvákuum teszt
- alkatrészek hőmérséklete vákuumban,
- derating faktorok, outgassing
- szigetelések, ventillation hole
CubeSat RF
- adás és vétel vizsgálata
- analóg és digitális modulációk
- digitális KF
- műhold-földi állomás összeköttetés méretezése
- adatsebesség-sávszélesség, kódolás-hibajavítás, CRC, titkosítás
CubeSat OBDH
- nagy megbízhatóságú szoftver írása beágyazott környezetben
- elosztott intelligenciájú rendszer adatgyűjtésének vezérlése
- esemény-vezérelt programozás
- energiamenedzsment
- hideg- melegtartalékolás ismertetése
BME-GND vevőállomás
- alacsony pályás műhold vétel és vezérlés
- antenna forgatás vezérlés
- Doppler-korrekció TLE alapján v. adaptív szabályozás
- adaptív nyalábformálású antenna rendszerek
EMC vizsgálatok
- vezetett és sugárzott zavaremisszió
- vezetett és sugárzott zavarral szembeni immunitás
Hajtómű, helyzet érzékelés
- műhold fedélzeti hajtóművek és kapcsolódó helyzet érzékelési feladatok
- hideg gázos hajtómű és vezérlése
- helyzet érzékelés/mérés
Elektromechanikus eszközök
- ismerkedés a műhold fedélzetén alkalmazott elektromechanikus eszközök működésével, alkalmazásaival
- aktuátorok, motorok
- csapágyak
- Pyro-mechanika
OBDH megbízhatóság
- a fedélzeti számítógép (Onboard Data Handling) egység megbízhatóságát növelő technológiák bemutatása
- watchdog

- reset kérdésköre (reset előállítás, vizsgálat, több egység resetjének összehangolása)
- TMR logika
- EDAC a memóriában és a processzorban
- a fedélzeti software megbízhatóságának kérdésköre (programozási feladat)

Technológia
- forrasztástechnika
- mikroszkópos vizsgálat

Energiaellátás
- napelem soros szabályozás, MPPT
- napelem párhuzamos szabályozás, S3R
- napelem szimulátor, akkumulátor szimulátor

## Űrtechnológia laboratórium 2.

(BMEVIHVMA14, 1. szemeszter, 0/0/4/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy laboratóriumi méréseket tartalmaz, amelyben az űrmérnök képzésen részt vevő hallgatók átfogó gyakorlati, laboratóriumi és méréstechnikai ismereteket szereznek az űrtechnológiához kapcsolódó mérnöki tématerületekről. Két féléves tantárgy, amely nem épül egymásra, és amelynek jelen tagja a második félév anyagát tartalmazza.
Főbb témakörök: berendezés rázásvizsgálat, hőkamra, berendezés termálvákuum teszt, cubesat power, távérzékelés és radar, műholdak és pályakövetés, antenna mérés, attitude control, fedélzeti adatgyűjtés, fedélzeti kommunikáció, energia szétosztás.
**Rövid tematika:** A laboratóriumi mérésekben használt műszerek bemutatása. Alapmérések, gyakorló mérések elvégzése.

Berendezés rázásvizsgálata
- komplex berendezés rázásvizsgálata
- rezonancia keresés, szinuszos és random rázás

Hőkamra
- berendezés termál teszt (funcional és performance teszt, ciklus vizsgálat stb.)
- termikus időállandó, dinamikus disszipáció mérés

Berendezés termálvákuum teszt
- kisműhold termikus egyensúlyának vizsgálata
- berendezés outgassing mérése
- berendezés hőciklus tesztelése
- ventillation hole

CubeSat power
- napelemek kiválasztása, elrendezése, bekötése
- hatékony napenergia-átalakítás
- telemetria szolgáltatása OBC felé
- műhold pályára állításának érzékelése (RBF, deployment switch), indítási logika ismertetése
- fedélzeti tápfeszültségek előállítása, vezérlése, monitorozása és automatikus védelme
- akkumulátor töltése, védelme

Távérzékelés, radar
- radar mérési elv: ATC, SLAR, SAR, ISAR, passzív,
- távérzékelés műholdról: SAR feldolgozás,
- labormérés: SONAR, passzív radar,
- konzerv adaton SAR feldolgozás

Műholdpályák, követés
- LEO, MEO, HEO pálya számítás
- antenna forgató típusok, forgató vezérlés
- digitális nyalábformálású antennarendszerek (adás-vétel)
- műhold jelre való szabályozás (szigma-delta)
- predict, AGI

Antenna mérés

- iránykarakterisztika,
- polarizáció

Attitude control, szenzorok
- műhold helyzetének érzékelése: szenzorok bemutatása
- műhold helyzetének szabályozása: giroszkópos stabilizálás és helyzet változtatás

Fedélzeti adatgyűjtés, telemetria, telekommand
- onboard SW: telemetria frame összeállítás, kiküldés, fogadás PC-n, adatok megjelenítése
- telekommand küldés PC felől, OBDH vezérlése
- TM/TC formátumok vizsgálata

Fedélzeti kommunikáció
- jelek vizsgálata (mérése) az egyes buszfajtákon, visszahurkolt vonalon
- adatátviteli protokollok
- hibadetekció/hibajavítás az egyes buszokon, CRC

Technológia
- tömeg paraméterek mérése.
- tömegközéppont, tehetetlenségi nyomaték mérése
- spin balance

Energia szétosztás
- passzív eszközök: NTC, PTC, biztosítók
- aktív eszközök: LCL, FCL, R-LCL
- kapcsolók: SW, LSW

## VI.3.2 Kötelezően választható tantárgyak

A kötelezően választható tantárgy blokkból összesen 12 tantárgy közül kell kötelező jelleggel kettőt választani a hallgatóknak.

A kötelezően választható tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Digitális jelfeldolgozás a hírközlésben | BMEVIHVMB04 |
| Fedélzeti adatfeldolgozó rendszerek | BMEVIEEMB01 |
| Finommechanikai tervezés | BMEGEMINUFT |
| Fotonikus eszközök és optikai kommunikáció | BMEVIHVMB05 |
| Földmegfigyelő műholdas távérzékelés | BMEEOFTM361 |
| Kisműholdak szerepe az űrtechnológiában | BMEVIHVMB06 |
| Különleges űreszközök és űrbiztonság | BMEKOVRM955 |
| Nemlineáris végeselemes analízis | BMEGEMMNUVE |
| Optikai távérzékelés | BMEGEMINUOT |
| Rakéták, rakétahajtóművek | BMEKOVRM954 |
| Űrberendezések konstrukciója és energiaellátása | BMEVIHVMB07 |
| Űreszközök hődinamikája | BMEGEENNUHD |

### Digitális jelfeldolgozás a hírközlésben

(BMEVIHVMB04, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja az űrtechnológiában, különösen a kommunikációs célra használt jelek előállításának és feldolgozásának tárgyalása. A módszertani alapok ismertetését követően a tárgyban a digitális műholdas kommunikációs rendszerek jelfeldolgozási problémái és azok lehetséges megoldásai kerülnek bemutatásra. A tantárgy keretén belül az elméleti megoldások mellett valós környezetbeli, szoftverrádiós platformok is ismertetésre kerülnek. A tantárgy egy konkrét projekt (digitális

műholdkép vétele az L-sávban, szoftverrádiós feldolgozással) köré épül, a teljes feldolgozási lánc különböző aspektusainak bemutatásával és a laborgyakorlatok során egyes funkcionális elemek önálló megvalósításával.
**Rövid tematika:** Bevezetés, kommunikációs rendszerek áttekintése, rendszerterv, szoftverrádiók. Jelfeldolgozási alapok ismétlése: mintavételezés, jelátlapolódás, frekvenciatartománybeli leírás. Digitális szűrők, szűrők realizációja és tervezése. Interpoláció, decimálás, digitális le- és felkeverés. (Egyvivős) digitális modulációs eljárások, tulajdonságaik, alapsávi jelkezelés. Vevőarchitektúrák. Szinkronizációs módszerek áttekintése, ML becslő, CRB határ. A mintavételi frekvencia irracionális arányú változtatása (interpoláció). Digitális modulációk szimbólumszinkronizációja, nyílt és zárt hurkú szinkronizáció. Digitális modulációk frekvenciaszinkronizációja. Digitális modulációk fázisszinkronizációja, nyílt- és zárt hurkú szinkronizáció. Csatornakódolási eljárások. Adatcsomagok felépítése, feldolgozása. Csatornabecslési és -kompenzálási eljárások.
A gyakorlati foglalkozásokon az előadáson elhangzottak gyakorlati implementációja kerül megvalósításra.

## Fedélzeti adatfeldolgozó rendszerek

(BMEVIEEMB01, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, EET)

**A tantárgy célkitűzése:** Az űreszközök egyik kulcsfontosságú, rendszerszintű egysége a fedélzeti adatok kezelését, feldolgozását, tárolását és továbbítását végző egység. A tantárgy ismerteti a műhold fedélzeti számítógépeinek változatait, felépítését, tervezési megfontolásait. Kitér a megbízható, hibamentes működést biztosító hardver és szoftver technológiákra, az űrkörnyezet, elsősorban a részecskesugárzás okozta hatásokra és kivédésüknek a lehetőségeire. Tárgyalja a fedélzeti mérés/adatgyűjtés rendszereit is. Ismerteti a fedélzeti kommunikáció eszközeit és protokolljait, a telemetria fogalmát és egyes formátumait, a földi parancs és adattovábbítás feladatait és megvalósítási módjait.
**Rövid tematika:** Az előadás célja a tantárgy tematikájának elhelyezése tágabb kontextusban. Alrendszerek: ground segment + launch segment + space segment. Műholdak felépítése: platform (bus) + payload. Műhold/misszió típusok/alkalmazások (kommunikáció, műsorszórás, Föld-megfigyelés, navigáció, időjárás, asztronómia, katonai alkalmazások, űrállomások), hasonlóságok és különbségek a fedélzeti rendszerek szempontjából. A fedélzeti adatfeldolgozó rendszerek szerepe, feladatkörei. A környezet hatása. A sugárzás hatásainak mérséklését szolgáló technológiák. Rendszerszintű architektúrák. Központi feldolgozás – Mikroprocesszorok, mikrokontrollerek. Adattárolás. Adatgyűjtés. Fedélzeti kommunikáció hardver vonatkozásai. Központi feldolgozás – Programozható logikai eszközök. Központi feldolgozás – Soft-processzoros rendszerek, SoC FPGA-k. Szoftver-architektúrák nagymegbízhatóságú rendszerekben. RTL (HDL) tervezési megoldások nagymegbízhatóságú rendszerekben. Fedélzeti kommunikáció szoftver vonatkozásai. TMTC kommunikáció szoftver vonatkozásai. Design flow: Specifikáció, rendszertervezés és HW/SW particionálás. Design flow: FPGA-alapú rendszerek tervezési módszerei.

## Finommechanikai tervezés

(BMEGEMINUFT, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, GPK)

**A tantárgy célkitűzése:** Kis méretek hatásának előnyeinek és hátrányainak ismertetése. Finommechanikai technológiák gyakorlati példákon történő bemutatása. Finommechanikai alapelemek bemutatása – ezen belül: erővel, alakkal és anyaggal záró kötések. Gördülő és siklócsapágyak elemzése lineáris és forgó változatban. Precíziós csapágyazások (mágneses, levegő, rugalmas, stb.). Mechanizmusok, fékek bemutatása és alkalmazása. Hajtóművek és tengelykapcsolók rendszerezése. Finommechanikai mozgásátalakítók – transzformátorok. Mechanikai jusztírozások és szabályzások. A finommechanikai tervezés módszerei és dokumentálása.
**Rövid tematika:** A finommechanika definiálása. Kapcsolat a mechatronikával. Szerkezeti példák ismertetése. A kis méretek hatása, a finommechanikai konstrukció jellegzetességei, és a finommechanika építőelemeinek és szerkezeteinek rendszerezése. Finommechanikai alkatrész analízise vezetett rajzos gyakorlat keretében. A finommechanikai anyaggal záró kötések rendszerezése és bemutatása. Speciális finommechanikai kötések rendszerezése és bemutatása. Finommechanikai hajtóművek és hajtások. Finommechanikai mozgásátalakítók. Finommechanikai alkatrész méretezés számítása.

Mozgásátalakítók: fogaskerekek, vonóelemes hajtások. Alapvető finommechanikai csapágyazások-vezetékek. Finommechanikai szerkezet analízis gyakorlatban. Különleges finommechanikai csapágyazások. Fékek-akadályozások, tengelykapcsolók, mechanizmusok. Finommechanikai szerkezeti rajz és tervezés analízis alapján. A finommechanikai jusztírozás. Finommechanikai szabályzók.

## Fotonikus eszközök és optikai kommunikáció

(BMEVIHVMB05, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A modern telekommunikációs infrastruktúra optikai szál alapú rendszerekből áll, amelyet vezeték nélküli technológiákkal kombinálunk. A szabadtéri optikai kommunikációs összeköttetések esetén a lézer fényforrás, fotodetektor kiegészül adaptív optikával és távcsövekkel. A szabadtéri optikai kommunikáció alkalmazható műholdak között (LEO, GEO), illetve műhold-földi állomás közötti kapcsolatban is.
A tárgyat teljesítő hallgatók jártasak lesznek az optikai hálózatok fizikai rétegének tervezési feladataiban. A tantárgy bemutatja az optikai közeget használó adatátviteli rendszerekben lejátszódó fizikai alapjelenségeket és azok mérését, ismerteti a korszerű hálózatokban alkalmazott átviteli eljárásokat és azok méréstechnikáját.
**Rövid tematika:** Bevezetés, fénytávközlő rendszerek fejlődési lépései, optikai rendszerek előnyei-hátrányai. Üvegszál típusok. Egycsatornás optikai átviteli rendszer felépítése. Optikai összeköttetés csillapítás mérlege. Többcsatornás rendszerek. Optikai távközlési szálak, csatlakozók. DWDM gerinchálózat, tervezési feladat. Nagysebességű kommunikációs rendszerek. Diszperzió. Nagysebességű kommunikációs rendszerek. Koherens rendszerek tulajdonságainak számítása, számítógépes gyakorlat. Optikai hozzáférési hálózatok. Moduláció. FTTH rendszerek teljesítménymérleg számítás. RoF (Radio over Fiber rendszerek). Optikai méréstechnika. Látható fényű kommunikáció. Szabadtéri optikai összeköttetés. Műholdak közötti és Műhold – Föld szabadtéri optikai kommunikáció. LIDAR. Optoelektronikai berendezések a műhold fedélzetén. Optikai érzékelők. Szabadtéri optikai összeköttetés biztonsági kérdései.

## Földmegfigyelő műholdas távérzékelés

(BMEEOFTM361, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, EMK)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja áttekintést adni a Földmegfigyelő, képalkotó távérzékelési technológiák alkalmazásairól, legújabb fejlesztési irányairól, technológiai hátteréről. A tantárgy áttekintést ad az optikai, képalkotó RADAR, passzív mikrohullámú és termális szenzorok Földmegfigyelés célú használatáról. A tantárgy fontos célkitűzése a Földmegfigyelés alkalmazásainak széleskörű, átfogó megismerése a környezet monitoringtól, a térképezési célú távérzékelésen és 3D távérzékelésen keresztül, a Big Earth Data legújabb trendjeikig. A gyakorlati képzés során széleskörű tematikai alkalmazások mentén ismerkednek meg a felsorolt alkalmazások adataival. A gyakorlati foglalkozások során a hallgatók önállóan feldolgozandó feladatot kapnak, mely a műholdas adatok beszerzésétől, a adatfeldolgozásokon át a végtermékek előállításáig és azok téradatbázisokban történő integrálásáig terjed.
**Rövid tematika:** Földmegfigyelés bevezetés, fizikai alapok. Multispektrális optikai távérzékelés. Hiperspektrális optikai távérzékelés. Termális távérzékelés. Képalkotó RADAR távérzékelés. 3D RADAR távérzékelés, felszínmodell és deformáció. Passzív mikrohullámú távérzékelés. Multispektrális műholdas adatrendszerek feldolgozása: Légköri torzítások. Geometriai torzulások. Multispektrális képtranszformáció. Tematikus információ nyerés. Legújabb fejlesztési irányok. Földmegfigyelési alkalmazások: A víz körforgás megfigyelése. Földmegfigyelési alkalmazások: Földmegfigyelő távérzékelés a katasztrófavédelemben

## Kisműholdak szerepe az űrtechnológiában

(BMEVIHVMB06, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy fókuszál a (főként oktatási vonalon) megvalósított és tervezett kis méretű műholdkategóriákra, mint 10x10x10 cm 1U CubeSat és ennek egész számú többszörösei (2, 3, 6, 9, 27U); valamint 5x5x5 cm 1 PocketQube osztály és ennek egész számú többszörösei (2, 3, 6PQ).
Részletesen bemutatásra kerülnek a CubeSat és PocketQube kategóriájú műholdak egyes fedélzeti alrendszerei; azok tervezési paraméterei, megvalósulási formái főként a magyar műholdak példáin keresztül.
**Rövid tematika:** Kisműholdas műholdpályák: energetikája, hőmérsékleti és sugárzás viszonyai, pályaadatok, LEO. Űreszközök általános felépítése, kisműholdak hasznos terhe – PL, küldetéstervezés. Elsődleges energia ellátó rendszer – EPS1. Másodlagos energia ellátó rendszer – EPS2. Fedélzeti számítógép – OBC. Fedélzeti adatgyűjtő és feldolgozó rendszer – OBDH. Fedélzeti kommunikációs rendszer - COM: telemetria - TM, telecommand – TC, nagysebességű adatkapcsolat - HSDL, átjátszó – TR, modulációs eljárások, analóg és digitális rádióátvitel. Fedélzeti antennák: TM, TC, HSDL, TR, GP. Tartalékolási megfontolások (hibatűrés): működés szerint (hideg tartalékolás, langyos tartalékolás, meleg tartalékolás), felépítés szerint (alkatrész szintű, alrendszer szintű). Űreszközök (műholdak) fejlesztési lépései: nemzetközi besorolás szerint (TRL1-9), a fejlesztés során (kezdeti előkísérlet - PM, mérnöki példány - EM, kvalifikációs példány - QM, repülő példány - FM). Űreszközök tesztelése (QM, FM): működési, automatizált működési, hosszútávú működési, levegős hőkamrás tesztek, thermo-vacuum tesztek, rázástesztek, rázópados vizsgálatok, repülő példány start előkészítése). Földi kiszolgáló rendszerek: a fejlesztést, tesztelést segítő rendszerek, földi állomás (műhold vevő állomás, műhold vezérlő állomás), földi állomás automatizációja (antenna forgatás, Doppler-korrekció, automatizált vétel és vezérlés). Magyar műholdak részletes bemutatása, tapasztalatok, mérési eredmények: Masat-1 - 1U cubesat - 10x10x10 cm, SMOG-P, SMOG-1 - 1P pocketqube - 5x5x5 cm, ATL-1 - 2P pocketqube - 5x5x10 cm.

## Különleges űreszközök és űrbiztonság

(BMEKOVRM955, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, KJK)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a különleges űreszközök, hajtóművek megismertetése a hallgatókkal. Ezen belül elsőként kitér a hagyományostól eltérő meghajtási módokra, úgymint elektromos és fotonikus meghajtások, környezetbarát („zöld”) hajtóanyagok, nukleáris hajtóművek. Részleteiben ismerteti a tömegcsökkentés egyik legelterjedtebb módját, a kompozit anyagok felhasználását a szerkezetek és hajtóműrendszerek terén. Jelentős költségcsökkentést lehet elérni atmoszférikus indítórendszerek alkalmazásával, vagyis hordozó repülőgépről történő pályára állítással, az efféle megoldások is bemutatásra kerülnek, a repülőeszköz és annak hajtóműrendszerének részleteivel. A tantárgy ismerteti a különböző hajtómű rendszerek karakterisztikáit, különös tekintettel a csekély gravitáció mellett kialakuló folyamatokra. Ezen tárgyon belül mutatjuk be továbbá a vészelhagyó rendszerek kialakítását, fejlődésük történetét az űrrepülésben, valamint azokat az eseményeket, katasztrófákat, amelyek alapos ismeretével a jövőben elkerülhetőek lehetnek a hasonló szituációk.
**Rövid tematika:** Bevezetés a különleges hajtóművek témakörébe. Napenergiát hasznosító termikus rakéták. Ionhajtóművek. Hall-effektuson alapuló hajtóművek. Rakéta nélküli meghajtások. Napvitorla hajtóművek. Napvitorla hajtóművek kutatása. Napvitorla hajtóművek dinamikája, nem-kepleri pályák. Meghajtás nukleáris energia felhasználásával. Nukleáris pulzáló hajtóművek, csillagközi torlósugárhajtóművek. Fotonhajtóművek, csillagközi utazás. Környezetbarát rakéta hajtóanyagok, fejlett kémiai rakéták. Atmoszférikus indító platformok. Környező levegővel működő hajtóművek elmélete. Környező levegővel működő hajtóművek karakterisztikái. Visszatérő egységek kialakításának kérdései. A világűr katonai felhasználása. Mikrogravitációs körülmények között létrejövő jelenségek a hajtóműrendszerben. Űrjárművek meghibásodásai, vészelhagyó rendszerek. Események az űrrepülés történetében

## Nemlineáris végeselemes analízis

(BMEGEMMNUVE, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, GPK)

**A tantárgy célkitűzése:** Szerkezet analízissel kapcsolatos problémák megoldási módszereinek elsajátítása végeselem módszer felhasználásával. Nemlinearitások (anyagi, geometriai) kezelése.
Főbb témakörök: Matematikai alapok; Kontinuumechanikai alapok; Végeselem módszer; Nemlineáris jelenségek a numerikus analízisben; Végeselem alapegyenlet származtatás; Nemlinearitások kezelése; Végeselemes alkalmazás.
**Rövid tematika:** Műveletek vektorokkal és magasabb rendű tenzorokkal. Műveletek indexes jelölésmódban. Alakváltozási és deformációs tenzorok. Feszültségállapot. Véges alakváltozások leírása. Lineáris rugalmasságtani példák 1 dimenzióban. Formafüggvények. Gauss kvadratúra alkalmazása. Geometriai és anyagi nemlinearitás. Nemlineáris anyagmodellek és alkalmazásaik. Teljes potenciál minimuménak elve. Iránymenti derivált.Véges alakváltozás. Virtuális munka elv. Virtuális teljesítmény elv. Anyagi nemlinearitás: hyperelasztikus és hipoelasztikus anyagok. A Von-Mises rúd probléma analitikus és numerikus megoldása. „Arc-length” eljárás. Kis rugalmas-képlékeny alakváltozások leírása. Keményedési modellek. Prandtl-Reuss elmélet. „Radial-return” algoritmus. Horpadásvizsgálat matematikai háttere. Kritikus terhelés meghatározása. „Post-buckling” analízis. 4 csomópontos síkelem, teljes Lagrange leírás. Globális iterációs algoritmus. Newton-Raphson iterációs algoritmus alkalmazása.
Alternatív modern numerikus technikák a végeselem módszer mellett.

## Optikai távérzékelés

(BMEGEMINUOT, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, GPK)

**A tantárgy célkitűzése:** A kurzus megismerteti a hallgatókat az optikai távérzékelés fizikai elméletével és alapvető műszereivel (távcsövek, kamerák, egyéb optikai mérő- és vizsgáló eszközök). Az előadások áttekintik a reflexió, szóródás, emisszió mérését, az UV, Vis valamint az IR spektrum tartományokban, és ezen keresztül a megfigyelt objektumok jellemzőinek meghatározását. A tantárgy alapvető célja az űrszondákon valamint a Földön elhelyezett optikai eszközök bemutatása és a rögzített adatok feldolgozásának alapvető lépései: nagyfelbontású képalkotás, spektrális adatok rögzítése, (multi- és hiperspektrális képalkotás). A gyakorlati foglalkozások keretében a hallgatók kutató szondák pályaadatainak és rögzített képeinek feldolgozását végzik el. A laboratóriumi gyakorlatokon alapvető kalibrációs és tesztmérések elvégzésére kerül sor.
**Rövid tematika:** Az optikai távérzékelés fizikai alapjai. Az optikai sugárzás mérése. Alapvető optikai számítások. Képalkotó optikai rendszerek. Optikai anyagok és technológiák. Spektrális optikai rendszerek. Detektorok. Speciális optikai rendszerek. Nagyfelbontású optikai képalkotó rendszerek. Adatfeldolgozás, kalibráció. Adatfeldolgozás, kép-kiértékelés. A megfigyelések tervezése.
Alkalmazások: a Föld megfigyelése.
Alkalmazások: A Nap megfigyelése, naprendszer kutatás, a távoli űr kutatása.

## Rakéták, rakétahajtóművek

(BMEKOVRM954, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, KJK)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja bemutatni a hordozórakéták konstrukciójának alapvető kérdéseit, a többfokozatú felépítés során felmerülő fontosabb számítási eljárásokat. Ehhez kapcsolódóan bevezeti a hallgatókat a hordozórakéták számítógépes modellezésébe. A tantárgy során külön foglalkozunk a leggyakrabban elterjedt rakétahajtómű fajtákkal, a bennük lejátszódó aero-termodinamika folyamatokkal, azok szimulációjával. Fontos részt képez még a tartályok és segédrendszerek ismertetése, amelyek a rakétahajtómű rendeltetésszerű működését lehetővé teszik.
**Rövid tematika:** Bevezetés a hordozórakéták témakörébe. A rakétamozgás számítása. Egy- és többfokozatú rakéták. A rakétamozgás dinamikája. Rakétamozgás szimulációs gyakorlat. Hordozórakéták tervezése. Hajtóanyag kiválasztása a hordozórakétához. Optimális tömegeloszlás a fokozatokban és indulótömeg meghatározása. Előzetes méretek és térfogatok számítása. Hordozórakéták tervezése. Űrrepülőtér, indítókomplexum kérdései. Konkrét hordozórakéta típusok bemutatása. Hordozórakéta kiválasztás. Rakétarendszerek megbízhatósága, többször használatos hordozóeszközök.

Rakétahajtóművek elmélete bevezetés. Rakétahajtóművek alapvető számítása. Szuperszonikus fúvócsövek gázdinamikája. Laval-csövek számítása és numerikus áramlástani szimulációja. Folyékony hajtóanyagú rakéták elmélete. Folyékony hajtóanyagok. Tartályok. Égéskamrák és égés. Szilárd és hibrid (szilárd-folyékony) hajtóanyagú rakéták. Szilárd hajtóanyagú rakéták felépítése, tervezése. Turbószivattyúk. Hajtóművek integrálása, pneumatikus és hidraulikus rendszerei. Tolóerővektor irányítása. Rakétarendszer kiválasztása, tesztelése.

## Űrberendezések konstrukciója és energiaellátása

(BMEVIHVMB07, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy bevezetést nyújt az űrberendezések tervezésébe és szerkesztésébe, együttesen a konstrukciójába. Foglakozik az elektronikai tervezés és mechanikai szerkesztés interaktív kapcsolatán alapuló, az elektromágneses kompatibilitási szempontokat is figyelembe vevő, a követelmények kielégítése szempontjából optimális konstrukció keresés módszereivel.
Bemutatja a készülékek követelmények szerinti működéséhez szükséges anyagválasztási, elektronikai, elektromágneses kompatibilitási, hőtani és mechanikai ismereteket.
Foglalkozik a berendezések szabványos tesztelési eljárásaival és a követelmények szerinti minősítő mérésekkel.
**Rövid tematika:** Nyomtatott huzalozású lemezek tervezése. Forrasztás. Alapanyagok, bevonatok. Csatlakozók, összekötő eszközök. Készüléképítés anyagai. Alkatrészek kiválasztásának elvei űreszközök esetében. Készüléképítési módok. Kötőelemek. Hőtani tervezési szempontok, vizsgálatok. Fedélzeti energiaellátás. Fedélzeti Energiaellátó fejlesztő környezet. Fedélzeti energiatárolás és generálás. Elektrokémiai és fényelektromos energiaforrások áttekintése. Műholdfedélzeti energiavédő és szétosztó architektúrák. Általános limiter kapcsoló méretezése. Lineáris és kapcsolóüzemű energia átalakítók. Egyszerű lineáris tápegységek. Napelemes primer rendszerek elektronikája. Energia átalakítók részáramkörei. Sugárzás hatásai elektronikus eszközökre. Sugárzásállósági tesztek. Anyagok elektromágneses tulajdonságai. Sugárzott és vezetett zavarforrások. EMC/EMI tervezés alapjai. Vezetett és sugárzott zavarok csökkentése. EMC vizsgálatok. EMC mérések eszközei.

## Űreszközök hődinamikája

(BMEGEENNUHD, 3. vagy 4. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, GPK)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy bemutatja a hőtani modellezés jellemző lépéseit, annak főbb termodinamikai aspektusait, egyaránt tárgyalva az állandósult és időfüggő állapotok leírására vonatkozó fejezeteket. Erre építve bemutatásra kerülnek a modellezés geometriai sajátosságai, az azokhoz tartozó matematikai leírással együtt. A tantárgy célja ezen modellezési eszközöknek az elsajátíttatása, azok konstruktív, hatékony felhasználásának bemutatása, amelyben a hangsúlyt főképp az űrbéli körülmények által adott környezeti sajátosságokra helyezzük.
**Rövid tematika:** Állapotjelzők, koncentrált vs. kontinuum modellek, bevezetés. Mérlegegyenletek, I. és II. főtétel jelentése, kihasználása. A Fourier-féle hővezetési egyenlet bemutatása, jelentése, szerkezete izotróp és anizotróp anyagokra, lehetséges kezdeti és peremfeltételek. A hőközlési folyamatok állandósult állapotának leírása, példákon keresztüli bemutatása. Térfogati hőforrások szerepe, hatások az állandósult állapotra. Hőmérsékleti sugárzás elméleti háttere, főbb összefüggések és törvények bemutatása. Hőmérsékleti sugárzás: példákon keresztül az elmélet alkalmazásának bemutatása. A hőközlési folyamatok időbeliségének leírása, alapmegoldások. Véges és végtelen kiterjedésű közegek alapmegoldásai, főbb fizikai paraméterek és azok jelentésének a tárgyalása. Időbeli folyamatok: az elméleti háttér példákon keresztüli bemutatása, használatának lehetőségei. Az áramló közegekhez tartozó hőtani jellemzők tárgyalása. Kitekintés a hőátadásra, annak modellezési szerepe és kapcsolata a hőmérsékleti sugárzással.
Projektfeladatok prezentálása: a tantárgy hallgatói a féléves feladatukat prezentálják egymásnak, melyek szakmai tartalmát és eredményeit közösen elemezzük.

## VI.4 Projekttantárgyak

A mesterképzés keretein belül a hallgatók ún. projekttantárgyakat vesznek fel. Ezek a tantárgyak rendre az első szemesztertől kezdődően a Projektlaboratórium 1, Projektlaboratórium 2, Szakmai gyakorlat (kritérium tantárgy), majd a Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva). A projekttantárgyak felvételének szabályait részletesen az MSc specializációválasztási szabályzat tartalmazza.

### Projektlaboratórium 1

(0. vagy 1. szemeszter,0/0/3/f/5 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIHIML04 | Projektlaboratórium 1 | HIT |

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy két féléve során a hallgatók komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. A két féléves Projektlaboratórium tantárgy felkészít a szintén két féléves Diplomatervezés tantárgy elvégzésére.
Az első félév programja a téma kiválasztása, a feladat részletes specifikálása, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.
**Rövid tematika:** Az oktatási időszak első hetében (a regisztrációs hetet követően) a hallgatók jelentkeznek a meghirdetett konkrét témákra, vagy témacsoportokra, a leendő konzulenssel egyeztetve a feladatot. Célszerű a téma kiválasztása ügyében a tanszéket a félévet megelőző vizsgaidőszakban felkeresni, amennyiben ez lehetséges.
A félév elején a hallgatók a konzulenssel közösen elkészítik a feladatok kiírását és ütemezését. A feladatkiírás konkrét formai követelményeit és leadásának módját a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
A tantárgy első félévének végén mindenkinek be kell számolni a félév során végzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámoló konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a tanszék ahhoz konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A feladatot úgy kell kiválasztani, illetve a dokumentációt úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a hallgató tevékenysége.
A projektlaboratórium feladat külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső témához hasonló módon előre egyeztetni kell a felvett tantárgyat gondozó tanszékkel. A hallgató munkájáról a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a konzulens értékel. A külföldön készített munkáról ugyanúgy kell beszámolni, mint az itthon kidolgozott feladatok esetében.
Két vagy több hallgató részére közös témát is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

# Projektlaboratórium 2

(1. vagy 2. szemeszter,0/0/3/f/5 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIHIML05 | Projektlaboratórium 2 | HIT |

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy két féléve során a hallgatók komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. A két féléves projektlaboratórium tantárgy felkészít a szintén két féléves Diplomatervezés tantárgy elvégzésére.
A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint az elkészült műszaki alkotás tesztelése és dokumentálása.
**Rövid tematika:** A tantárgy második félévében a hallgatók általában az első félévben elkezdett feladatot folytatják, a feladatkiírásnak megfelelően.
Az első oktatási héten, értékelve a feladat készültségi fokát, dönteni kell a feladat esetleges módosításáról úgy, hogy a feladat a félév végéig befejezhető legyen. A módosított feladatkiírás konkrét formai követelményeit és leadásának módját a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
A tantárgy második félévének végén mindenkinek be kell számolni a félév során végzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámolók konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a tanszék ahhoz konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű, illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A feladatot úgy kell kiválasztani, illetve a dokumentációt úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a hallgató tevékenysége.
A projektlaboratórium feladat külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső témához hasonló módon előre egyeztetni kell a felvett tantárgyat gondozó tanszékkel. A hallgató munkájáról a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a konzulens értékel. A külföldön készített munkáról ugyanúgy kell beszámolni, mint az itthon kidolgozott feladatok esetében.
Két vagy több hallgató részére közös témát is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

# Szakmai gyakorlat

(1.-4. szemeszter,0/0/0/a/0 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIHVMS02 | Szakmai gyakorlat | HVT |

**A tantárgy célkitűzése:** A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák az űrmérnöki gyakorlatban előforduló rendszerek, berendezések és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A legalább négy hetes szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, projektlaboratórium feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.
**Rövid tematika:** Négy hét (húsz munkanap) kiméretű, az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül teljesítendő szakmai gyakorlati munka. A lehetséges helyszínekről és időpontokról a szakmai gyakorlat lebonyolításra vonatkozó szabályzat rendelkezik.
A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt a tanszéki, vagy a vállalati konzulens felügyelete és irányítása mellett dolgoznak. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók.

A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A munkanapló hitelességét a szakmai gyakorlat végén a konzulens aláírásával igazolja.
A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul. A beszámolót a konzulens aláírásával igazolja, a munkáról rövid értékelést készít. A munkanaplót, a beszámolót és az értékelést arra a tanszékre kell benyújtani, amely a témát kiírta. A beadási határidőt a tanszéki szakmai gyakorlati felelős határozza meg, figyelembe véve az egyetemi munkarendet (pl. nyári leállás).

## Diplomatervezés 1

(2. vagy 3. szemeszter,0/5/0/f/10 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIHVMT04 | Diplomatervezés 1 | HVT |

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy a diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.
Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.
**Rövid tematika:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett szakiránynak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz.
Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.
A munkabeosztás betartását, a munka előrehaladását és a hallgató felkészülését a konzulens folyamatosan ellenőrzi. Ha a munkavégzés nem a tanszéken történik, a hallgatónak akkor is rendszeresen be kell számolnia a tanszéki konzulensnek.
A félév végén a hallgató munkájáról írásos beszámolót készít és szekcióülésen előadást tart. Az írásos beszámolót a szóbeli beszámoló előtt 5 munkanappal korábban kell beadni. Terjedelme kb. 30 oldal. A szorgalmi időszak végén, egyeztetett időpontban a hallgató legalább 10 perces előadásban, szekcióülésen számol be az általa végzett munkáról.
Az írásos beszámolót a kari diplomaterv portálra is fel kell tölteni.

# Diplomatervezés 2

(3. vagy 4. szemeszter,0/10/0/f/20 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIHVMT05 | Diplomatervezés 2 | HVT |

**A tantárgy célkitűzése:**
A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy a diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.
A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.
**Rövid tematika:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett szakiránynak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. A téma megváltoztatására csak akkor van lehetőség, ha a hallgató a második félévben a Diplomatervezés 1. tantárgyat javító célú tantárgyfelvétellel ismét felveszi. Ez esetben újra 30 kredit értékű feladatot kell kiírni.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. Az engedélyt a tanszéknek a Diplomatervezés 1. tantárgy felvétele előtt meg kell szereznie.
A diplomaterv külföldön is készíthető. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Diplomatervet magyar nyelven kívül a BME valamely idegen oktatási nyelvén (angol, francia, német és orosz nyelven) is lehet készíteni, amennyiben a tanszéki konzulens ehhez hozzájárul.
Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat.
A diplomatervben a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.
A munkabeosztás betartását, a munka előrehaladását és a hallgató felkészülését a konzulens folyamatosan ellenőrzi. Ha a munkavégzés nem a tanszéken történik, a hallgatónak akkor is rendszeresen be kell számolnia a tanszéki konzulensnek.
A félévközi jegy megszerzésének a diplomaterv beadása nem feltétele. Az érdemjegyet a tanszéki konzulens javaslata alapján a tantárgyfelelős adja.
A tantárgyat teljesíti a hallgató, ha a két félév során az előkészítő munkát elvégezte, és a diplomatervet ezután már várhatóan konzulensi segítség nélkül is el tudja készíteni.
A diplomaterv beadásának határideje annak a szorgalmi időszaknak az utolsó napja, amelyhez tartozó záróvizsga-időszakban a hallgató diplomatervét meg kívánja védeni.
A diplomaterv beadhatóságát a tanszéki konzulens minősíti. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma esetén a külső konzulens ajánlást ad a beadhatóság minősítéséhez. A diplomaterv beadásának tartalmi feltétele: a diplomatervben be kell mutatni a feladatkiírásban megnevezett, összes önállóan kidolgozandó részfeladat megoldását. Ha egy részfeladat megoldása mégis ellehetetlenül, akkor kivételes esetben a diplomaterv tanszékvezetői engedéllyel beadható, de a részfeladatra vonatkozó alfejezetben deklarálni kell az ellehetetlenülés tényét, és meg kell adni az ellehetetlenülés okát.

A diplomaterv formai követelményei: A diplomatervet 1 példányban írásban, egy kötetben, keménytáblás borítással, szükség esetén mellékletekkel, valamint 1 példányban elektronikus formában, az érvényes kari előírások szerint kell beadni.
Két vagy több hallgató közös témájú diplomatervét külön kötetben és külön elektronikus példányban kell elkészíteni.
A diplomaterv nyilvános, kivéve, ha a diplomaterv-témát a dékán titkosította. Ez utóbbi esetben a diplomaterv a sikeres záróvizsgát követő 3 év múlva válik nyilvánossá. A nyilvánosságra-hozatalról a kari diplomaterv portál kezelője gondoskodik. A diplomaterv elkészítésével, beadásával és megvédésével kapcsolatos tudnivalókról a tanszék a kiadáskor tájékoztatja a hallgatót.
A tantárgy sikeres elvégzése során elkészített diplomaterv érdemjegyét a záróvizsga bizottság állapítja meg.

## VI.5 Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 6 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

A szabadon választható tantárgyakat a képzések szakbizottságai három kategóriába sorolják: **Ajánlott** egy tantárgy, ha azt a szakbizottság a hallgató szakmai ismereteit bővítő tantárgynak ítéli. **Befogadott** egy tantárgy, ha az a hallgató általános érdeklődésére tarthat számot, de szakmailag kevésbé kapcsolódik a képzéshez. **Tiltott** egy tantárgy, ha az a képzésben szereplő tantárgyakkal a TVSz-ben megengedett mértéknél nagyobb átfedést tartalmaz, így teljesítése kredittel nem elismerhető.

A kari honlapon található, szakonként elkülönülő táblázatok és a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben található mintatanterv szabadon választható tantárgyi blokkja az ajánlott tantárgyakat tartalmazza. A befogadott tárgyakat a Neptunban az intézményi tantárgyak között találja, a tiltott tantárgyak (egy részének) felvételét a Neptun megakadályozza.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelősével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.

# VII. Villamosmérnöki mesterszak

A képzés célja olyan mérnökök képzése, akik a villamos, elektronikus és számítástechnikai eszközökhöz, berendezésekhez és rendszerekhez kapcsolódó magas szintű természettudományos és specifikus műszaki ismeretek birtokában képesek új villamos, elektronikus és számítástechnikai rendszerek, berendezések és eszközök tervezésére, fejlesztésére és integrálására, a szakterületen kutatási-fejlesztési feladatok ellátására, koordinálására, alap- és alkalmazott kutatási feladatok kidolgozásában való részvételre, tanulmányaik PhD képzés keretében való folytatására.

**Felvétel a villamosmérnöki mesterszakra:** a mesterképzésbe történő belépés előzményeként elfogadott szak a villamosmérnöki (BSc) alapszak. A mesterfokú diplomához a mintatantervben szereplő kreditek megszerzésén felül szükséges, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek – felsőoktatási törvényben meghatározott – összevetése alapján elismerhető legyen legalább 80 kredit a korábbi tanulmányai szerint az alábbi ismeretkörökben:

| | |
|---|---|
| *természettudományos ismeretek*<br>matematika (min. 12 kredit), fizika, villamos ipari anyagismeret; | *20 kredit* |
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>közgazdaságtani és menedzsment ismeretek, környezetvédelem, minőségbiztosítás, munkavédelem, szaknyelv, társadalomtudomány; | *10 kredit* |
| *elektrotechnikai, elektronikai és informatikai ismeretek*<br>elektrotechnika, jelek és rendszerek, elektronika, digitális technika, informatika, programozás; | *30 kredit* |
| *villamosmérnöki szakmai alapismeretek*<br>híradástechnika, méréstechnika, irányítástechnika, mikroelektronika, elektronikai technológia, villamos energetika, laboratórium. | *20 kredit* |

A táblázat szerinti ismeretkörökben korábban megszerzett kreditek elismerése az előzményként elfogadott szak esetében automatikusan teljesül. Más szakokról történő jelentkezés esetében az elismerés elsősorban a következő alapdiplomával rendelkezők esetében lehetséges: a gépészmérnöki, a közlekedésmérnöki, a mechatronikai mérnöki, a had- és biztonságtechnikai mérnöki, az energetikai mérnöki és a mérnökinformatikus alapszak.
A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a felsorolt ismeretkörökben legalább 50 kredittel rendelkezzen a hallgató. A hiányzó krediteket a mesterfokozat megszerzésére irányuló képzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féléven belül, a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

**A mesterképzés során megszerzendő ismeretek (120 kredit):**

| | |
|---|---|
| *természettudományos alapismeretek*<br>matematika, fizika, számítástudomány, rendszerelmélet, valamint szakmaspecifikus alaptárgyak; | *20-35 kredit* |
| *villamosmérnöki szakmai ismeretek*<br>villamos, elektronikus és számítástechnikai eszközök, berendezések, továbbá összetett rendszerek fejlesztéséhez, tervezéséhez, kivitelezéséhez, gyártásához és minőség-ellenőrzéséhez, és az ezekkel létrehozott komplex szolgáltatásokhoz kapcsolódó, a szakterületi mesterképzést megalapozó, átfogó elméleti ismeret, amely a villamosmérnöki szakma képzésében reprezentált szakterületei valamelyikének műveléséhez szükségesek; | *15-35 kredit* |
| *a szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei*<br>a választható specializációkat is figyelembe véve a villamosmérnöki szakma képzésben reprezentált szakterületei valamelyikének műveléséhez szükséges anyag-, eszköz-, készülék-, berendezés-, rendszer-, technológiai és tervezési ismeret területeiről szerezhető speciális ismeret. Szakmaspecifikus szakterületek: a beágyazott információs rendszerek, az energiaátalakító rendszerek, az infokommunikációs rendszerek, az irányítórendszerek és robotinformatika, a mikroelektronika és elektronikai technológia, a számítógép-alapú rendszerek, a multimédia rendszerek és szolgáltatások, a villamosenergia-rendszerek, a folyamatok automatizálása és informatikája, a távközlés és ipari kommunikáció;<br>diplomamunka (30 kredit); | *40-60 kredit* |

| | |
|---|---|
| *gazdasági és humán ismeretek*<br>gazdasági, vezetési és menedzsment ismeretek, minőségbiztosítás, ergonómia, kommunikációelmélet, műszaki tudományok kultúrtörténete, környezetvédelem; | *10-20 kredit* |
| *szabadon választható tantárgyak ismeretkörei* | *min. 6 kredit* |

A szak orientációja: kiegyensúlyozott (a gyakorlati jellegű ismeretátadáshoz aránya 40-60 százalék).

**Előtanulmányi rend:**
A kar által kötelezően előírt MSc előtanulmányi rend szerint

- Az egyes specializáció-tantárgyak adatlapjai előtanulmányi rend előírásokat tartalmazhatnak, elsősorban természettudományos, közös és korábbi specializáció-tantárgyakra vonatkozóan.
- Az Önálló labor 1, Önálló labor 2, Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2 tantárgyak
  - csak az adott szak MSc képzésének hallgatói számára vehetők fel,
  - csak a felsorolás sorrendjében vehetők fel, a felsorolásban őket megelőző tantárgyak kreditjeinek teljesítése után.
- A Diplomatervezés 2 tantárgy felvételének feltétele
  - a mintatantervnek megfelelően 84 kredit teljesítése,
  - Felsőbb matematika, az egyik Közös tantárgy, a Választható természettudományos tantárgy és a Diplomatervezés 1 tantárgy kreditjeinek megléte.
- További előírásokat a „BME VIK MSc diplomaterv, záróvizsga, oklevél szabályzata” tartalmazhat.

**Specializálódás, specializáció váltás:**
A szakon a képzés teljes ideje alatt a hallgatók fő- és mellékspecializációkhoz kapcsolódva végzik tanulmányaikat. A specializációkra a jelentkezésüket (a választani kívánt fő és mellékspecializációk sorrendjét) még felvételük előtt, a felvételi írásbeli ill. szóbeli alkalmával kell leadniuk.
A hallgató egy alkalommal, a specializációba kerülés kezdetétől számított fél éven belül, a BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzatában meghatározott tanulmányi nyilvántartó rendszerben (TR) benyújtott kérvénnyel kérheti specializációja megváltoztatását. A kérelem elfogadása esetén a hallgató a következő félévtől kikerül az eredeti specializációról, és átkerül az általa megjelölt új specializációra (amennyiben az elindult). A specializációt váltó hallgatónak az eredeti specializáción elvégzett tantárgyai ügyében a Kari Kreditátviteli Bizottság hoz döntést.

**Szakmai gyakorlat:**
A képzés hallgatói számára a diploma megszerzésének feltétele egy legalább 4 hetes egybefüggő szakmai gyakorlat sikeres teljesítése is. A szakmai gyakorlat lehetséges időpontjait, helyszíneit, tartalmát és lebonyolításának rendjét, a kar szabályzatai határozzák meg.

## VII.1 Természettudományos alapismeretek

### VII.1.1 Felsőbb matematika villamosmérnököknek

A természettudományos alapismereteken belül 4 felsőbb matematika tantárgy jelenik meg a villamosmérnök mesterképzés kínálatában, melyek közül kettőt kell teljesíteni.

A felsőbb matematika tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Haladó lineáris algebra | BMETE90MX54 |
| Kombinatorikus optimalizálás | BMEVISZMA06 |
| Sztochasztika | BMETE90MX55 |
| Analízis | BMETE90MX53 |

Mindegyik specializáció meghatározza, hogy a négy tantárgy közül melyek alapozzák meg leginkább a szakmai programjukat. A hallgatóknak kötelező jelleggel két felsőbb matematika tantárgyat kell felvenniük a mellékelt táblázat szerint.

| Főspecializáció | Felsőbb matematika 1 (tavaszi félév) | Felsőbb matematika 2 (őszi félév) |
|---|---|---|
| Beágyazott információs rendszerek | Haladó lineáris algebra | Sztochasztika |
| Irányítórendszerek | Haladó lineáris algebra | Analízis |
| Mikroelektronika és elektronikai technológia | Haladó lineáris algebra | Sztochasztika |
| Multimédia rendszerek és szolgáltatások | Kombinatorikus optimalizálás | Sztochasztika |
| Számítógép alapú rendszerek | Haladó lineáris algebra | Analízis |
| Vezetéknélküli rendszerek és alkalmazások | Haladó lineáris algebra | Sztochasztika |
| Villamosenergia-rendszerek | Kombinatorikus optimalizálás | Sztochasztika |

## Haladó lineáris algebra

(BMETE90MX54, 1. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, TTK Algebra Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a lineáris algebra azon fejezeteibe nyújt bevezetést, amelyek fontosak a haladó mérnöki tanulmányok szempontjából. Fontos cél, hogy a hallgatók alkalmazni tudják a lineáris algebra módszereit, eszközeit a felmerülő szakmai problémák megoldása során. A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatótól elvárható, hogy értse, és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tanult fogalmakat, ismereteket, a gyakorlatban felmerülő helyzetekben ismerje fel a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit, legyen képes a szakirodalomra támaszkodva önállóan bővíteni a kapcsolatos ismereteit.

**Rövid tematika:** A lineáris algebra tanult alapfogalmainak áttekintése. Vektortér, mátrix, lineáris egyenletrendszer megoldása. Mátrix determinánsa, rangja, sajátérték, sajátvektor, karakterisztikus polinom, Cayley--Hamilton-tétel, hasonlóság. Bilineáris formák, euklideszi terek. Speciális mátrixok (szimmetrikus, Hermite-, ortogonális, unitér, szemi-definit). Jordan-normálforma, főtengelytétel.
A Moore-Penrose-inverz és alkalmazásai. Projekciók. Az általánosított inverz mátrix fogalma, a Moore–Penrose-tétel. Inkonzisztens lineáris egyenletrendszerek közelítő megoldása. Nevezetes lineáris mátrixegyenletek (AXB=C, AX-XB=C, AX-YB=C) és megoldásuk az MP-inverz segítségével.
Normák és mátrixfüggvények. A spektrális és az euklideszi (Frobenius-) mátrixnorma, p-normák, kapcsolatuk, egyenlőtlenségek. Sajátértékekre vonatkozó egyenlőtlenségek (Gersgorin, Schur). Mátrixfüggvények, előállításuk polinomokkal, a mátrix-exponenciális. Mátrixfüggvények differenciálása, lineáris differenciál-egyenlet-rendszerek. A Lax-egyenlet.
Nem negatív elemű mátrixok. Pozitív, reducibilis és irreducibilis mátrixok. Frobenius és Perron tételei (irreducibilis nemnegatív mátrixokra). Egyenlőtlenségek a spektrálsugárra. Sztochasztikus és duplán sztochasztikus mátrixok. Kapcsolat a Markov-láncokkal. Birkhoff tétele, kapcsolat a párosítási feladattal, a Frobenius–König-tétel.
Szinguláris értékek szerinti felbontás (SVD). Létezése, egyértelműsége, kapcsolata a poláris felbontással. SVD és alacsony rangú közelítések, Eckart–Young-tétel. Az SVD számítása. A módszer néhány alkalmazása (pszeudoinverz számítása, homogén lineáris egyenletrendszer megoldása, legkisebb négyzetek módszere). A QR-felbontás fogalma. Householder-tükrözések, alkalmazásuk a QR-felbontás számítására.
Lineáris mátrixegyenlőtlenségek. Konvex halmazok, konvex függvények, konvex optimalizálás, konvex programok, dualitás, a Karush–Kuhn–Tucker-tétel. Az ellipszoid algoritmus. Lineáris mátrix egyenlőtlenségek, alkalmazási példák. Megoldásuk az ellipszoid-módszerrel és belső pontos algoritmusokkal.
Nevezetes alkalmazások. A lineáris algebra néhány nevezetes alkalmazása: nemnegatív és szimmetrikus mátrixok az internetes lapokat rangsoroló algoritmusokban; SVD az információkeresés gyakorlatában (vektorteres indexelés, a mögöttes szemantikájú indexelés lineáris algebrai vonatkozásai); hibajavító kódok; titokmegosztás.

## *Kombinatorikus optimalizálás*

(BMEVISZMA06, 1. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, SZIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az operációkutatás és a kombinatorikus optimalizálás néhány területére nyújt bevezetést. A téma legfontosabb algoritmusainak, módszereinek és korlátainak ismertetése mellett célul tűzi ki, hogy ezek műszaki alkalmazásaiba is betekintést nyújtson. A szemeszter első felében olyan átfogó, általános módszereket mutat be, amelyek a gyakorlati élet számtalan területén eredményesen alkalmazhatónak bizonyultak. Így terítékre kerül a lineáris programozás, a matroidelmélet, a közelítő algoritmusok, valamint az ütemezési algoritmusok témaköre. A félév második felében három olyan műszaki esettanulmányt tárgyal, amelyek részben a fenti általános módszerek, részben a kombinatorikus szemléletű megközelítés eredményességét és hatékonyságát illusztrálják. Így betekintést nyújt a megbízható hálózatok tervezése, a villamos hálózatok klasszikus elmélete és a nagy bonyolultságú hálózatok huzalozása kapcsán felmerülő kombinatorikus jellegű feladatokba. A tantárgy további célja, hogy a villamosmérnök BSc képzés A számítástudomány alapjai című tantárgya során korábban megszerzett ismereteket alkalmazza, elmélyítse, azok elméleti hátterét jobban megvilágítsa. A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő minden hallgatótól elvárható, hogy: értse és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tárgyalt fogalmakat és ismereteket, a gyakorlati élet által felvetett problémákban felismerje a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit, példákon keresztül illusztrálni tudja a kombinatorikus optimalizálás gyakorlati alkalmazási lehetőségeit.
**Rövid tematika:** Lineáris programozás: A lineáris programozás alapfeladata. Farkas-lemma, a lineáris programozás dualitástétele. Egészértékű programozás, a feladat bonyolultsága, korlátozás és szétválasztás (Branch and Bound). Totálisan unimoduláris mátrixok és alkalmazásuk páros gráfokra, illetve hálózati folyamokra.
Matroidelmélet: Matroidelméleti alapfogalmak (alaphalmaz, függetlenség, bázis, kör, rang). Mohó algoritmus matroidon. Dualitás, minorok, direkt összeg, összeg. Matroidelméleti algoritmusok (partíciós és metszet-algoritmusok, orákulumok).

Közelítő algoritmusok: Additív és relatív hibával közelítő algoritmus fogalma. Halmazfedési feladat, a Steiner-fa probléma, utazó ügynök probléma, nevezetes heurisztikák az utazó ügynök probléma euklideszi esetére.
Ütemezési algoritmusok: Ütemezési feladatok típusai. Egygépes ütemezések, listás ütemező algoritmus párhuzamos gépek esetén, Hu algoritmusa, Coffman és Graham algoritmusa.
Megbízható hálózatok tervezése: Lokális élösszefüggőség és élösszefüggőségi szám fogalma. Nagamochi és Ibaraki algoritmusa, Karger algoritmusa. Minimális méretű 2-élösszefüggő, illetve 2-összefüggő részgráfok keresése, Khuller és Vishkin algoritmusa, Cheriyan és Thurimella algoritmusa. Gráfok 2-élösszefüggővé növelése, Plesnik algoritmusa.
Nagybonyolultságú hálózatok huzalozása: A részletes huzalozás feladata. Egyetlen pontsor huzalozása a Manhattan modellben, Gallai algoritmusa. Csatornahuzalozás 2 rétegen a megszorítás nélküli, illetve több rétegen a Manhattan modellben. Switchboxhuzalozás több rétegen. Éldiszjunkt huzalozás.
Hálózatelméleti alkalmazások : Klasszikus villamos hálózatok egyértelmű megoldhatósága, Kirchhoff tételei. Általánosítás a transzformátorokat vagy girátorokat is tartalmazó hálózatokra, algoritmusok a feltételek ellenőrzésére. Általánosítás lineáris sokkapukat tartalmazó hálózatokra. Villamos hálózatok duálisa.

## Sztochasztika

(BMETE90MX55, 2. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, TTK Sztochasztika Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A valószínűségszámítás és sztochasztikus folyamatok elmélete néhány haladóbb témakörének bemutatása a villamosmérnöki mesterképzésben résztvevő hallgatóknak. A hangsúlyokat a jelenségek megértetésére és az alkalmazásokra helyezzük. Széles körben (a tantárgy témakörén kívül is) alkalmazható technikákat prezentálunk, rávilágítunk más matematikai és matematikán kívüli természettudományos és műszaki területekkel való összefüggésekre. Alapelv: minden egyes témához sok konkrét példát, számolást, konkrét alkalmazást mutatunk be. Bizonyításokat többnyire csak vázlatosan prezentálunk, viszont hangsúlyt helyezünk a szemléletre és a (matematikai és egyéb) jelenségekre.

**Rövid tematika:** Valószínűségszámítási alapok ismétlése, eloszlások “függvénytana” : Valószínűségi változó, eloszlásfüggvény, sűrűségfüggvény. Várható érték, szórásnégyzet, magasabb momentumok. Nevezetes eloszlások. Együttesen értelmezett valószínűségi változók, együttes eloszlás- és sűrűségfüggvény. Várható érték vektor, kovariancia mátrix, alaptulajdonságai, Cauchy-Schwarz-egyenlőtlenség. Nevezetes többdimenziós eloszlások. Sűrűségfüggvények transzformációja leképezésekkel. Többdimenziós normális eloszlás.
Generátor- és momentumgeneráló függvények. Határeloszlások és nagy eltérések: Generátorfüggvény, alaptulajdonságai. Konvolúció és keverék-eloszlások generátorfüggvénye. Alkalmazások, elágazó folyamatok. Momentumgeneráló függvény, tulajdonságok. Centrális határeloszlás tétel. Nagy eltérések elemei: Bernstein- egyenlőtlenség, Chernoff-korlát, Höeffding-egyenlőtlenség, Kramer-tétel. Alkalmazások sorbanállási problémákra és kapacitás méretezésre.
Sztochasztikus folyamatok elemei: Markov-láncok és Markov-folyamatok. Mi is egy sztochasztikus folyamat? Véges állapotterű Markov-láncok, állapotok osztályozása, irreducibilitás, periódus, aperiodicitás. Stacionárius mérték, hosszú idejű viselkedés, ergodicitás. Megszámlálható állapotterű Markov-láncok. Alkalmazás születési-halálozási folyamatokra és sorbanállási problémákra. Folytonos idejű Markov-láncok elemei: Poisson folyamat, ugrási ráták, szemléletes jellemzés. Kolmogorov-Chapman egyenletek, infinitezimális generátor. Sorbanállási alkalmazások.
A matematikai statisztika elemei: Mintavétel, becslések, hipotézisek, statisztikai próbák: u-próba, t-próba, F-próba, khi-négyzet-próba. Maximum likelihood becslés. Lineáris és nemlineáris regresszió.
Gyengén stacionárius folyamatok: spektrál-felbontás, spektrál-elmélet elemei: Gyengén stacionárius folyamatok Z-n, R-en, jellemzésük a kovariancia-függvénnyel, realizációjuk Gauss-folyamatként. Trigonometrikus folyamatok, autoregresszív és mozgó átlag folyamatok. Stacionárius folyamat spektrális felbontása. Példák. Szűrés, példák szűrőkre.

# Analízis

(BMETE90MX53, 2. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, TTK Analízis Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a lineáris algebra azon fejezeteibe nyújt bevezetést, amelyek fontosak a haladó mérnöki tanulmányok szempontjából. Fontos cél, hogy a hallgatók alkalmazni tudják a lineáris algebra módszereit, eszközeit a felmerülő szakmai problémák megoldása során.

**Rövid tematika:** Numerikus optimalizálás: Numerikus gyökkeresés nemlineáris egyenletek és egyenletrendszerek esetén (intervallumfelezési eljárás, szelőmódszer, egyszerű iteráció, Newton-módszer és változatai, csak megemlítve). Minimalizálás egy- és többdimenzióban (gradiens-alapú módszerek, Newton-módszerek, Gauss-Newton módszer). A SVD szerepe az optimalizálásban (legkisebb négyzetek módszere, általánosított inverz, összehasonlítás a QR felbontáson alapuló megoldással).
Hardy terek: Hardy-terek a jobb és bal félsíkon, norma. Nemtangenciális limesz a számegyenesen. A függvény visszaállítása a határfüggvényből Poisson- és Cauchy-integrállal. A H^2 Hardy-tér jellemzése Fourier-transzformációval (Paley-Wiener tétel). Projekció H^2-re, Toeplitz operátor, Hankel operátor. Nehari tétele a Hankel-operátor normájáról.
Waveletek: Fourier-transzformált és inverze. Ablak Fourier-transzformáció. Alkalmazás az időbeli frekvencia lokalizációjára. Rekonstruálási formula. Jelfeldolgozás az idő-frekvencia tartományban. Folytonos wavelet-transzformációk: waveletek transzformálásának célja és definíciója. Rekonstruálási formulák. Frekvencia lokalizációja. Diszkrét idő-frekvencia analizálása és mintavételezése. Shannon-féle mintavételi tétel. Mintavételezés az idő-frekvencia tartományon.
Differenciálgeometria: Vektormezők fogalma, Lie-derivált, vektormezők Lie-algebrája. k-dimenziós részsokaság (submanifold), érintő tér (tangent space), k-dimenziós disztribúció, teljesen integrálható disztribúció, involutív disztribúció. Frobenius-tétel: Egy disztribúció teljesen integrálható akkor és csakis akkor, ha involutív.
Fixponttételek, maximumelv: Banach fixponttétele, Brouwer- és Schauder-fixponttétel. Euler-Lagrange egyenletek (többváltozós függvényekre is). Pontrjagin-féle maximumelv, alkalmazási példák. Diszkrét vezérlési feladatok, Bellman-egyenletek. Tyihonov-funkcionál.

## VII.1.2 Elágazó természettudományos tantárgy

A felsőbb fizikai ismereteken belül 2 tantárgy közül választhatnak a hallgatók. A képzéshez egy tantárgyat kell kötelező jelleggel teljesíteniük, érdeklődés esetén a másik kötelezően választható természettudományos vagy szabadon választható tantárgyként vehető fel.

Az elágazó természettudományos tantárgyak a következők:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Fizika 3 | BMETE11MX33 |
| Elektromágneses terek | BMEVIHVMA08 |

### Fizika 3

(BMETE11MX33, tavaszi szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, TTK Fizika Tanszék)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a modern fizika azon fejezeteibe nyújt bevezetést, amelyek fontosak a haladó mérnöki tanulmányok szempontjából. Fontos cél, hogy a hallgatók alkalmazni tudják a modern fizika módszereit, eszközeit a felmerülő szakmai problémák megoldása során.
A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatótól elvárható, hogy értse, és konkrét feladatokban, példákon alkalmazni tudja a tanult fogalmakat, ismereteket, a gyakorlatban felmerülő helyzetekben ismerje fel a tanult módszerek alkalmazási lehetőségeit, legyen képes a szakirodalomra támaszkodva önállóan bővíteni a kapcsolatos ismereteit.
**Rövid tematika:** A Kvantummechanikában használt matematikai eszközök rövid összefoglalása: Az (absztrakt) Hilbert tér és fontosabb jellemzői. Kötött és nem kötött állapotok tárgyalása. A klasszikus mechanika és a kvantummechanika kapcsolata. Az atomok elektronszerkezete. Az elektron-spin és leírása Pauli mátrixokkal. Atomok mágneses térben. Az „egyrészecske” közelítés. Kötéstípusok. Molekulapályák.
A kvantumstatisztikák, Fermion- és Bozon- rendszerek. A „fotongáz”. Rugalmas hullámok és a fononok. Szilárd testek fajhője alacsony hőmérsékleten. Kristályos anyagok sávszerkezete, vezetők, szigetelők, félvezetők. „Kristályelektronok” fogalma és azok viselkedése külső tér hatására. Az Ehrenfest tétel alkalmazása. A Boltzmann egyenlet stacionárius esetben. A relaxációs idő és a lineáris közelítés. Az elektromos vezetőképesség meghatározása kvantummechanikai modellben.
A szilárd anyagok optikai tulajdonságainak atomi elmélete, az oszcillátor-modell. Fémek optikai tulajdonságai. A Plazmafrekvencia. Elektromágneses hullám terjedése vezetőkben. Transzmissziós tényező. Atomok dia-mágnesessége, a szabad elektrongáz paramágnessége. A paramágneses szuszceptibilitás, a ferromágnesség átlagtér elmélete. A szupravezetés kísérleti alapjai,. a Meissner effektus. Fenomenológikus elmélet A BCS elmélet alapgondolata és kísérleti igazolása, fluxuskvantálás.
Kvantum-interferometria.
A kvantum-optika és a lézerfizika alapjai.

### Elektromágneses terek

(BMEVIHVMA08, őszi szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy fő célkitűzése az elektromágneses jelenségek kvalitatív és kvantitatív tárgyalása deduktív módon, a Maxwell-egyenletekből kiindulva. Az elektromágneses terek elméletének magasabb szintű tárgyalása, az alapképzésben megszerzett ismeretek elmélyítése. Az elektromágneses mezők számítógépes szimulációjára alkalmazott módszerek megismertetése, egyes modellezési kérdések tárgyalása. A modellezés alapján történő eszköz tervezési folyamat megismertetése. Néhány elektromágneses eszköz működési elvének ill. térelméleti alapjainak bemutatása az alacsony frekvenciás, villamosenergetikai alkalmazásoktól a nagyfrekvenciás, mikrohullámú eszközökön keresztül egyes optikai és nanoelektronikai alkalmazásokig bezárólag.

**Rövid tematika:** Bevezető rész: A Maxwell-egyenletek rendszere. Erőhatások és energia-átalakulások az elektromágneses térben. Elektromágneses tér anyag jelenlétében. Elektromos és mágneses polarizáció, komplex permittivitás és permeabilitás. Szigetelők és fémek optikai tulajdonságai. Anizotrop, nemlineáris és aktív anyagmodellek. Az anyagparaméterek változása a nanométeres tartományban. A Maxwell-egyenletek megoldása potenciálok bevezetésével: elektromos és mágneses skalárpotenciál, mágneses vektorpotenciál, áram-vektorpotenciál, dualitás, a vektoriális Poisson-egyenlet, mértékválasztás. Kvázi-stacionárius közelítés. Homogén és inhomogén hullámegyenlet, retardált potenciálok. Peremérték-feladatok, peremfeltételek, a megoldás egyértelműsége, a peremfeltételek értelmezése. A sugárzási feltétel.
Numerikus módszerek: Az időbeli véges differenciák módszere (FDTD). Green-függvények, az integrálegyenletek módszere. Súlyozott maradék-elv, a Laplace-Poisson-egyenlet gyenge alakja, a végeselem-módszer (FEM). Térszámító szoftverek tipikus kezelőfelülete. A diszkretizálás kérdései. Skalár- és vektormezők, hullámterek megjelenítése. Periodikus struktúrák modellezése. Térszámítási és hálózati modellek összekapcsolása. Optimalizálási és inverz feladatok.
Vegyes alkalmazások: Mágneses körök. Indukálási jelenségek. Örvényáramok, áramkiszorítás. Örvényáramú anyagvizsgálat. Gerjesztett hullámok: a Hertz-dipólus, közel- és távoltér, iránykarakterisztika, sugárzási ellenállás, irányhatás, nyereség. Vezetett hullámok: csőtápvonal, TE és TM módusok, határfrekvencia, fázis- és csoportsebesség, téglalap keresztmetszetű csőtápvonal módusai. Üregrezonátorok, jósági tényező. Nyitott hullámvezetők: mikroszalag-vonalak, dielektromos hullámvezetők. Metaanyagok: vékony fémes nanohuzalok, rezonáns struktúrák. Elektromágneses hullámok negatív törésmutatójú metaanyagokban. Fotonikus kristályok: két- és háromdimenziós periodikus szerkezetek, diszperziós egyenletek, optikai tiltott sávok. Fotonikus kristály alapú optikai kábelek, hullámvezetők, üregrezonátorok és modulátorok.

## VII.1.3 Választható természettudományos ismeretek

Választható természettudományos ismeretek területén a hallgatónak az alábbi listában szereplő tárgyak közül egyet kell kötelező jelleggel teljesítenie. Ha az elágazó természettudományi tantárgynál valaki az Elektromágneses terek c. tantárgyat teljesítette, akkor választható természettudományos tantárgyként az Elektromágneses terek c. tantárgy nem vehető fel még egyszer.

A választható természettudományos tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Elektromágneses terek | BMEVIHVMA08 |
| Fotonikai eszközök | BMEVIETMA06 |
| Kvantum-informatika és kommunikáció | BMEVIHIMA14 |
| Nanotudomány | BMEVIETMA07 |
| Villamos szigetelések és kisülések | BMEVIVEMA14 |

### Elektromágneses terek

(BMEVIHVMA08, 0. vagy 2. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzését és rövid tematikáját lásd az Elágazó természettudományos tantárgyaknál.

### Fotonikai eszközök

(BMEVIETMA06, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a fotonika anyagaival, eszközeivel és alkalmazásaival kívánja megismertetni a hallgatókat.
**Rövid tematika:** Bevezetés: a fotonika fizikai és technológiai alapjai, optikai adatátvitel és jelfeldolgozás, passzív elemek fizikája, aktív elemek fizikája, kritikus technológiák.
Fényforrások és érzékelők. Nem koherens fénnyel működő szerkezetek: izzók, lumineszcens elemek, fotóvezetők, LED, PD, PT napelemek. Koherens fénnyel működő eszközök: szilárdtest lézerek, lézer diódák, szuperrácsok.
Passzív elemek anyagai és tulajdonságai: üvegek, kristályok, polimerek.
Aktív optikai elemek anyagai és tulajdonságai: modulátorok, deflektorok; polarizátorok, szűrők; frekvenciaváltoztatók; bistabil elemek, kapcsolók; szolitonok az adatátvitelben;
folyadékkristályos eszközök.
Fényérzékeny anyagok és optikai memória: az adatrögzítés paraméterei, ezüsthalogenid alapú rendszerek, ezüstmentes anyagok, magnetooptika.
Optikai adatátviteli és adatfeldolgozó rendszerek: fényszáloptika és adatátvitel, képfeldolgozás optikai szenzorok
Összegzés, kitekintés.

### Kvantum-informatika és kommunikáció

(BMEVIHIMA14, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Napjaink számítástechnikai eszközei teljesítőképességük elvi határához éreztek, mivel az áramköri elemek a jelenlegi technológiával tovább nem csökkenthetők lényegesen. Ugyanakkor egyre több informatikai és távközlési feladat vár megoldásra, melyeket a jelenlegi számítástechnikai kapacitásokkal reménytelen megoldani, csupán szuboptimális megoldások alkalmazhatók. E kettős problémakörre kínál megoldást a kvantummechanikai alapokra épülő ún. kvantum informatika és kommunikáció, mely egyfelől atomi méretekre zsugorítja az áramköri elemeket, másfelől nagyfokú

párhuzamosíthatóságot tesz lehetővé, ezáltal lényegesen redukálva a számítási időt, harmadrészt pedig a klasszikus világban szokatlan megoldási lehetőségeket is kínál (pl. teleportálás). A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatóságot a kvantum informatika fogalomrendszerével, információ elméleti vonatkozásaival és alkalmazási példákon keresztül informatikai és távközlési környezetben való alkalmazhatóságával. A tantárgy röviden ismerteti a gyakorlati megvalósítás alapjait is.

**Rövid tematika:** Bevezetés. Motivációk, Moore-törvény. Hogyan nyerjünk vetélkedőt (egy szemléletes példa), feladvány a hallgatóknak, egyéni és csapatverseny meghirdetése. A gyök NOT kapu rejtélye. A kvantummechanika rövid története.

Kvantum informatika alapjai 1. Kvantummechanika posztulátumai, Hilbert-tér és a kvantummechanika kapcsolata, egyszerűsített leírás; Qbit, qregiszter: jelölések, definíciók; komplex valószínűségi amplitúdók bevezetése; szuperpozíció és jelentősége.

Kvantum informatika alapjai 2. Összefonódás (entanglement), mint lírai és kvantummechanikai jelenség ; irány az Alfa Centauri – vagy mégsem? A kvantum interferométer működése – a kvantumszakember esete a lepkével. A dekoherencia jelensége és következményei.

Mérési technikák: Projektív: mérés merőleges bázisban, avagy hogyan menjünk biztosra? POVM: mérés nem merőleges bázisban, avagy mit tegyünk, ha a természet nem engedi, hogy biztosra menjünk? POVM: paraméterek optimalizálása: a tűzoltókat kíméljük, vagy inkább ne égjen le a házunk? Méréstípusok kapcsolata és megfeleltethetősége.

Egyszerű kvantum algoritmusok : Szupersűrűségű tömörítés. Teleportálás: lehetőségek és korlátok. Deutsch-Jozsa-algoritmus, avagy Könyves Kálmán tévedett és mégis vannak a boszorkányok? Simon-algoritmus: beszélgetés a többdimenziós boszorkányokkal.

Kvantum Fourier-transzformáció, QFT. Származtatása a klasszikus DFT-ből. Dekompozíciója és megvalósítása elemi kvantum kapukból 1. Dekompozíciója és megvalósítása elemi kvantum kapukból 2. Komplexitása és kvantum használatának lehetőségei.

Infokommunikációs problémák kvantum alapú megoldásai 1. Prímtényezőre bontás klasszikus eszközökkel. A Shor-algoritmus elméleti háttere. A Shor-algoritmus megvalósítása QFT-vel. A Shor-algoritmus elemzése, komplexitása, értékelése.

Infokommunikációs problémák kvantum alapú megoldásai 2. Keresés rendezetlen adatbázisban. A Gover-algoritmus elméleti háttere. A Gover-algoritmus megvalósítása iteratív módon. A Gover-algoritmus elemzése, komplexitása, értékelése.

Infokommunikációs problémák kvantum alapú megoldásai 3. Kvantum számlálás elméleti háttere. Kvantum számlálás elemzése, komplexitása, értékelése. Minimum/maximum keresés elméleti háttere. Minimum/maximum keresés elemzése, komplexitása, értékelése.

Kvantum kriptográfia: támadás és védekezés kvantum eszközökkel. Kvantum kriptoanalízis Grover-algoritmussal. Kvantum kriptoanalízis Shor-algoritmussal. Kvantum kulcsszétosztó protokollok 1. Kvantum kulcsszétosztó protokollok 2.

Kvantum logikai kapu rendszerek és ezek ekvivalenciája. Kvantum algoritmusok klasszikus szimulációja. Elemi kvantum logikai kapu halmazok. Kvantum algoritmusok dekompozíciója elemi kvantum kapukra 1. Kvantum algoritmusok dekompozíciója elemi kvantum kapukra 2.

Információelmélet kvantuminformatikai alapokra helyezése. Kvantum mechanika és információelmélet kapcsolata, paradigmaváltás a bizonyítás terén. Rendszertípusok I.: Determinisztikus, Valószínűségi (probabilistic): pl. neurális, genetikus, stb., Kvantum. Rendszertípusok II.: Klasszikus, Kvantum támogatású klasszikus, Tiszta kvantum. A kvantumszámítógép: Deutsch-féle tételek és bizonyításaik.

Kvantum információelmélet. Feltételes entrópia és információ általánosítása. Kvantum csatornák kapacitása. Kvantum zaj és hibajavítás. Kvantum forráskódolás.

Kvantum számítógépek, hol tart ma a világ. Foton, elektron, atom, molekula alapú megközelítések. A Bevezetésben feladott feladvány megoldása, a beadott megoldási javaslatok értékelése. Filozófiai kitekintés. Összefoglalás

## Nanotudomány

(BMEVIETMA07, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A nanotechnológia elméleti megalapozása. A 0,2…100 nm-es tartományba tartozó rendszerek vizsgálata. Jelenségek szerves és szervetlen rendszerekben, amelyek rendszerek néhány száztól néhány millió atomból állhatnak. A tantárgy elméletileg megalapoz egy nanotechnológia jellegű tárgyat.

**Rövid tematika:** A nanotudomány által használt fogalmak definiálása. A nano mint mérettartomány. Kvantumjelenségek, ezek fizikai háttere: diffúzió nanoméretekben, szórási jelenségek, transzportfolyamatok (hő, elektromos). Újdonságok a nanovilágban: miért nem „kicsi mikro” a nano? Bottom-up, top-down technikák. Self-assembly.

A szén allotrop módosulatai (gyémánt, grafit, fullerének, nanocsövek). Kristálytani leírás. Szilárdtestfizikai jellemzők. Makroszkopikus fizikai jellemzők (mechanikai, elektromos, egyéb), ezek mikroszkopikus értelmezése. Alkalmazási területei a nanotechnológiában: elektronikai (passzív és aktív) építőelemek; szén alapú kompozitok, ezek mechanikai tulajdonságai; grafén alapú felületi elektronika víziója; nanocsövek alkalmazása a szenzorikában.

Egy-, két- és háromdimenziós nanoobjektumok. Nanostruktúrák osztályozása anyaguk alapján, az egyes csoportok fő „nano” jellegzetességei: elemi félvezetők, vegyületfélvezetők, oxidok.

Elektromos és fotonikai alkalmazások. Az eszközök működésének fizikai alapjai (LED, lézer, tranzisztorok, logikai kapuk). Többrétegű nanoszerkezetek, mágneses anyagok. Szerves és szervetlen nanorendszerek együttműködése. Fénykeltés nanoobjektumokkal. Mechanikai érzékelők, bioszenzorok.

Különleges anyagi rendszerek. A $SiO_2$-protein rendszer. A DNS mint nano-építőelem. Biomolekulák.

Vizsgálati módszerek. Mikroszkópia: pásztázószondás, pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkópia (röviden). Spektroszkópiai módszerek. Optikai közeltér-mikroszkóp.

## Villamos szigetelések és kisülések

(BMEVIVEMA14, 0. vagy 2. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a levegőtől az olajon, fán, papíron keresztül, a PVC-n, a polietilénen, teflonon át a legmodernebb technológiai szigetelőkön, az inteligens anyagokig, a mikro- és nanotechnológiák szigeteléseiig, valamint az élő szövetekig mutatja be a szigeteléseket és a bennük kialakuló villamos kisüléseket.

Megismerteti a hallgatóságot az ipari villamos szigetelések alapvető feladataival, a szigetelések igénybevételeivel, a szigetelőanyagok legfontosabb tulajdonságaival, a szigetelések roncsolásos és roncsolásmentes diagnosztikájával kapcsolatos nélkülözhetetlen ismeretekkel. Bemutatja a különböző kisüléstípusokat, kialakulásukat, az általuk okozott problémákat azok megoldási lehetőségeit.

A multimédiás technikára, a fényképekre, videóklippekre és animációkra építve a tantárgy bemutatja és megtanítja a villamos szigetelőanyagok és szigetelések (szigetelők), mint a villamosmérnöki és a műszaki informatikai tudományok és a villamosipari módszerek egyik (második) legfontosabbikának a szigetelőanyagoknak elméleti és gyakorlati ismereteit.

**Rövid tematika:** Szigeteléstechnikai alapfogalmak, alapvető szigetelőtípusok. A szigetelőket érő igénybevételek (környezeti, mechanikai, kémiai, villamos). Az igénybevételek hatására kialakuló folyamatok, polarizáció, vezetés. Szigetelők nedvesedése, sérülése és öregedése. Bevezetés a modern szigetelésdiagnosztikába. Szigetelők kiválasztásának szempontjai. Szigetelések és szigetelők kiválasztása és cseréje, feszültség alatti munkavégzés (FAM).

A töltéshordozókat termelő és fogyasztó fizikai folyamatok. A villamos kisülések kialakulása (az ütközési, foto- és hőionozás kialakulása, törvényszerűségei)., villamos ív. Részleges kisülések: koronakisülések (elektronlavina, pamatos kisülés, csatorna kisülés), üregkisülések, kúszókisülések, villámszerű kisülések. Teljes kisülések: átütés és átívelés, szikrakisülés, villamos ív. Az elektrosztatikus kisülések. A kisülések okozta káros hatások (tüzek, robbanások, ESD). A kisülések ipari alkalmazása.

## VII.1.4 Közös tantárgyak

A természettudományos alapismereteken belül öt közös tantárgy jelenik meg a villamosmérnöki mesterképzés programjában. A közös tantárgyak a következők:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Hírközléselmélet | BMEVIHVMA07 |
| Méréselmélet | BMEVIMIMA17 |
| Minőségbiztosítás a mikroelektronikában | BMEVIETMA05 |
| Szoftvertervezés | BMEVIIIMA15 |
| Váltakozó áramú rendszerek | BMEVIVEMA13 |

Az öt tantárgy közül mindegyik specializációhoz tartozik egy, amelyet a hallgatóknak kötelező jelleggel fel kell venniük a specializáció szakmai programjának megalapozása érdekében. A kötelezően választandó tantárgyat az alábbi táblázat tartalmazza. A másik tantárgyat a hallgatók szabadon választhatják ki a felsorolásban szereplő másik négy közül.

| Főspecializáció | Kötelező közös tantárgy |
|---|---|
| Beágyazott információs rendszerek | Méréselmélet |
| Irányítórendszerek | Szoftvertervezés |
| Mikroelektronika és elektronikai technológia | Minőségbiztosítás a mikroelektronikában |
| Multimédia rendszerek és szolgáltatások | Hírközléselmélet |
| Számítógép alapú rendszerek | Méréselmélet |
| Vezetéknélküli rendszerek és alkalmazások | Hírközléselmélet |
| Villamosenergia-rendszerek | Váltakozó áramú rendszerek |

### Hírközléselmélet

(BMEVIHVMA07, 1. vagy 3. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A híradástechnika, a hírközlés szerteágazó fogalmai és feladatai többé-kevésbé egységes elmélet segítségével írhatók le. A tantárgy célkitűzése bemutatni ennek az elméletnek az alapfogalmait, alapjait és gondolkodásmódját. A tantárgy elsősorban az információelmélet, a döntés- és becsléselmélet, valamint a digitális hírközlés alapjaival foglalkozik. Ennek keretében a hallgatók megismerkednek fontos fogalmakkal (illetve egyes, már megismert fogalmakkal mélyebben foglalkoznak). A fogalmak alkalmazását a rádióhírközlésből és az optikai hírközlésből vett gyakorlati példák részletes tárgyalásával mutatjuk be. Az előadások, a gyakorlófeladatok és a számonkérés módszere együttesen arra törekszik, hogy a hallgatók a megismert elemeket, módszereket és eljárásokat egyrészt alkotó módon tudják alkalmazni, másrészt elegendően sok fix pontot kapjanak ahhoz, hogy a számukra újdonságnak tűnő vagy ténylegesen új hírközlő rendszereket kevés utánolvasással, utánjárással megértsék. A tantárgy így megalapozza a későbbi szakirányú tárgyakban oktatott digitális hírközlési ismereteket, valamint az analóg hírközlés önálló elsajátítását.
**Rövid tematika:** Matematikai bevezetés: A sztochasztikus folyamatok elemei. A komplex burkoló fogalma, bevezetése.
Az információelmélet alapjai: Alapfogalmak (források, információelméleti alapfogalmak stb.) definíciója, bemutatásuk példákon. Forráskódolás, Huffman-kód, LZW-kód.
A döntéselmélet alapjai: Döntési feladatok a hírközlésben. Bináris döntés. A Bayes-féle (min. risk) döntés, kiterjesztés M hipotézisre. MAP kritérium, ML kritérium. Elégséges statisztika.
A becsléselmélet alapjai: Becslési feladatok. Bayes, MMSE, MAP, ML becslések. Becslők jellemzése. A Cramer-Rao egyenlőtlenség, CRB.

Digitális jelek átvitele analóg csatornán: Kétdimenziós jelkészletek, PSK és QAM moduláció. Több dimenziós (ortogonális, biortogonális, szimplex) jelterek. Optimális vétel AWGN csatornában, vevőstruktúrák. Zaj hatása a PSK és QAM átvitelre, modulációk összehasonlítása. Sávkorlátozott csatornák, jelalakok megválasztása, Nyquist-kritérium. Nemlineáris torzítás. A kiterjesztett spektrumú átvitel alapjai, DS és FH rendszer.
Csatornák, csatornakódolás, csatornakapacitás: Additív Gauss-zajos csatorna. Kódolás Gauss-zajos csatornán, csatornakapacitás. Lineáris kódok; blokk-kódolás; a Reed-Solomon kód. Optikai csatorna, zaj, diszperzió, nemlinearitás. Fadinges csatornák, a Rayleigh- és Rice-csatorna, hibaarány fadinges csatornán; diverziti, kombinálás. A kapacitás fogalma fadinges csatornában – ergodikus és kiesési kapacitás. Kódolás Gauss-zajos és fadinges csatornán. MIMO, többfelhasználós, és üzenetszóró csatornák.

## Méréselmélet

(BMEVIMIMA17, 1. vagy 3. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a környező anyagi világ megismerését, valamint kvantitatív és kvalitatív jellemzését segítő mérnöki módszerek elméleti hátterét mutat be. Jel- és rendszerelméleti, becslés és döntéselméleti továbbá adat- és jelfeldolgozási módszereket tekint át azzal az igénnyel, hogy elősegítse komplex mérési, modellezési és információfeldolgozási feladatok megoldását. Elsősorban folytonos és hibrid rendszerekhez kapcsolódóan jelentős mértékben fejleszti a tudatos modellalkotási és problémamegoldó készséget. Mindezt a mérési és modellezési problémák egységes szemléleti keretbe helyezésével éri el. Ez a keret a jelátviteli rendszerek alapkoncepcióit is befogadja. A tantárgy keretében elsajátított módszerek megalapozásként és háttérként szolgálnak kutatási és fejlesztési feladatok megoldásához.
**Rövid tematika:** Bevezetés: A mérés és a modellezés kapcsolata. A modellillesztéssel (identifikáció és adaptáció) szemben támasztott követelmények. Paramétereiben adaptív rendszerek, struktúrájukban adaptív rendszerek, hibrid, és hierarchikus modellel jellemzett rendszerek. Az intelligens mérő és információ-feldolgozó rendszerekkel szemben támasztott követelmények. Autonóm és beágyazott rendszerek mérési feladatai.
Modell-alapú jelfeldolgozás: Jelmodellek: a jeltér fogalma, determinisztikus és sztochasztikus jelek leírása, jel reprezentációk. Időtartomány, transzformált tartomány. Jeltranszponálás, sáv-szelektív feldolgozás. A megfigyelő-elmélet alapjai. Megfigyelők állapotbecslésre. A Kalman prediktor. A jelreprezentációs technikák és a megfigyelők kapcsolata. Rekurzív transzformációk megvalósítása. Megfigyelők jelfeldolgozási feladatokra. Transzformált tartománybeli jelfeldolgozás. Az ortogonalitás és a passzivitás szerepe jelfeldolgozó struktúrákban.
Modellillesztés: A regressziós feladat általánosítása: identifikáció/adaptáció/tanulás. Illesztési kritériumok, illesztési eljárások globális, ill. lokális információ alapján: a Gauss-Newton eljárás, gradiens alapú, ill. közelítőleg gradiens eljárások. Az eljárások stabilitása/konvergenciája, a konvergencia sebessége. Adaptív véges impulzusválaszú (FIR) szűrők. Transzformált tartománybeli adaptív szűrés. Adaptív végtelen impulzusválaszú (IIR) rendszerek.
Becslés- és döntéselmélet: Becslések és döntések jellemzői, minősítésük. Bayes becslők. Maximum likelihood becslők. Legkisebb négyzetes hibájú becslők. Lineáris becslések. Wiener szűrés. Rekurzív becslések: a Kalman szűrés. A Gauss-Markov becslő. A legkisebb négyzetes hibájú lineáris becslő. A döntéselmélet alapjai.
Jelátviteli rendszerek: Jelgenerálás: vizsgálójel, ill. átviendő információ. Jelátvitel: moduláció-demoduláció, csatornamodellek. Jeldetektálás: információ rekonstrukció/”mérés”. Analitikus jel fogalma, determinisztikus és sztochasztikus jelek leírása komplex amplitúdók segítségével, sáváteresztő típusú rendszerek alapsávi ekvivalens modelljei. Hibadetektálás, hibaarány.
Nemlineáris, dinamikus rendszerek: Identifikáció és szabályozás nemlineáris, dinamikus rendszerekben. Szakaszosan lineáris, dinamikus rendszerek. Kvalitatív modellezés és szabályozás. Jelfeldolgozás újrakonfigurálható rendszerekben. Átkapcsolások tranziens jelenségei. A tranziensek befolyásolásának módszerei.

Hibadetektálás és diagnosztika): Folyamat-felügyeleti rendszerek jelfeldolgozási feladatai. A változásdetektálás módszerei. A detektált változás okának feltárása: hibadiagnózis, hibalokalizálás. Döntési eljárások a hiba következményeinek elhárítására. Tesztelés, diagnosztika.
Mérőrendszerek: Intelligens mérő- és információ-feldolgozó rendszerek kialakításának kérdései: modell-építés, kísérlettervezés, eredmény-interpretálás és beépülésük a mérő, ill. a jelfeldolgozó eszközbe.

## Minőségbiztosítás a mikroelektronikában

(BMEVIETMA05, 1. vagy 3. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése megismertetni a hallgatókat a minőségbiztosítás, minőségirányítás fogalmával, eszmerendszerével és szükséges eljárásaival. Bemutatja az elektronikai anyagok villamos jellemzőinek, mikromechanikai tulajdonságainak vizsgálatára alkalmas villamos és nem villamos módszereket. Foglalkozik az elektronikai alkatrészipar és az elektronikai szerelőipar jellegzetes minőségbiztosítási feladataival, módszereivel. A minőségbiztosítás általános fogalmainak és módszereinek megismerése után a tantárgy kitér a mikroelektronika speciális minősítési módszereinek tárgyalására. Tárgyalja a legfontosabb eszközvizsgálati módszereket, és azok eszközeit. Bemutatja a mikroelektronikai tesztelhetőre való tervezés fontosságát ill. annak elemeit. A hallgatók megismerkednek a megbízhatóság előrejelzésének matematikai módszereivel és a hibamechanizmusok felderítésére alkalmas legfontosabb vizsgálatokkal.
**Rövid tematika:** A teljes körű minőségbiztosítás fogalomrendszere.
A minőségbiztosítás informatikai háttere. Roncsolásmentes tesztelési és hibaanalitikai módszerek. Az elektronikai alkatrészipar minőségbiztosítási feladatai. Az elektronikai szerelő ipar jellegzetes minőségbiztosítási módszerei. Az integrált áramkörök minősítési módszerei. A mikroelektronikai struktúrák vizsgálati módszerei. Eszközvizsgálati módszerek. Áramkörök tesztelhetőre tervezése. A technológia tesztelése: Mikroelektronikai tesztelő struktúrák tervezése. Minőségbiztosítás az integrált áramkörök tervezése során. Szerelt áramköri részegységek villamos. Termikus teszt. Termékek megbízhatósága. Egyszerű és összetett struktúrájú rendszerek megbízhatósága.

## Szoftvertervezés

(BMEVIIIMA15, 1. vagy 3. szemeszter,3/0/0/f/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a szoftverfejlesztés elméleti és gyakorlati vonatkozásainak bemutatása. A fejlesztési folyamat vizsgálatakor mindazon eljárásokat, módszereket, lépéseket, termékeket, dokumentációkat, erőforrásokat, szervezeteket és személyeket számba kell venni, amelyek a termék létrehozásához, üzembe állításához és karbantartásához szükségesek. A tervezés, fejlesztés során látni és ismerni kell a megoldási lehetőségeket – tervezési teret – és döntések sorozatát kell meghozni, amíg eljutunk a kész rendszerig. Az elméletet tekintve a hallgatók megtanulják a szoftvertechnológia alapelveit és korszerű módszereit, kitérve az elosztott és beágyazott rendszerekre is. A hallgatóság egyszerű gyakorlati fejlesztési feladatok megoldásával szerez tapasztalatokat a technológia egyes lépéseinek idő- és erőforráskorlátok közötti precíz végrehajtásában, beleértve a szabványos dokumentálást.
**Rövid tematika:** Bevezetés és áttekintés. A szoftver életciklusa. Követelmények kezelése. Objektumorientált modellezés. Az objektumorientált fejlesztés életciklus modellje. Viselkedési modell építése. Objektumorientált tervezés. Tervezési minták. XML bevezetés. Servlet-alapú felület-fejlesztés. Verifikálás és validálás. Konfigurációs menedzsment. Valósidejű rendszerek fejlesztése.

## Váltakozó áramú rendszerek

(BMEVIVEMA13, 1. vagy 3. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a váltakozó áramú áramkörök és hálózatok, valamint a villamos-energia átalakítók állandósult és átmeneti állapotaira vonatkozó alapismeretek rendszerezése, célirányos, magas szintű bővítése annak érdekében, hogy a hallgatók az adott tárgykörben rendelkezzenek az elméleti alapokon nyugvó alkalmazási készséggel.

**Rövid tematika:** Egyfázisú RLC áramkörök áram-, feszültség-, teljesítmény- és energetikai viszonyai: értelmezések, alapösszefüggések, időfüggvények, fazorok, időben változó fazor. Háromfázisú áramkörökben áram, feszültség, teljesítmény értelmezések, alapösszefüggések. Álló és forgó koordinátarendszer, transzformációk háromfázisú rendszerekhez: szimmetrikus (012), Clarke(αβ), Park (dq) összetevők, aszimmetriák. Gyakorlati példák RLC áramkörök átmeneti folyamatainak meghatározására, be- és kikapcsolás, tranziensek, rezonancia, csillapodás, állandósult állapot, a folyamatok energetikája.
Felharmonikusok definíciója, keletkezése, terjedése, hatásai. Csökkentési módszerek. Passzív és aktív felharmonikus szűrés. A hálózat harmonikus méréspontí impedanciája. Felharmonikusok mérése, szimmetrikus összetevői, teljesítmények értelmezése. Szubharmonikusok és közbenső harmonikusok definíciója, keletkezése, terjedése, mérése.

A Park-vektoros számítási módszer elve és alkalmazása: A Park-vektoros számítási módszer, mint a háromfázisú, háromvezetékes rendszerek (hálózatók, villamos gépek, teljesítményelektronikai berendezések, villamos hajtások) szemléletes vizsgálati módszere. Többfázisú rendszerek leírása. A Park-vektor definíciója, alkalmazása feszültség, áram és fluxus leírására. A fázis- és a vonali mennyiségek Park-vektora, vetület szabály, a pillanatértékek szemléltetése. A Park-vektorok forgó koordinátarendszerben, szimmetrikus háromfázisú áramkörök vizsgálata, a teljesítmény pillanatértéke, a hatásos- és a meddőteljesítmény számítása, pozitív- és negatív sorrendű üzem. Állandósult szinuszos aszimmetrikus üzem számítása. Periodikus nemszinuszos állapot leírása, harmonikus analízise. A Park-vektorok oszcillografálása. A villamos gépek Park-vektoros leírása, számítása. Áramirányító kapcsolások hálózati visszahatása.
Váltakozó mágneses mező: Az alapfogalmak áttekintése. A mágneses tér jellemzői, anyagi közeg jelenléte, elektromágneses alaptörvények és alkalmazásuk, ferromágneses anyagok, állandó mágnes és szupravezető anyagok, ön- és kölcsönös indukció, erőhatások, nyomaték-képzés, energia. A mágneses tér számítási módszerei, mágneses körök, numerikus módszerek, szinuszos árammal táplált tekercs ferromágneses közegben. A villamos gépek mágneses tere és körei, aszimmetrikus állapotok vizsgálata. Ferromágneses anyagot tartalmazó áramkörök jellegzetességei.
A váltakozó villamos erőterek: A villamos erőterek jellemzői. Erőhatások villamos erőterekben. A váltakozó villamos terek analitikus és numerikus számítása. Villamos szigetelőanyagok változó erőtérben, vezetés és polarizáció. Rétegezett szigetelések. A szigetelők villamos anyagjellemzői, azok frekvencia- és hőmérsékletfüggése. Villamos veszteségek. Váltakozó villamos erőterek előállítása és mérése. Generátor elven működő műszerek. Nagyfeszültségű kábelek és távvezetékek erőtere.

## VII.2 Gazdasági és humán ismeretek

A mérnökinformatikus MSc képzésben a gazdasági és humán ismeretek tantárgyblokkja két részből tevődik össze: egy kötelező tantárgyból (ez a 4/0/0/v/4 kiméretű Mérnöki menedzsment c. tantárgy) és a hallgatók által kötelezően választható tantárgylista további 3 x 2/0/0/f/2 kiméretű tantárgyából. A kötelezően felveendő tantárgy kari tanszék (TMIT) gondozásában van, a választható tantárgyak a Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar (GTK) valamint a Villamosmérnöki és Informatikai Kar (VIK) által kerülnek felkínálásra.

Kötelezően felveendő gazdasági és humán ismeret tantárgy:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Mérnöki menedzsment | BMEVITMMB03 |

Mind a BSc, mind az MSc képzésben szerepelnek kötelezően választható tantárgyak a gazdasági és humán ismeretek témakörében. A két tantárgylista (egyetlen tantárgy kivételével) különböző tantárgyakat tartalmaz, a hallgatók csak a saját képzési formájuknak megfelelő listából választhatnak. A mindkét listán szereplő Pénzügyi technológiák (FinTech) alapjai (BMEVITMAK50) c. tantárgy csak az egyik képzési szinten teljesíthető. A választható gazdasági és humán ismeretek tantárgyak listája:

| Tantárgy neve | Tanszék | Tantárgykód |
|---|---|---|
| Befektetések | Pénzügyek | BMEGT35M004 |
| Érvelés, tárgyalás, meggyőzés | Filozófia- és Tudománytörténeti | BMEGT41MS01 |
| Információs társadalom joga | Üzleti Jog | BMEGT55M005 |
| Minőségmenedzsment | Menedzsment és Vállalatgazdaságtan | BMEGT20M002 |
| Projektmenedzsment | Menedzsment és Vállalatgazdaságtan | BMEGT20M400 |
| Vállalati jog | Üzleti Jog | BMEGT55M002 |
| Vezetői számvitel | Pénzügyek | BMEGT35M005 |
| Pénzügyi technológiák (FinTech) alapjai | Távközlési és Médiainformatikai | BMEVITMAK50 |

A felsorolt tantárgyak tematikái a Kar és a GTK honlapján megtalálhatók.

### Mérnöki menedzsment

(BMEVITMMB03, 4/0/0/v/4 kredit, TMIT)
A tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a villamosmérnök, mérnök- és gazdaságinformatikus, valamint egészségügyi mérnök szakok hallgatói számára technológia- és innovációmenedzsment módszerek, üzleti stratégiák, döntési modellek ismertetése, a jellemző mérnöki vezetői szerepek, feladatok, helyzetek és eszközök bemutatása, valamint a sajátos technológiák és piac szabályozási elveinek és modelljeinek tárgyalása, életszerű példák felsorakoztatása, mindezekkel a sikeres pályakezdés elősegítése.
**Rövid tematika:** Mérnöki menedzsment a tudásgazdaságban: A mérnöki menedzsment általában: helye, szerepe, területei. Az információs, kommunikációs és média technológia (ICT) sajátosságai, trendje, kihívásai és mérnöki menedzsmentje. A digitális ökoszisztéma kialakulása. A mérnöki tevékenység menedzsment elemei. A vezetői tevékenység jellegzetességei, összetevői, a sikeresség komponensei. Vezetési helyzetek és módszerek. Stratégiai menedzsment. A stratégiák felépítése és alkotóelemei. Üzleti stratégiatervezési módszerek. Versenystratégiák osztályai. Stratégiai példák: az Internet jövőképe, a digitális üzleti stratégia. A stratégia megvalósítása: sikertényezők, az előrehaladás követése. Stratégiai irányítás és kontroll módszerei. Összetett mérnöki döntési problémák megoldása, ügyfél- és rendszerszemléletű megközelítések, a játékelmélet alkalmazása. Erőforrások tervezése, allokálása.

Multiprojekt-menedzsment. Szervezet menedzsment. Szervezetek vezetése, szervezet típusok. Szervezetek életciklusa, döntési kultúrája, változtatások menedzselése. Vezetés a gyakorlatban. Vezetési stílusok és kultúrák. Mikor, hol melyik vezetési stílus a hatásos? Tudásmenedzsment. Tudásfolyamatok. Szakmai kompetencia. Tudásmegosztás. Tudásalapú rendszerek. Tudásmenedzsment rendszer bevezetése egy piaci vállalatnál. A szellemi tulajdon fajtái, védelmének alapelvei. Szabad hozzáférésű szoftverek. A szellemi tulajdon hasznosítása. Szellemi közjavak.
ICT specifikus mérnöki menedzsment: Technológia menedzsment. Technológiai tervezés, előrejelzés, transzfer, bevezetés, beépítés és váltás. Technológiai jövőkép-készítés, hajtóerő elemzés, szcenáriók összevetése. Technológia-hajtott üzleti stratégiák. Vállalati ICT funkciók. Az ICT alkalmazása: új üzleti stratégiák, globális munkafolyamatok, hatékonyabb szervezeti struktúrák kialakítása. Innováció menedzsment. A kutatás-fejlesztés és innováció célkitűzései. Innovációs modellek és metrikák. Az innovációs folyamat, a kutatás-fejlesztés és a minőség menedzselése, a kockázatok kezelése. Innovációs lánc. A K+F+I menedzsment többszintű szervezete, összekapcsolódó cselekvései. Az innováció finanszírozása. Technológiai inkubátorok, innovációs centrumok, start-up cégek, technológiai konzorciumok. Termékmenedzsment. A termékfejlesztés célkitűzései és folyamata. Az ICT termékek és szolgáltatások piaci helyzete. A piac szereplői. A piaci versenykörnyezet. Piacszegmentálás. A termékek életfázisai, a termék-életciklus menedzselése. A termékek árazása, a fogyasztók árérzékenysége. Marketing-kutatási, termékértékesítési és értékesítés-támogatási módszerek. Üzleti folyamatok menedzselése. Folyamatok elemzése, tervezése, szabályozása, javítása, átalakítása. Folyamatok fejlesztésének módszerei. Informatika a vállalati értékteremtésben. Ügyfélkapcsolatok menedzselése. Működéstámogató rendszerek. Az ellátási lánc menedzselése. Üzletmenet folytonosság menedzselése. Egy szolgáltató cég informatikai rendszerének általános felépítése.
A szabályozási környezet: Az ágazati szabályozás. A szabályozás célja, elvei általában, valamint a hálózatos ágazatokban. Versenyszabályozás, fogyasztóvédelem. A szabályozás intézményei és eljárásai, ex-ante és ex-post szabályozás. Önszabályozás, egyezmények, szabványok. Az ICT szektor technológiai és piacszabályozásának modelljei. A verseny és a digitális konvergencia kibontakoztatásának szabályozási feladatai. Az elektronikus hírközlő hálózatok és szolgáltatások, az informatika és a média közösségi és hazai keretszabályozása. Szolgáltatók együttműködésének szabályai. Korlátos erőforrások gazdálkodásának szabályozása, frekvencia- és azonosító-gazdálkodás. Adatvédelem, információbiztonság és tartalom szabályozása.

## VII.3 Szakmai törzsanyag

A képzés hallgatóinak hét főspecializáció közül kell egyet elvégezniük. A főspecializációk mindegyike egy-egy szakmai területre fókuszálva ad át elméleti és gyakorlati ismereteket és alakít ki készségeket. A főspecializáció valamennyi tárgyából meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. Valamennyi főspecializációban a témakörre alkalmazva kerülnek tárgyalásra a képzésben kötelező olyan elméleti alapok, mint

- tervezői szintű elektronikai alkatrész- és mikroelektronikai ismeretek,
- analóg és digitális áramkörök analízise, tervezése és kivitelezése,
- rendszermodellezés, méréstervezés, adat- és jelfeldolgozás tervezése,
- irányítástechnikai eszközök és rendszerek ismerete, tervezése,
- híradástechnikai és infokommunikációs rendszerek ismerete, tervezése,
- a villamos energiaellátás és -átalakítás folyamatának ismerete, tervezése,
- főbb villamosipari anyagok és technológiák ismerete, fejlesztése,
- számítógép-hardver és -szoftver ismeretek, számítógépek és számítógép-hálózatok alkalmazástechnikája,
- elektronikai berendezések és számítógépes rendszerek tervezése, analizálása,
- technológiai gépek és folyamatok illesztési, biztonsági funkcióit ellátó rendszerek ismerete, tervezése,
- alkalmazásszintű ismeretek (tervezés, fejlesztés, integrálás, üzembe helyezés, gyártás, minőségbiztosítás, üzemeltetés, szolgáltatás, karbantartás) a kiválasztott szakterületen,
- a fogyasztóvédelem, a termékfelelősség, az egyenlő esélyű hozzáférés elve és alkalmazása, a munkahelyi egészség és biztonság, a műszaki és gazdasági jogi szabályozás, valamint a mérnöketika alapvető ismeretei.

A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált tizenegy mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tárgyból meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók.

### VII.3.1 Beágyazott információs rendszerek főspecializáció (MIT)

| | |
|---|---|
| **1. A specializáció megnevezése:** | **Beágyazott információs rendszerek** *(Embedded Systems)* |
| **2. MSc szak:** | villamosmérnöki |
| **3. Specializációfelelős tanszék:** | Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék (MIT) |
| **4. Oktató tanszékek:** | MIT, AUT |
| **5. Specializációfelelős oktató:** | Dr. Dabóczi Tamás egyetemi docens (MIT) |

**6. A specializáció célkitűzése:**
A beágyazott rendszerek olyan processzor alapú informatikai eszközök, amelyek érzékelőkkel, beavatkozókkal és intenzív információs kapcsolattal csatlakoznak a környező (fizikai és informatikai) világhoz. Ma már ilyen eszközökkel találkozunk az élet minden területén: gyártás, logisztika, közlekedés, egészség (e-Health, AAL), szórakozás, intelligens otthon/város, energiagazdálkodás (smart energy/smart grid) stb. Ezen eszközök további rohamos elterjedése prognosztizálható. A mai eszközökkel nagy bonyolultságú és magas szintű információfeldolgozás valósítható meg az egyre komplexebb beágyazott processzoroknak, egychipes mikrorendszereknek és újrakonfigurálható architektúráknak köszönhetően. Az informatikai technológiák közül számos új elem beépül a beágyazott rendszerekbe. A legújabb fejlesztések a fejlett informatikai rendszerekkel, adott esetben felhő (cloud) számítástechnikával integrálják a beágyazott rendszereket: tárgyak internete (IoT), illetve kiberfizikai rendszerek (CPS). Az alkalmazások bonyolultsága az egyszerűtől a nagy komplexitásúig terjed. Magyarországon a gazdaságban elfoglalt meghatározó szerepe miatt kiemelt figyelmet érdemel az autóipar, melynek sajátosságait szintén tárgyalja a specializáció.

Megszerezhető kompetenciák:

A specializáció a beágyazott információs rendszerek kialakításához és kivitelezéséhez ad rendszermérnöki ismereteket, illetve fejleszt mérnöki készségeket. Ennek főbb területei az alábbiak:

- beágyazott rendszerek architektúráinak ismerete, tervezése,
- nagyteljesítményű processzorok ismerete,
- újrakonfigurálható architektúrák, egychipes mikrorendszerek, multicore architektúrák tervezése,
- valós idejű (real-time) rendszerek tervezése és futási idő analízise,
- biztonságkritikus rendszerek tervezése és verifikációja,
- beágyazott operációs rendszerek alkalmazása,
- HW és SW rendszertervezési módszerek ismerete,
- elosztott rendszerek tervezése
- digitális jelfeldolgozási, intelligens információfeldolgozási módszerek alkalmazása,
- modell alapú SW-fejlesztés alkalmazása, webes technológiák ismerete,
- beágyazott virtualizáció, szenzor virtualizáció alkalmazása,
- CPS (kiberfizikai) rendszerek tervezése és analízise,
- fejlesztés – verifikálás – tesztelés – gyártmánykövetés,
- eszközök és technológiák alkalmazói ismerete gyakorlati használat alapján.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Rendszerarchitektúrák | BMEVIMIMA08 |
| Beágyazott rendszerek szoftvertechnológiája | BMEVIMIMA09 |
| Beágyazott operációs rendszerek | BMEVIAUMA08 |
| Információfeldolgozás | BMEVIMIMA10 |
| Rendszertervezés és -integráció | BMEVIMIMA11 |
| Beágyazott rendszerek fejlesztése laboratórium | BMEVIMIMA12 |
| Információfeldolgozás laboratórium | BMEVIMIMB03 |

## Rendszerarchitektúrák

(BMEVIMIMA08, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a beágyazott számítógépes rendszerek felépítését, architektúráját mutatja be, átfogóan, a limitált képességű, egyszerű célfeladatokat ellátó mikrokontrolleres egységektől (pl. IoT, Internet of Things) a nagyteljesítményű beágyazott számításokat is biztosító összetett rendszerekig. Részletesen ismerteti az alkalmazható számítási modelleket, az ezekhez választható feldolgozó egységeket mint az architektúra legfontosabb alkotóelemeit. Fontos célkitűzés a beágyazott rendszerekben alkalmazható elemek széles körének alkalmazási szempontok szerinti bemutatása, a használati elvárások, fejlesztési lehetőségek, a teljesítőképesség és hatékonyság elemzése. Ennek kapcsán értékeli a különböző architektúrájú egyedi és többmagos processzorokon alapuló megoldásokat, és az áramkörön kialakítható komplex SoC (System-on-a-Chip) rendszereket, bemutatva a heterogén, processzorokat és konfigurálható logikai eszközöket is tartalmazó megoldásokat. Elemzi az SoC rendszerek belső kommunikációs megoldásait, a külvilághoz kapcsolódó vezetékes és vezeték nélküli interfészek jellemzőit, és ezek legfontosabb adatátviteli tulajdonságait.

**Rövid tematika:** A beágyazott rendszerek jellemző alkalmazási területeinek áttekintése, a fontosabb területek követelményeinek, teljesítményigényeinek, elvárásainak elemzése. A beágyazott rendszerek általános felépítésének bemutatása, rendszerszintű komponensek, modulok funkcióinak ismertetése. A célfeladatokhoz illeszkedő elemkészlet, a vezérlési, adatfeldolgozási, multimédia és kommunikációs szempontok figyelembevétele a különböző architektúrák kialakításánál. A korszerű nagyteljesítményű beágyazott processzortípusok felépítésének (RISC, DSP, VLIW), a többmagos, homogén és heterogén processzortömböket tartalmazó nagyteljesítményű rendszerek kialakításának, jellemző tulajdonságainak elemzése. Az alkalmazásfüggő szempontok megjelenése a központi egységek felépítésének

kialakításában, a konfigurálható utasításkészletű processzorok és programozható logikákban realizált lágymagos egységek alkalmazásának előnyei. A hardveres gyorsítók, célfeladatot ellátó funkcionális egységek (IP, Intellectual Property) használata a nagyteljesítményű rendszerekben. A komplex, egyetlen áramkörön belül realizált rendszerek (SoC, System-on-a-Chip) tervezési kérdései, áramkörön belüli kommunikációs megoldások kialakítási lehetőségei. A hierarchikus buszrendszerek, áramkörön belüli hálózati topológiák tulajdonságainak elemzése. A beágyazott rendszer és környezetének kapcsolata, a legfontosabb külső interfészek, memóriaillesztési feladatok áttekintése. A beágyazott rendszerek egymás közötti, M2M kommunikációs lehetőségeinek rövid áttekintése, a vezetékes és vezeték nélküli megoldások ismertetése.

## Beágyazott rendszerek szoftvertechnológiája

(BMEVIMIMA09, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a beágyazott szoftverek fejlesztése során alkalmazandó, szoftverminőséget javító modern technológiák ismertetésével és gyakorlati bemutatásával foglalkozik. Ennek megfelelően részletesen bemutatja a szoftverrendszerek bonyolultságának okait és következményeit, mint a szoftverfejlesztési folyamat alapproblémáit, valamint részletesen foglalkozik a szoftverminőség kérdésével, elsősorban a beágyazott rendszerekre összpontosítva. Ezek után részletesen ismerteti, és gyakorlatok során bemutatja a beágyazott rendszerekben alkalmazható szoftverfejlesztési folyamat kézbentarthatóságát és a szoftverminőséget javító modern technológiákat és azok tulajdonságait.
**Rövid tematika:** A tantárgy először részletesen ismerteti a szoftverek, ezen belül is a beágyazott szoftverek bonyolultságának okait és következményeit, különös tekintettel a humán aspektusokra. Ezek után felsorolja a programozási paradigmákat, azok fejlődését és tipikus alkalmazási környezeteiket, elsősorban az imperatív (procedurális) nyelvekre összpontosítva, de röviden bemutatva a deklaratív megközelítést is. A témakört a biztonságos programozás, programozási nyelv szabványok (pl. MISRA) ismertetése zárja le. Ezt követi az objektumorientált modellezés és programfejlesztés bemutatása a modell alapú fejlesztésre is kitérve, az UML és a SysML nyelvek gyakorlati alkalmazására és az azokat használó fejlesztőrendszerekre összpontosítva, elsősorban AUTOSAR platformon demonstrálva azokat. A következő fő témakör a beágyazott rendszerekben egyre nagyobb szerepet játszó virtualizációs technikák oktatása és alkalmazásának gyakorlati megismertetése, beleértve a platformvirtualizációtól a szenzorvirtualizációig számos, alapvetően szoftveres megoldást. A kommunikációs megoldások beágyazott szoftver aspektusainak, beleértve WEB technológiák (XML, JSON, BER, HTTP, SOAP stb.), köztes rétegek (middleware) bemutatása is fontos részét képezi a tárgynak. A tantárgyat a 4GL fejlesztőkörnyezetet, valamint a GUI- és kommunikációsfelület-fejlesztés egyes aspektusait, az ilyen szoftverrendszerek belső működését tárgyaló rész zárja le.

## Beágyazott operációs rendszerek

(BMEVIAUMA08, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése bemutatni azokat a platformokat, technikákat és eszközöket, amelyek szükségesek a valósidejű követelményeknek megfelelő rendszerek alkalmazás és rendszer szintű szoftverének megírására és futtatására. A tantárgy középpontjában a hardvertervezés során létrehozott eszközök szoftverrendszerének kialakítása áll. A beágyazható operációs rendszerek (Linux, Windows család, QNX, stb.), és az általuk biztosított programozási-, és rendszerszolgáltatásainak bemutatását az adott rendszerek meghajtóprogram-modelljeinek részletes ismertetése, illetve a szinkronizálás és párhuzamos végrehajtás problémáinak vizsgálata követi.
A hallgatók alkalmasak lesznek arra, hogy megértsék és alkalmazzák a valós idejű, és a beágyazott rendszerek tervezésével és megvalósításával kapcsolatos alapkoncepciókat. A kialakítandó rendszerekkel kapcsolatos eszközmeghajtó-modellek megfelelő alkalmazásával hozzáférhetővé tudják tenni a jelenlegi és jövőbeli operációs rendszerek programozói felülete számára az általuk tervezett és elkészített hardverelemeket. A hallgatók képesek lesznek olyan valósidejű rendszereket implementálni, amelyek megfelelnek a vele támasztott funkcionális és időkövetelményeknek.
**Rövid tematika:** Beágyazott operációs rendszerek alapvető szolgáltatásai, alapfogalmak.

Kisteljesítményű beágyazott operációs rendszerek. A uCOS-II és a FreeRTOS operációs rendszerek. Ütemező algoritmus, taszkok nyilvántartása, elérhető szolgáltatások, taszkok közötti kommunikáció.
A Linux rendszer létrejötte, jelentősége napjainkban. A Linux rendszerek felépítése. A normál és a valósidejű kernel különbségeinek elemzése. A beágyazott Linux rendszer összeállításának bemutatása. Linux alkalmazások fejlesztése. Az állományabsztrakciós felület, folyamatok, szálak és hálózatkezelés. Iránymutatások a valósidejű alkalmazások fejlesztéséhez. Linux kernelmodulok fejlesztése.
QNX operációs rendszer felépítése. Kernelszolgáltatások, ütemezés, megszakítások kezelése, hálózatkezelés. Beágyazott rendszerek készítése QNX operációs rendszerrel. QNX operációs rendszer felhasználói szemmel. Alkalmazások fejlesztése QNX operációs rendszerrel.
A Windows helye a beágyazott eszközök világában. A Windows Embedded és Windows Embedded Compact felépítése, szolgáltatásai. Ütemezés, szinkronizációs objektumok, megszakítások kezelése. BSP-ben megvalósítandó feladatok, driver modellek. Natív WinAPI alkalmazás felépítése.

## Információfeldolgozás

(BMEVIMIMA10, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a környező anyagi világból származó információ (mérési eredmények, mért jelek stb.) jellemzésével, kinyerésével, és komplex feldolgozásával foglalkozik - alapvetően beágyazott rendszerekben előforduló alkalmazásokra koncentrálva. Áttekinti a digitális jelfeldolgozás alapvető módszereit, eszközkészletét (mintavételezés, kvantálás, átlagolás, DFT, modellillesztés, tanuló rendszerek, szenzorfúzió). Megismertet a sztochasztikus folyamat alapú leírással és ezek jelei feldolgozásának speciális megoldásaival. Példán bemutatja a jelfeldolgozási algoritmusok implementálását, és a limitált erőforrásból, illetve véges szóhosszból eredő problémákat. Valós idejű viselkedés szempontjából elemzi a megvalósításhoz szükséges szoftverarchitektúrákat, és analízis-módszereket mutat be a futási idő és a válaszidő számítására. Megismertet az elosztott rendszerekben való valós idejű szinkron viselkedés alapvető eszközkészletével.
**Rövid tematika:** Az információ optimális kinyerése: maximum likelihood módszer, kapcsolata a legkisebb négyzetek módszerével. Jelek típusai és feldolgozásuk. Sztochasztikus folyamatok. Mintavételezés, kvantálás/kerekítés, átlagolások, méréstervezés. a DFT tulajdonságai sztochasztikus bemenetnél, spektrumanalízis, periodogram, komplex demoduláció. Cirkularitás és korrelációbecslés. Lineáris és nemlineáris szűrések, ezek implementálása mikrokontrolleren, DSP-n. Fuzzy rendszerek. Tanuló rendszerek: neurális hálózatok. Szenzorfúzió (komplementer szűrő, Kalman szűrő).
Valós idejű rendszerekben alkalmazott szoftver struktúrák elemzése, ütemezhetőségi analízis, futásiidő-számítás. Óraszinkronizálás elosztott valós idejű rendszerekben.

## Rendszertervezés és -integráció

(BMEVIMIMA11, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja azoknak a módszereknek a bemutatása, amelyek szükségesek beágyazott rendszerek szisztematikus fejlesztéséhez. Hangsúlyos szerepet kapnak a fejlesztési életciklus modellek (pl. V-modell, iteratív modellek), valamint olyan, a teljes fejlesztési folyamatot átfogó megoldások, mint a minőségbiztosítás, a projekttervezés, valamint a követelmények, verziók és konfigurációk kezelése. A rendszertervezési módszerek között, építve a korábban megismert építőelemekre és technológiákra, a tantárgy bemutatja a hardver és szoftver együttes tervezés, valamint a komponensintegrálás technikáit, ezek között kitérve a modell alapú fejlesztésre is. A tantárgy hangsúlyosan tárgyalja azoknak a beágyazott rendszereknek a tervezési specialitásait is, amelyek működése hozzájárulhat veszély, illetve adott környezeti feltételek mellett baleset vagy anyagi kár kialakulásához (ilyen rendszereket találunk például a közlekedési, egészségügyi, folyamatirányítási alkalmazásokban). Ennek során a hallgatók megismerik a biztonságkritikus rendszerek (sok esetben szabványban is rögzített) konstrukciós alapelveit, a tervezői döntéseket igazoló biztonsági és megbízhatósági analízist, valamint a szisztematikus verifikáció módszereit.
A tantárgy gyakorlatai konkrét eszközöket és technológiákat mutatnak be a követelménykezelés, konfigurációmenedzsment, forráskód-ellenőrzés, komponenstesztelés, integrációs tesztelés, rendszertesztelés, veszélyanalízis és modell alapú tervezés tipikus feladatainak elvégzéséhez.

**Rövid tematika:** A rendszerfejlesztési módszertanok szerepe. Minőségi szabványok (CMMI). Fejlesztési folyamatok életciklus modelljei (V-modell, iteratív és inkrementális fejlesztés). A projekttervezés módszerei. Követelmények kezelése. Konfigurációmenedzsment és verziókövetés. A fejlesztési folyamat tipikus lépéseinek áttekintése: követelményanalízis, architektúratervezés, hardver és szoftver együttes tervezés, hardver- és szoftverkomponensek integrációja. Modell alapú fejlesztési módszerek. A tervezési és implementációs lépésekhez kapcsolódó ellenőrzési feladatok: követelmények és tervek verifikációja, forráskód-ellenőrzés, komponenstesztelés, integrációs tesztelés (model-, software-, processor-, hardware-in-the-loop tesztelés), rendszertesztelés, validációs tesztelés. Biztonságkritikus rendszerek specialitásai: a rendszer- és szoftverbiztonság koncepciója, speciális követelmények (megbízhatóság, rendelkezésre állás, biztonságosság), biztonságintegritási szint. Az architektúratervezés alapelvei és tipikus megoldásai (biztonságos működés hardver- és szoftverhibák esetén). A veszély- illetve a megbízhatósági analízis módszerei. Az általános kockázatcsökkentési módszerek áttekintése. Formális módszereken alapuló tervezés és helyességigazolás.

## Beágyazott rendszerek fejlesztése laboratórium

(BMEVIMIMA12, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A laboratóriumi gyakorlatok célja a beágyazott rendszerek fejlesztéséhez kapcsolódó különböző technológiák megismertetése. Ennek kapcsán közvetlen gyakorlati tapasztalatok szerzése a hardveres alapokat is tartalmazó FPGA alapú beágyazott rendszertervezés, a speciális jelfeldolgozó processzorok használatával megvalósított hatékony szoftveres alkalmazásfejlesztés és a magasszintű, modell alapú grafikus LabVIEW környezetben virtuális műszer alapú feladatmegoldás területén. A laboratóriumi gyakorlatok a fejlesztő eszközök és a technológiai alapok bemutatása után az előírt feladatok végrehajtásából állnak.

**Rövid tematika:**

1. FPGA alapú beágyazott rendszerfejlesztés laboratóriumi gyakorlatok:
   A beágyazott rendszerek FPGA alapú tervezési módszertana. A Xilinx EDK+SDK fejlesztőkörnyezet és a FPGA fejlesztőkártya bemutatása. Rendszerspecifikáció, periféria funkciók meghatározása, SW specifikáció.
   1.1 A HW rendszer realizációja. Rendszer kialakítása, saját periféria beépítése, konfigurációs fájl generálása.
   1.2 A SW funkciók realizálása, az SDK környezet használata a kódfejlesztésben és az előzetes tesztelésben, hibakeresésben. HW-SW együttes fejlesztés.
2. DSP alapú szoftverfejlesztés laboratóriumi gyakorlatok:
   A DSP jelfeldolgozó processzorok alkalmazási szempontjainak áttekintése (architektúra, műveletvégzés, számábrázolás). Az ADSP Blackfin processzorcsalád bemutatása, a VisualDSP++ fejlesztőkörnyezet ismertetése.
   2.1 Programfejlesztési, debuggolási lehetőségek. Általános jelfeldolgozási feladatok programozása, a kódok futtatása. A kódoptimalizálás lépései, teljesítményelemzés, gépi szintű programozás.
   2.2 A VDK valós idejű, magas szintű operációs rendszer használata összetett időkritikus jelfeldolgozási feladatok megoldása során.
3. LabVIEW alapú virtuális műszer laboratóriumi gyakorlatok:
   A virtuális műszer koncepció bemutatása, a LabVIEW fejlesztési környezet és a cRIO eszközcsalád ismertetése. A Host-RT-FPGA hierarchikus rendszerfelépítés áttekintése, a feladatmegoldási szintek kijelölése.

3.1 A LabVIEW grafikus programnyelv alapjainak használata, egy függvénygenerátor, mint virtuális műszer kialakítása.

3.2 A cRIO hierarchikus konfigurálható egység használata egy mérőrendszer kialakításában. Feladatok particionálása a Host, a RealTime és az FPGA eszközök között.

# Információfeldolgozás laboratórium

(BMEVIMIMB03, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A laboratóriumi mérések célja a beágyazott rendszerekben előforduló információ-feldolgozási algoritmusok és a hozzájuk tartozó, illetve azokat kiegészítő szoftver eszközök ismeretének elmélyítése. A mérések során a hallgatók felhasználják az elemi jelfeldolgozási ismereteket (átlagolás, szűrés, diszkrét Fourier-transzformáció stb.), de a mérések célja összetett rendszerek létrehozása és vizsgálata. A tantárgy 5 tematikus, egyenként 8 órás mérésből áll. A mérések hardver bázisát jelfeldolgozó kártyák, valamint mikrokontrolleres fejlesztőeszközök adják.

**Rövid tematika:**

1. mérés: Modellalapú fejlesztés és kódgenerálás alkalmazása a rendszertervezésben. Kódgenerálás Matlab Simulink Real-Time workshop Embedded coder segítségével. Autóipari alkalmazás.

2. mérés: LMS-algoritmus megvalósítása. Az LMS-algoritmus változatai, az XLMS-algoritmus vizsgálata. Adaptív visszhangcsökkentés (echo cancellation) megvalósítása elektronikus és akusztikus csatornában.

3. mérés: Osztályozó rendszer megvalósítása többszintű feldolgozással. Rezgés- és hangjelek feldolgozása: főbb paraméterek kinyerése idő- és frekvencia-tartománybeli módszerekkel, osztályozás neurális és fuzzy rendszerekkel.

4. mérés: Jelátvitel rádiós csatornán. Mintavétel szinkronizációjának megvalósítása. Interpolációs technikák alkalmazása. Akusztikus jel mintavételezése „mitmót”-ok segítségével, fúzió DSP-n. Visszacsatolás szenzorhálózatban.

## VII.3.2 Irányítórendszerek főspecializáció (IIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Irányítórendszerek**
*(Control Systems)*
**2. MSc szak:** villamosmérnök
**3. Specializációfelelős tanszék:** Irányítástechnika és Informatika Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** IIT, MIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Kiss Bálint egyetemi docens (IIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** Az érzékelési, jelfeldolgozási, döntési és beavatkozási feladatokat önműködően megvalósító rendszerek alkalmazása nélkül elképzelhetetlen a termelési folyamatok hatékony és környezetbarát irányítása, az épített infrastruktúra és a közlekedési rendszerek (járművek, járműflották) felügyelete, optimális működtetése. Az irányítástechnika folyamatosan fejlődő mérnöki terület, melynek szakembereire az OECD és az EU prognózisai szerint az elkövetkező időszakban is szükség lesz, különösen az olyan ágazatokban, mint a folyamatirányítás, a jármű- és repülőgépipar, a robotika, a megújuló energiaszektor, illetve a biológiai rendszerek irányítása. A specializáció célja olyan mérnökök képzése, akik átfogó szemléletbeli és rendszertechnikai alapokkal, naprakész irányításelméleti, képfeldolgozási és architektúrális ismeretekkel rendelkeznek a korszerű elosztott, intelligens irányítórendszerek és azok egyes funkcióinak fejlesztése területén, továbbá magas szintű természettudományos és szakmai ismeretek birtokában képesek ezeken a területeken új rendszerkomponensek és rendszerek tervezésére és integrálására.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Számítógépes látórendszerek | BMEVIIIMA07 |
| Mesterséges intelligencia alapú irányítások | BMEVIIIMA09 |
| Beágyazott rendszerek szoftvertechnológiája | BMEVIMIMA09 |
| Funkciófejlesztési technológiák | BMEVIIIMA08 |
| Nemlineáris és robusztus irányítások | BMEVIIIMA10 |
| Irányítástechnika és képfeldolgozás laboratórium 1 | BMEVIIIMA11 |
| Irányítástechnika és képfeldolgozás laboratórium 2 | BMEVIIIMB03 |

### Számítógépes látórendszerek

(BMEVIIIMA07, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy keretében a hallgatók először áttekintik a számítógép-alapú látórendszerek és a képalkotás alapjait, a fontosabb elő és utófeldolgozó módszereket. A tantárgy további célja, hogy ezekre épülve összetettebb, valós időben futó algoritmusok és megoldások részleteit is ismertesse. Fontos szerep jut a kis erőforrású környezetekben alkalmazható megoldásoknak is.
**Rövid tematika:** Az előadások első felében a hallgató rövid áttekintést kap a fontosabb képfeldolgozási és képkiértékelési algoritmusokról, illetve megismerheti azon fontosabb feladatköröket, amelyekre tipikusan optikai célrendszerek alkalmazása javasolt. Ebben a részben foglalkozunk az egy- és többcsatornás, valamint a bináris képeken végrehajtható fontosabb előfeldolgozási lépésekkel, az alakzatok tulajdonságaival, felismerésével, osztályozásával. A tantárgy nagyobbik fele összetettebb látómegoldásokat ismertet. A hallgató megismeri azon lehetőségeket, amelyekkel az optikai elven működő nagy mennyiségű képi adat feldolgozását igénylő feladatok megoldhatók. Nagy jelentősége van annak is, hogy milyen jellegű feladatok esetén melyik megoldást célszerű választani. A megoldások között a tantárgy kitér az alábbi fontosabb témakörökre: SIMD megoldások, adatfolyam-feldolgozás, a GPU használata; DSP alapú feldolgozás, Integrált eszközök; Hardveralapú megoldások, programozható hardverek; APS (CMOS) alapú előfeldolgozás, CNN, eseményalapú optikai érzékelők, vonalkamera. A tantárgy foglalkozik a mobil eszközökön megtalálható lehetőségek alkalmazásával is.

## Mesterséges intelligencia alapú irányítások

(BMEVIIIMA09, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja hogy bemutassa az irányításelméletben és rendszermodellezésben egyre intenzívebben alkalmazott korszerű, lágy számítási technikákon alapuló mesterséges intelligencia módszereket. A módszerek alkalmazását nemlineáris identifikációs és irányítástechnikai tervezési feladatok keretében korszerű eszközök felhasználásával mutatja be. A tantárgyat sikeresen abszolváló hallgatók közre tudnak működni komplex rendszerek modellezésében, irányítási algoritmusainak fejlesztésében és megvalósításában, továbbá általánosabb optimalizációs és döntési feladatok megoldásában. Hosszútávon hasznosítható készségekkel rendelkeznek a fuzzy-neurális és genetikus algoritmusok műszaki és nem műszaki (biológiai, közgazdasági) területeken való alkalmazásában és a mesterséges intelligencia módszereket igénylő informatikai rendszerek fejlesztésében és kutatásában.
**Rövid tematika:** Fuzzy-neurális rendszerek alapjai. Fuzzy elven működő szabályozások. Numerikus optimalizálási módszerek összefoglaló áttekintése. Optimum szükséges analitikus feltétele korlátozások mellett. Optimalizálási módszerek. Gradiens, konjugált gradiens és kvázi-Newton technikák. Gradiens számítás neurális hálózatban. Szubtraktív klaszterezés, Adaptív Neuro-fuzzy rendszerekkel való identifikáció, ANFIS. Genetikus algoritmusok felépítése. Szabályozótervezés genetikus algoritmussal. Adaptív fuzzy irányítás. Névleges és felügyelő szabályozó tervezés, indirekt (modellre alapozott) és direkt (modellt nem használó) adaptív irányítás, stabilitásvizsgálat. Adaptív neurális irányítás. Direkt adaptív neurális irányítás teljes állapotvisszacsatolással, adaptív irányítás neurális hálózat alapú megfigyelővel. Esettanulmány: repülőgépek irányítása. SVD alapú fuzzy approximáció és szabályozó tervezés. Az algoritmusok felépítése, a matematikai feltételek biztosítása, többváltozós kiterjesztés. Szabályozótervezés SVD-technikával. Optimalizálás és irányítás tervezés evolúciós és bakteriális algoritmusokkal. Az algoritmusok felépítése, fuzzy interpretáció, szabályozótervezés. Rajintelligencia módszerek. Hangyakolónia algoritmusok, részecskeraj optimalizáció. Rajintelligencia módszereken alapuló optimalizáció, rendszer identifikáció és szabályozótervezés. Tanuló algoritmusok. Egyensúlyt tanuló algoritmusok, legjobb választ tanuló algoritmusok, számítási korlátok. Wolf-algoritmus és módosított változatai, Multiágens rendszerek irányítása tanuló algoritmusokkal. Valószínűségi tudásmodellezés Bayes-hálókkal.

## Beágyazott rendszerek szoftvertechnológiája

(BMEVIMIMA09, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a beágyazott szoftverek fejlesztése során alkalmazandó, szoftverminőséget javító modern technológiák ismertetésével és gyakorlati bemutatásával foglalkozik. Ennek megfelelően részletesen bemutatja a szoftverrendszerek bonyolultságának okait és következményeit, mint a szoftverfejlesztési folyamat alapproblémáit, valamint részletesen foglalkozik a szoftverminőség kérdésével, elsősorban a beágyazott rendszerekre összpontosítva. Ezek után részletesen ismerteti, és gyakorlatok során bemutatja a beágyazott rendszerekben alkalmazható szoftverfejlesztési folyamat kézbentarthatóságát és a szoftverminőséget javító modern technológiákat és azok tulajdonságait.
**Rövid tematika:** A tantárgy először részletesen ismerteti a szoftverek, ezen belül is a beágyazott szoftverek bonyolultságának okait és következményeit, különös tekintettel a humán aspektusokra. Ezek után felsorolja a programozási paradigmákat, azok fejlődését és tipikus alkalmazási környezeteiket, elsősorban az imperatív (procedurális) nyelvekre összpontosítva, de röviden bemutatva a deklaratív megközelítést is. A témakört a biztonságos programozás, programozási nyelv szabványok (pl. MISRA) ismertetése zárja le. Ezt követi az objektumorientált modellezés és programfejlesztés bemutatása a modell alapú fejlesztésre is kitérve, az UML és a SysML nyelvek gyakorlati alkalmazására és az azokat használó fejlesztőrendszerekre összpontosítva, elsősorban AUTOSAR platformon demonstrálva azokat. A következő fő témakör a beágyazott rendszerekben egyre nagyobb szerepet játszó virtualizációs technikák oktatása és alkalmazásának gyakorlati megismertetése, beleértve a platformvirtualizációtól a szenzorvirtualizációig számos, alapvetően szoftveres megoldást. A kommunikációs megoldások

beágyazott szoftver aspektusainak, beleértve WEB technológiák (XML, JSON, BER, HTTP, SOAP stb.), köztes rétegek (middleware) bemutatása is fontos részét képezi a tárgynak. A tantárgyat a 4GL fejlesztőkörnyezetet, valamint a GUI- és kommunikációsfelület-fejlesztés egyes aspektusait, az ilyen szoftverrendszerek belső működését tárgyaló rész zárja le.

## Funkciófejlesztési technológiák

(BMEVIIIMA08, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az irányítórendszerek fejlesztése során alkalmazott korszerű gyors prototípustervezési és virtuális tervezési eszközök bemutatása, illetve a komplex, elosztott irányítórendszerek tervezéséi eljárásainak ismertetése. A tantárgy az irányítórendszerek tervezésének fő lépésein vezeti végig a hallgatókat. A tantárgyat sikeresen abszolváló hallgatók képesek bekapcsolódni a korszerű irányítórendszerek tervezésébe és fejlesztésébe, valamint általános és hosszútávon alkalmazható tudással rendelkeznek a modellezés, a szimuláció és az elosztott irányítórendszerek területén.
**Rövid tematika:** Irányítórendszerek fejlesztésének folyamata és fázisai, a gyors prototípustervezés V-modellje. Jelfolyam-alapú rendszermodellezés. A jelfolyam-gráf fogalma és alkalmazása, Bond-gráfok, funkcióblokkok használata a modellezésben. Jelfolyam-alapú modellezés megjelenése beágyazott- és ipari irányítórendszerek fejlesztői környezeteiben. Folytonos rendszerek szimulációja. Numerikus integrálási módszerek, differenciaegyenlet-megoldó algoritmusok és azok paraméterezése, stiff rendszerek kezelése. Szimulációs módszerek és paraméterek megválasztása a gyakorlatban, azok hatása a szimuláció eredményére. Az automatikus kódgenerálás fogalma és menete. Felhasználói kód integrálása, valós idejű követelmények figyelembe vétele. Diszkrét eseményű rendszerek fogalma, modellezésük véges állapotú automatákkal és Petri-hálókkal. Felügyeleti irányítások elmélete, moduláris és hierarchikus irányítási architektúrák. Diszkrét eseményű rendszerek szimulációja. Szimulációs módszerek és szoftvereszközök. StateCharts használata az irányítástechnikában: modellezés és felügyeleti irányítás megvalósítása.

## Nemlineáris és robusztus irányítások

(BMEVIIIMA10, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A szabályozástechnika területén megszerzett alapismeretek bővítése a gyakorlatban bevált modern irányításelméleti eredmények és a hozzájuk kapcsolódó módszertan elsajátításával a folytonosidejű robusztus irányítások és a nemlineáris rendszerek irányítása területén. A tantárgyat sikeresen abszolváló hallgatók képesek: 1) lineáris rendszerek esetében a paraméterbizonytalanságok modellezésére, robusztus szabályozási körök szintézisére és analízisére; 2) alkalmazni a bevezetett elméleti és módszertani ismereteket egyes nemlineáris modellosztályok irányításában; 3) a modern irányításelméleti szakirodalom hatékony feldolgozására.
**Rövid tematika:** A robusztusság fogalma. Paraméterbizonytalanságok jellemzése, additív, multiplikatív és frekvenciafüggő bizonytalanságok. Szabályozási körök performancia kérdései. A hurokátviteli, az érzékenységi, a komplementer érzékenységi átviteli mátrixok és elvárt tulajdonságaik a zajelnyomás, a megfelelő követési tulajdonságok és a stabilitás biztosítása érdekében. Visszacsatolások struktúrái, kis erősítések tétele. $H_\infty$ szintézis problémák. Nemlineáris dinamikus rendszerek és vektormezők kapcsolata. Irányíthatóság és megfigyelhetőség nemlineáris rendszerekben, kapcsolat a lineáris rendszerek irányíthatóságával és megfigyelhetőségével. Állapotvisszacsatolás nemlineáris rendszereknél, a kimenet relatív fokszáma. Nemlineáris rendszerek egyensúlyi pontjai és stabilitása. Az attraktor fogalma, Ljapunov-stabilitás, Ljapunov direkt és indirekt módszere, LaSalle tétele. Centrális sokaság tétele. Gyors és lassú időskálák szétválasztása nemlineáris rendszereknél. Pályatervezés és pályakövető szabályozások nemlineáris rendszerek esetén.

## Irányítástechnika és képfeldolgozás laboratórium 1

(BMEVIIIMA11, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

## Irányítástechnika és képfeldolgozás laboratórium 2

(BMEVIIIMB03, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

**A tantárgyak célkitűzése:** A két tantárgy célja, hogy a hallgatók jártasságot szerezzenek az irányítástechnika és képfeldolgozás témaköreiben elsajátított elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazásában. További cél, hogy a hallgatók megismerjék az irányítástechnika és képfeldolgozás területén a kutatás-fejlesztési munka során alkalmazható korszerű hardver és szoftver eszközöket, szenzorrendszereket, valamint elsajátítsák azok hatékony használatát.
**Rövid tematika:** Identifikáció és gyors prototípustervezés. Pozíciószabályzási körök vizsgálata. Robusztus és prediktív szabályozási körök vizsgálata. Nemlineáris, illetve bizonytalan modellparamétereket tartalmazó szakasz szabályozási körének vizsgálata. Vizuális visszacsatolás vizsgálata. Objektumkövetés. SSD algoritmus vizsgálata. Hőmérséklet érzékelők vizsgálata. Hőmérséklet és nyomás távadók vizsgálata. Folyamatmodell vezérlése PLC-vel. Fuzzy elvű irányítások. Irányítási rendszer optimalizálása genetikus algoritmussal. Felügyeleti irányítás tervezése. Mérés: Nemlineáris rendszerek irányításának tervezése genetikus algoritmusokkal. A mérés célja (1) különböző tesztfüggvények globális minimumhelyének keresése genetikus algoritmusokkal és (2) háromtárolós rendszer PID szabályozójának tervezése genetikus algoritmussal. Rendszeridentifikáció (függvényapproximáció) fuzzy rendszerekkel. Adaptív Sugeno-fuzzy irányítási algoritmusok fejlesztése. Rendszeridentifikáció és irányítás neurális hálózatokkal. Magasszintű blokkorientált folyamatvizualizáló nyelv vizsgálata. Ismeretlen nemlineáris rendszer identifikációja szubtraktív klaszterezéssel és ANFIS technikával. Passzivitás-elvű tervezés szinkronizált pályakövetés megvalósítására.

## VII.3.3 Mikroelektronika és elektronikai technológia főspec. (EET-ETT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Mikroelektronika és elektronikai technológia**
*(Microelectronics and Electronics Technology)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Elektronikai Technológia Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** ETT, EET
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Harsányi Gábor egyetemi tanár (ETT)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A specializáció alapvető célkitűzése, hogy a magyar ipar egyik meghatározó húzóágazatát képző, a globális elektronikai iparba szorosan beágyazott hazai elektronikai és mikroelektronikai tervező és gyártó cégek leendő szakemberei számára olyan komoly, elméleti megalapozottságú, a gyakorlati vonatkozások tekintetében a legmodernebb módszereket, eljárásokat és eszközöket felölelő versenyképes tudást adjon, amellyel akár egy multinacionális nagyvállalati, akár kis és közepes vállalkozási környezetben vagy vezető ipari és akadémiai kutató-fejlesztő környezetben megállják a helyüket. A főspecializáció tantárgyai ismertetik azokat a mikro- és nanotechnológiai eljárásokat, tervezési és minőségbiztosítási módszereket, amelyek lehetővé teszik a nagy alkatrész sűrűségű elektronikus eszközök és rendszerek, mint tömegtermelésben előállítható termékek fejlesztését, gyártásba vitelét és folyamatos gyártását. A specializáció által lefedett témák magukba foglalják a mikroelektronikai rendszerek tervezésének, a VLSI áramkörök konstrukciójának, a komplex gyártástechnológiai folyamatok szimulációjának, valamint a mikroelektronikai termékek minőségbiztosítási és hibaanalitikai módszereinek ismereteit.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Hibaanalitika | BMEVIETMA00 |
| VLSI áramkörök | BMEVIEEMA01 |
| Nanoelektronika, nanotechnológia | BMEVIEEMA00 |
| Mikroelektronikai rendszerek tervezése | BMEVIEEMA02 |
| Technológiai folyamatmodellezés | BMEVIETMA01 |
| Mikroelektronikai rendszerek tervezése laboratórium | BMEVIEEMA03 |
| Minőségbiztosítási és minőségvizsgálati laboratórium | BMEVIETMB00 |

### Hibaanalitika

(BMEVIETMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék az elektronikai gyártás és az elektronikai termékek működése során fellépő meghibásodások gyökérokainak azonosításához szükséges hibaanalitikai módszereket. A tárgyat teljesítő hallgató készséget szerez az elektronikai termékekkel kapcsolatos hibák okainak azonosításához szükséges vizsgálati tervek összeállítására, a megfelelő vizsgálati módszerek kiválasztására, a vizsgálatok eredményeinek értelmezésére, elemzésére és kiértékelésére, a hibák gyökérokainak behatárolására, a kialakulásuk hatásmechanizmusainak feltárására gyakorlati példákon és esettanulmányokon keresztül.
**Rövid tematika:** A vizsgálati és hibaanalitikai tevékenység motivációi, helye és szerepe az elektronikai gyártás és minőségbiztosítás területén. Alkalmazott módszerek csoportosítási lehetőségei. Optikai vizsgálatok. Optikai mikroszkópia, mikroszkóp típusok, felépítésük, megvilágítási módok. Az optikai rendszerek hibái, a felbontást és mélységélességet korlátozó tényezők. Materialográfiai és keresztcsiszolati vizsgálatok. Materialográfia szerepe az elektronikai technológiában, alkalmazott anyagok, mintaelőkészítés, a vizsgálatból nyerhető információk és azok korlátai. Röntgenes szerkezetvizsgálatok. Röntgensugárzás keletkezése, jellemzői. Röntgenmikroszkópok megvalósítási formái, felépítésük. Detektor típusok, képalkotási, képfeldolgozási lehetőségek. Akusztikus

mikroszkópia. Belső szerkezetek akusztikus hullámmal történő vizsgálatának alapjai, berendezések felépítése, detektorok kialakítási formái. Pásztázó elektronmikroszkópia. Elektronmikroszkóp felépítése, az elektronoptikai rendszer hibái. Gerjesztett térfogat, szekunder és visszaszórt elektronok, karakterisztikus röntgensugárzás keletkezése, detektálása. Elektronsugaras mikroanalízis.

## VLSI áramkörök

(BMEVIEEMA01, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése, hogy részleteiben tárgyalja a nagybonyolultságú integrált áramkörök (VLSI) konstrukciójának kérdéseit és tipikus alkalmazási területeit. Bemutatja a nagy integráltsági fokú, vegyesjelű hardver rendszerek tervezésének, megvalósításának és ellenőrzésének módjait, figyelembe véve a kisebb és nagyobb sorozatú gyártást. Megismerteti a rendszerek magas szintű leírására és tervezésére szolgáló nyelveket, a hozzájuk kapcsolódó fejlesztő rendszereket. Tárgyalja az ide kapcsolódó aktuális trendeket pl. az IoT (*internet of things*) támasztotta igényeket és ezek hatását a tervezésre.
**Rövid tematika:** Nagybonyolultságú digitális integrált áramkörök tervezése során használt módszertanok, hardverleíró nyelvek (SystemC, VHDL, Verilog, VHDL/Verilog-AMS), szimulációs és ellenőrző programok és az ezeket egységes rendszerbe integráló keretrendszerek, bemutatása. A hallgatók esettanulmányokon keresztül a gyakorlatban is jól használható ismeretekre tesznek szert a hardverleíró nyelvek (a SystemC és a Verilog-AMS), valamint az IC tervek verifikációját támogató leíró módszerek és és leírónyelv vonatkozásában. A tervező eszközökön túl bemutatásra kerülnek a nagybonyolultságú integrált áramkörök jellegzetes fajtái (különféle processzor architektúrák, memóriák, kommunikációs interfész) megvalósítási kérdései (pl. órajelelosztó hálózatok felépítése, működése, órajel elcsúszás minimalizálása), illetve a nagybonyolultságú digitális IC-k lehetséges megvalósítási módjai (pl. FPGA, egyedileg tervezett alkalmazás specifikus integrált áramkör) és a hardver szintézis lehetséges módjai a használt hardverleíró nyelv, valamint a megvalósítási mód függvényében. A tantárgy foglalkozik a tervek újrafelhasználhatóságának kérdéseivel (*virtual components*, ill. *intellectual property* blokkok használata, és a hardver-szoftver együttes tervezéssel is.

## Nanoelektronika, nanotechnológia

(BMEVIEEMA00, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja azon új szemlélet és új leírási módszertan ismertetése, amely a a nano mérettartományhoz közelítő mikroelektronikai eszközök működésének és a mikro-megmunkálási technológiák folyamatának mélyebb megértéséhez, tervezéséhez szükséges.. Az elektronikus eszközökben és alkatrészekben a nanométeres térbeli, és a nano- ill. femtoszekundumos időbeli tartományban érvényesülő fizikai jelenségek tárgyalása alapvető fontosságú, különös tekintettel az ezeken alapuló új eszközökre és azok működési elveire. Az elektronikai technológia területén az alkalmazott anyagtudományi alapok nanotechnológia orientált elmélyítése, a nanométeres strukturáltság miatt fellépő különleges fizikai, kémiai anyagtulajdonságok valamint a nanométeres tartományában alkalmazható vizsgálati és megjelenítési módszerek megismertetése a cél.
**Rövid tematika:** A mikro és nanoelektronikai rendszerek működésének és előállításának alap kérdései: egykristályok előállítása, rétegnövesztési és rétegleválasztási technológiák, marási technikák felületi mintázat és térbeli szerkezetek kialakítása számára. Vegyületfélvezetők és kapcsolódó technológiák. Vékonyréteg technológiák és alkalmazásaik optoelektronikai rendszerekben. A nanotechnológia alapjai, nano-struktúrák létrehozása, tulajdonságaik. Klasszikus félvezető eszközökben a méretcsökkenés következtében fellépő hatások (kvantum hatások, termikus hatások mikro és nano méretekben) erősödése és hatása az eszközműködésre. Vákuum-mikroelektronika, egy-elektronos áramkörök. Kvantumvölgyes szerkezetek és azok gyakorlati alkalmazásai (pl. teljesítmény LED-ek). A nanométeres mérettartományban alkalmazható különleges technológiai eljárások, pl. nanolitográfia, önbeállítás, önszerelés, A nanométeres tartományában alkalmazható vizsgálati és megjelenítési módszerek (pl. AFM, STM, KFM, NSOM). Szimulációs eljárások a nanoelektronikában (pl. részecske dinamika elvén működő szimulációs módszerek).

## Mikroelektronikai rendszerek tervezése

(BMEVIEEMA02, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

**A tantárgy célkitűzése:** A digitális IC tervezéssel kapcsolatban az előző félévben megszerzett ismereteket kibővítve a tantárgy hangsúlyt fektet az analóg és vegyesjelű áramkörök, valamint az integrált mikro elektro-mechanikai rendszerek (MEMS-ek) tervezésében alkalmazott speciális módszerek és eszközök ismertetésére. A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókkal a modern integrált áramkörök és mikro-elektro-mechanikai (MEMS) rendszerek alkotta System-on-Chip (SoC), illetve System-in-Package (SiP), valamint a kiberfizikai rendszerekben alkalmazott áramköri megoldások tervezésének módszereit, a tervezéshez szükséges elektronikai/mikroelektronikai számítógéppel segített tervező (CAD) rendszereket, azok fő komponenseit, a tervezés, megvalósítás és verifikáció lépéseit. A fő funkció megvalósítási kérdésein túl tárgyalja a másodlagos effektusok (pl.. a termikus hatások) figyelembe vételét, a tesztelhetőségre, megbízhatóságra és gyárthatóságra tervezés során figyelembe veendő szempontokat is és ismerteti a mikroelektronikai rendszerek tervezésével kapcsolatos legújabb trendeket.
**Rövid tematika:** Vegyesjelű (mixed-signal) nagy integráltsági fokú, system-on-chip rendszerek felépítésének, tervezésének (design-flow) ismertetése. 3D integráció (SoC, SiP, SoP) fogalma, tervezési szempontjai. Mikrorendszerek tokozási kérdéseinek ismertetése. Méretcsökkenés hatása, új technológiai megoldások a tervező szemszögéből. Low-power rendszereke és fogyasztáscsökkentő módszerek ismertetése. RF áramkörök tervezési és modellezési kérdései. A telekommunikációban illetve szenzorkiolvasó és jelfeldolgozó VLSI áramkörökben alkalmazott tipikus analóg áramköri blokkok (erősítők, A/D, D/A átalakítók) és RF áramkörök felépítése, működése és tervezésük módszertana. Mixed-signal áramkörök fizikai tervének (layout) kialakításának módszertana. Termikus szempontok figyelembevétele a layout kialakításban. Nyílt tervező rendszerek és az ún. *process design kit*-ek bemutatása. Klasszikus IC tervező *process design kit*-ek kiterjesztése MEMS-ek tervezésére, a MEMS tervezéshez szükséges egyéb CAD/CAM eszközök (pl. FEM programok). MEMS-ek számítógépes modellezése, szimulációja. MEMS tervezési stratégiák, csatolt fizikai modellezés kérdései, multidomén helyettesítő képek analízise (pl. reduced order modelling és ennek kapcsolata a rendszerszintű viselkedési leírással, multifizikai szimulációk).

## Technológiai folyamatmodellezés

(BMEVIETMA01, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja használható, kreatív tudás átadása a hallgatóknak az elektronikai technológiában leggyakrabban előforduló fizikai, kémiai, fizikai-kémiai, elektrokémiai jelenségek modellezésének és szimulációjának területén. Megismerteti a hallgatókkal a hasonlóságelmélet, a modellezés, valamint a modellezés és szimuláció matematikai alapjait, történetét és kapcsolatát a természetes emberi gondolkodással, ezáltal jelentős mértékben fejleszti a modellalkotási, elvonatkoztatási készséget. A tantárgy további célja a hallgatók modellezési készségének és a modellezés és szimuláció segítségével történő probléma-megoldási készségének fejlesztése valós modellezési problémák bemutatásának segítségével.
**Rövid tematika:** A modellezés alapjainak bemutatása, története. Bevezetés a modellezésbe: a modellezés fogalma, célja, kapcsolata a természetes emberi gondolkodással. A hasonlóság, hasonlósági reláció fogalma, szerepe a gondolkodásban. A modellalkotás folyamata, annak részletei, nehézségei, buktatói. A tantárgy betekintést ad a különböző hatékony számítógépes szimulációs módszerekbe, beleértve a soft-computing módszereket is. Részletesen – a matematikai alapok részletezésével és az elektronikai technológia gyártási folyamataiból vett szemléltető példák segítségével – bemutatja a különböző természeti jelenségek megjelenését a technológiában, ezáltal a korábban elsajátított elméleti tudás jobb megértését, elmélyítését segíti elő. A hallgatók ilyen módon elsajátítják az elektronikai gyártásban előforduló – méréssel vagy más gyakorlati úton nem felderíthető – problémák megoldását, kezelését.

## Mikroelektronikai rendszerek tervezése laboratórium

(BMEVIEEMA03, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, EET)

**A tantárgy célkitűzése:** E laboratórium tantárgy célja az, hogy lehetőséget teremtsen a *VLSI áramkörök*, illetve a *Mikroelektronikai rendszerek tervezése* c. tárgyak során elsajátított elméleti ismeretek gyakorlati kipróbálására. Ezért a laboratóriumi munka során a hallgatók választhatnak, hogy a korszerű mikroelektronikai rendszerek (integrált mikrorendszerek jelfeldolgozó és kommunikációs áramkörökkel közös hordozón kialakítva) tervezésével vagy nagybonyolultságú digitális áramkörök és hálózati interfészeik magas szintű tervezésével kívánnak-e foglalkozni. A hallgatók a félév során a gyakorlatban is megismerkednek az iparban alkalmazott modern tervező CAD rendszerekkel és korszerű szimulációs környezetekkel. Egy, a szemeszter során esettanulmány jelleggel (egyedileg vagy team-ben) megoldandó kisebb tervezési projektfeladat segítségével a laboratóriumi munka során a hallgatók készség szinten elsajátítják a tervezőrendszerek használatát.
**Rövid tematika**: A választott projektfeladat jellegének megfelelően vagy egy analóg/MEMS design flow-n végighaladva, vagy egy digitális rendszer magasszintű leírásának elkészítése és szintézise révén történik a mikroelektronikai tervezőrendszerek bemutatása.
*Mikroelektronikai rendszerek tervezése esetében:* A nyílt tervezőrendszerek jellemzőinek megismerése (Mentor/Cadence tervezőrendszer). A Mentor/Cadence tervezőrendszer használatának elsajátítása egy-egy mintapélda segítségével A kiválasztott analóg integrált áramkör kapcsolási rajzának tervezése, az elkészült áramkör működésének ellenőrzése ipari SPICE szimulátorral, a technológiai szórások és a hőmérsékletváltozás figyelembevételével. A fizikai terv (layout) elkészítése, tervezési szabályok ellenőrzése, post-layout szimulációk elvégzése. Ismerkedés MEMS tervezőrendszerekkel; egy széleskörűen használt tervezőrendszer használatának elsajátítása. Ismerkedés a MEMS tervezésben használatos szimulációs módszerekkel Egy kisebb önálló tervezési feladat végrehajtása a bemutatott tervező programok (pl. ANSYS) egyikével.
*Nagybonyolultságú digitális áramkörök tervezése esetében:* A rendszertervezés módszereit egy egész féléves feladaton keresztül ismerhetik meg a hallgatók. Ebben a feladatban egy egyszerű mikroprocesszor SystemC nyelven megvalósított, rendszerszintű tervét készítik el. Az így megalkotott processzort a félév végén emulált perifériák környezetébe helyezve, azokhoz illesztve tesztelik. Az így kialakított rendszer egyes moduljai, a processzor és a perifériák közötti kommunikációt tranzakció és regiszterátviteli szinten is modellezik. Az implementált utasításkészlet, az emulált kijelző és billentyűzet segítségével egy összetett, valós hardveren is működő példaprogram válik futtathatóvá.

## Minőségbiztosítási és minőségvizsgálati laboratórium

(BMEVIETMB00, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A laboratórium célja, hogy gyakorlati ismereteket nyújtson elektronikai alkatrészek és termékek minőségbiztosításának stratégiájáról, minőségi és hibaanalitikai vizsgálatainak megtervezéséről, végrehajtásáról, kiértékeléséről és dokumentálásáról.
**Rövid tematika:** A félév folyamán egy szándékosan hibásan legyártott elektronikai termék egyes alkatrészein (pl. egy beültetett Ball Grid Array tokon) terveznek és végeznek a hallgatók különböző méréseket. Ezzel megismerik az egyes módszerek előnyeit és hátrányait, továbbá az egymást kiegészítő jellegüket. A laborgyakorlatok tematikája: Röntgen-fluoreszcens spektrométeres (XRF) vizsgálat elvégzése az alkatrész, a nyomtatott huzalozású lemez és a forraszanyag anyagainak összetétel elemzése céljából. Forraszpaszta nyomtatás, alkatrészek beültetési pozíciójának, forrasztott kötések minősítése automatikus optikai vizsgálattal (AOI), a vizsgálatok megtervezése, végrehajtása, kiértékelése. Forrasztott kötések mechanikai és villamos minősítése a legyártott áramkörökön és azok klimatikusan öregített példányain. Röntgenes struktúravizsgálat elvégzése, értelmezése és dokumentálása a rejtett forrasztott kötések elemzéséhez. Pásztázó akusztikus mikroszkópos (SAM) vizsgálat megtervezése, elvégzése és értelmezése az integrált áramköri tokon belüli delaminációk és repedések feltérképezésére. Optikai mikroszkópos és penetrációs vizsgálatok elvégzése. Keresztcsiszolatok készítése és kiértékelésük elvégzése. Pásztázó elektronmikroszkópiai (SEM) és elektronsugaras mikroanalízis (EDS) vizsgálatok megismerése.

## VII.3.4 Multimédia rendszerek és szolgáltatások főspecializáció (HIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Multimédia rendszerek és szolgáltatások**
*(Multimedia Systems and Services)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** HIT, HVT, TMIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Szabó Sándor egyetemi adj. (HIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A specializáció a multimédia alkalmazások és szolgáltatások nyújtásához szükséges kommunikációs hálózatokra és rendszerekre, a szolgáltatásnyújtást támogató technológiákra és platformokra koncentrál. Azok, akik elvégzik ezt a specializációt, mély ismereteket fognak szerezni a korszerű médiakommunikációs és -kezelési technológiákról, valamint képessé válnak médiakommunikációs szolgáltatások és média információs rendszerek tervezésére, megvalósítására és működtetésére új generációs hálózatokon, különösképpen vezeték nélküli és mobil hálózatokon, valamint az Interneten. A legfontosabb témakörök, amelyekkel a hallgatókat előadások, gyakorlatok, laboratóriumi mérések keretében, az önálló munkára nagymértékben építve megismertetjük, a következők: korszerű mobil és vezeték nélküli hálózati rendszerek, a médiatechnológiák korszerű eljárása és technikái, digitális műsorszóró rendszerek, IP-alapú és Internetes médiatovábbítás és fogyasztás, szolgáltatásnyújtási platformok, tartalomszolgáltató hálózatok, média tartalomkezelő rendszerek.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Mobil és vezeték nélküli hálózatok | BMEVIHIMA07 |
| Szélessávú vezeték nélküli hírközlő és műsorszóró rendszerek | BMEVIHVMA01 |
| A multimédia technológiák alapjai | BMEVIHIMA08 |
| Hálózati multimédia rendszerek és szolgáltatások | BMEVIHIMA09 |
| Médiainformatikai rendszerek | BMEVITMMA08 |
| Multimédia rendszerek és szolgáltatások laboratórium 1 | BMEVIHIMA10 |
| Multimédia rendszerek és szolgáltatások laboratórium 2 | BMEVIHIMB02 |

### Mobil és vezeték nélküli hálózatok

(BMEVIHIMA07, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatókat megismertesse a mobil távközlés leglényegesebb technológiáival, illetve annak lehetőségeivel multimédia átviteli feladatoknál.
A tananyag a mobil technológiai funkcionális egységek szintjén tárgyalja. A tantárgy hangsúlyt fektet a mobil hálózatok megvalósításához szükséges gerinchálózati technológiák alapelemeinek és alapfunkcióinak ismertetésére. A multimédia átviteléről szóló rész célja, hogy bemutassa, hogyan támogatják ezt az egyes technológiák. Ezzel kapcsolatosan a következő felmerülő problémákat is hangsúlyosan tárgyaljuk: átviteli követelmények modellezése, számszerűsítése, a követelményeknek megfelelő megoldások tervezése az alkalmazható technológiákhoz illeszkedve.
**Rövid tematika:** Nyilvános, közcélú, cellás mobil hálózatok felépítésének, funkcionális elemeinek bemutatása. Mobilhálózati protokollok fejlődése. Mobilitás-menedzsment, handover lehetőségek, megoldások. Mobilitás támogatás magasabb rétegekben, IPv4, illetve IPv6 esetén. A rádiós interfész képességei és követelményei 2G, 3G, 4G és 5G rendszerekben. Nem közcélú, kis kiterjedésű, szélessávú vezeték nélküli hálózati technológiák bemutatása. Az elterjedt megoldások (WiFi, WiMax, Bluetooth, UWB, ZigBee, AdHoc, SDN) tipikus berendezései, protokolljai. Heterogén mobilhálózatok kialakításának kérdései. Mobil backhaul és gerinc hálózat követelményei, megoldásai. A backhaul és core összeköttetések átvitele vezetékes alapú transzport hálózatokon. Transzport hálózattal szembeni

követelmények és tipikus megoldások a különböző hálózati szegmensekben (vezetékes hozzáférési, aggregáció, gerinc). Mobil-specifikus részletek. Követelmények értelmezése, mennyiségek, QoS jellemzők származtatása. Minőségi és megbízhatósági követelmények modellezése. Minőség biztosításának megoldásai a transzport hálózati technológiákban (xPON, CWDM, DWDM, CET, MPLS, IP/MPLS). Mobil specifikus problémák. Multimédia forgalom átvitelének követelményei. Tipikus technológiai megoldások mobil és transzport hálózati technológiákban.

## Szélessávú vezeték nélküli hírközlő és műsorszóró rendszerek

(BMEVIHVMA01, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A jövő szélessávú fix és mobil kommunikációs, továbbá műsorszóró rendszereinek alapvető – fizikai rétegbeli – tulajdonságainak tervezéséhez, modellezéséhez és vizsgálatához szükséges ismeretek átadása.
**Rövid tematika:** A tantárgy négy nagyobb témakört érint. Az első a digitális hírközlés néhány speciális kérdésével foglalkozik, így a spektrumhatékony kódolási eljárásokkal (nagy állapotszámú digitális modulációk - MQAM, folytonos fázisú modulációk – CPM, többvivős modulációs eljárások - OFDM, FBMC) kódolt modulációs rendszerekkel, kiterjesztett spektrumú rendszerekkel (konstans és változó sebességű szolgáltatások esetére is), a többszörös hozzáférésű rendszerekkel (CDMA, FDMA, TDMA, SDMA), többfelhasználós vételi eljárásokkal. A második rész az átviteli közegek tulajdonságait ismerteti, áttekintve a földi és műholdas mikrohullámú közeg, a mobil valamint a fix telepítésű és műsorszóró (földfelszíni és műholdas) rádiócsatorna tulajdonságait (pl. WSSUS), kitérve a pont-pont, pont-többpont (pl.: MIMO) csatornákra is. A harmadik rész speciális rendszereket, berendezéseket ismertet, így földi és műholdas műsorszóró és kommunikációs rendszereket, beleértve a DAB, DVB és DRM rendszereket, a szélessávú, fix telepítésű, vezetéknélküli hozzáférési (BFWA) hálózatokat a mobil és műsorszóró hálózatok konvergenciájának elemeivel együtt (SDR, LTE, 5G, DVB IP, DVB RCT). A negyedik rész mélyrehatóan ismerteti a korszerű digitális műsorszóró- és kommunikációs rendszerek méréstechnikáját, részletezve az idő- és frekvenciatartománybeli jellemzőket, moduláció-analízist és bithiba-, illetve csomaghiba-arány vizsgálatokat. Ugyancsak szemléltetjük ezen rendszerek alapsávi rendszerábrázolását, modellezési és szimulációs eljárásait, adott sztochasztikus jellemzőkkel rendelkező valós és komplex jelek előállítását, a rendszerjellemzők szimulációs becslését.

## A multimédia technológiák alapjai

(BMEVIHIMA08, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az alapoktól indulva bemutatja az emberi hallás és látás pszichofizikai jellemzőit, az audió és videó jel előállításának, feldolgozásának és bitsebesség csökkentésének elvi alapjait. Bemutatja napjaink legfontosabb, szabványosított audio és video forráskódolási eljárásainak főbb implementációs részleteit.
**Rövid tematika:** Az emberi hallás pszichofizikai alapjainak és legfontosabb jellemzői. Az emberi látás pszichofizikai alapjainak és legfontosabb jellemzői. Fény és színmérési alapfogalmak. Az audiójel sajátosságai, különböző formátumok (pl. kettő és többcsatornás hangrendszerek). A videójel sajátosságai, képfelbontás, világosságjel és a színkülönbségi jelek, videójel mintavételezése, egy és több dimenziós mintavétel sajátosságai, videó formátumok. Jeltömörítési alapok: kvantálás, PCM kódolás, fontosabb veszteségmentes kódolási eljárások, prediktív kódolás, transzformációs kódolás, mozgásbecslés és mozgáskompenzáció. Állókép és videó tömörítési szabványok: JPEG, JPEG-2000, MPEG-2, MPEG-4 H.264/AVC, HEVC, 3D és Free Viewpoint megjelenítést támogató kódolási módszerek. Audió bitsebesség csökkentési eljárások: pszichoakusztikus modellek, MPEG 1-2,Dolby AC 3. Képfeldolgozási alapismeretek, 2D DFT, kép és videoszegmentálás, élkiemelések, határok keresése, mélységi képek. Képjavítási eljárások, projektív geometria a képanalízisben (pl. 3D struktúrák, világítási modellek, sztereo látás.)

## Hálózati multimédia rendszerek és szolgáltatások

(BMEVIHIMA09, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a digitális médiaterjesztés, az IPTV és az internetes médiaszolgáltatások technológiái, rendszertechnikái és az azokon megvalósítható alkalmazások és szolgáltatások nyújtása témaköreiben ad korszerű ismereteket. Az MSc-szintnek megfelelően a hallgatók a fenti ismeretek megszerzése mellett képessé válnak a technológiák értékelésére, a megfelelő technikák megválasztására, pozicionálására, az adott célra szóba jövő megoldások összehasonlító elemzésére, teljesítőképességük vizsgálatára.
**Rövid tematika:** A hálózati multimédia történeti áttekintése beleértve az analóg műsorszórás és –terjesztés technolgógiáit. Digitális tv és audió műsorszórás. Média streaming (protokollok, multicast, adaptív megoldások). Multimédia szolgáltatások nyújtását támogató technológiák (IMS a gyakorlatban). AAA és számlázási rendszerek és digitális jogkezelő rendszerek (DRM). Mobil multimedia (QoS kihívások, caching). IPTV rendszerek. Médiatároló és -elosztó rendszerek. Médiatovábbítás az Interneten. Internet TV, az OTT (Over the Top Content) szolgáltatási modellje. A közösségi elem integrálása a médiafogyasztásba és terjesztésbe: social media, social TV. A multimédia kommunikáció alkalmazási területei (audió-vizuális kollaboráció, e-learning, e-health és telemedicina rendszerek, smart environments). A multimédia kommunikáció továbbfejlődési irányai: UHDTV, multiscreen tv, Free Viewpoint TV.

## Médiainformatikai rendszerek

(BMEVITMMA08, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzései közé tartozik a digitális multimédia tartalomkezelés legfontosabb fogalmainak ismertetése, megoldásainak és technikáinak oktatása. A hallgatók megismerik a multimédia állományok jellemzésének és kategorizálásának elveit és szabványos előírásait. A kurzust elvégző hallgatók a félév végére képessé válnak az médiainformatikai rendszerek mérnöki feladatainak megértésére, elvégzésére, és a kapcsolódó feladatkörök ellátására, elsajátítva az ehhez szükséges technológiákat és eszközöket.
**Rövid tematika:** Médiatartalom kezelésének folyamata. Tartalomkezelő rendszerek (CMS) architektúrája, típusai. A rendszerek átfogó modellje. Feladatkörök és alrendszerek. A multimédia (kép, hang, videó) állományok kezelésének fő területei. CMS felépítése: gyűjtő, tároló, megjelenítő alrendszer. Életciklus tulajdonságok. Integrációs eszközök. Metaadatok: szemantikus metaadatok, multimédia metaadat szabványok. Multimédiás adatbázisok. Multimédia visszakeresés. Keresési módok, típusok, algoritmusok. A visszakereső rendszer jóságának mérése. Kép és videótartalmak automatikus annotálása. Multimédia technológiákon alapuló komplex felismerési feladatok. Digitális archiválás. A tartalomkezelés megoldásai és technikái az IPTV-nél. Alkalmazási és szolgáltatási példák. Web2.0: Közösségi, képmegosztó oldalak, videómegosztó portálok; Web3.0.

## Multimédia rendszerek és szolgáltatások laboratórium 1

(BMEVIHIMA10, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a szakirány (Multimédia rendszerek és szolgáltatások) tárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és alátámasztása gyakorlati ismeretekkel. Ennek keretében a mobil, műsorszóró és médiakommunikációs rendszerekkel kapcsolatos műszaki problémákat és azok megoldási lehetőségeit vizsgálják a hallgatók.
**Rövid tematika:**
Bevezető, eligazítás a féléve menetéről
Mobil és vezeték nélküli hálózatok tárgyhoz kapcsolódó mérések

1. mérés: Mobilitás támogatás az Internet Protokollban
2. mérés: Mobilitás menedzsment eljárások vizsgálata
3. mérés: ATM hálózatok teljesítőképesség vizsgálata

Szélessávú vezeték nélküli hírközlő és műsorszóró rendszerek tárgyhoz kapcsolódó mérések
1. mérés: Analóg rádiórendszerek jellemzői és méréstechnikája
2. mérés: Digitális QAM-jelek tulajdonságai és méréstechnikája
3. mérés: Csatornatípusok és jellemzőik, csatornakódolás hatása

A multimédia technológiák alapjai tárgyhoz kapcsolódó mérések
1. mérés: Állóképtömörítési eljárások vizsgálata: JPEG, JPEG-2000
2. mérés: Mozgóképtömörítési eljárások vizsgálata: MPEG-2, H.264/AVC
3. mérés: Veszteséges audiotömörítési eljárások vizsgálata: MPEG Audio, AC

## Multimédia rendszerek és szolgáltatások laboratórium 2

(BMEVIHIMB02, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a szakirány (Multimédia rendszerek és szolgáltatások) tárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és alátámasztása gyakorlati ismeretekkel. Ennek keretében a mobil, műsorszóró és médiakommunikációs rendszerekkel kapcsolatos műszaki problémákat és azok megoldási lehetőségeit vizsgálják a hallgatók.

**Rövid tematika:**

Bevezető, eligazítás a féléve menetéről

Hálózati multimédia rendszerek és szolgáltatások tárgyhoz kapcsolódó mérések
1. mérés: Videó streaming rendszerek elemzése
2. mérés: Stereoszkóp 3D videó vizsgálata
3. mérés: Stúdiótechnika-mérés 1.

Médiainformatikai rendszerek tárgyhoz kapcsolódó mérések
1. mérés: Képi tartalmak automatikus jellemzésére és kategorizálására alkalmas annotáló rendszer
2. mérés: Videó feldolgozás gyakorlati módszereinek labormérése
3. mérés: Multimédia visszakereső rendszer jóságának mérése

Mobil és vezeték nélküli hálózatok tárgyhoz kapcsolódó mérés
- Hálózati hibák hatása a QoS-re IP hálózatokban

Szélessávú vezeték nélküli hírközlő és műsorszóró rendszerek tárgyhoz kapcsolódó mérés
- OFDM-jelek tulajdonságai és méréstechnikája

A multimédia technológiák alapjai tárgyhoz kapcsolódó mérés
- Stúdiótechnika mérés 2.

## VII.3.5 Számítógép-alapú rendszerek főspecializáció (AUT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Számítógép-alapú rendszerek**
*(Engineering of Computer-Based Systems)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** AUT, IIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Tevesz Gábor egyetemi docens (AUT)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A specializáció olyan elméleti és gyakorlati megalapozást kíván a hallgatók részére biztosítani, amely gondosan felépített, rendszerezett és széles körben hasznosítható ismeretanyagot képez a jelen és a jövő mikroszámítógépeken alapuló irányító és vezérlő rendszereinek kutatásához, tervezéséhez és fejlesztéséhez. A szakterület robbanásszerű fejlődésen megy keresztül az utóbbi évtizedekben, tervezésükhöz, alkalmazásukhoz, üzemeltetésükhöz egyre több magasan kvalifikált szakembert igényével lép fel az ipar. Az elvárások ezen szakemberekkel szemben igen magasak mind a szakterület szerteágazósága, mind az elméleti ismeretek dinamikus fejlődése és folytonos megújulása miatt. A szakterület hidat alkot az ipari hardver és szoftver technológiák között, irányt mutat a korszerű irányítástechnikai kutatások felé.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Nagyteljesítményű mikrokontrollerek és interfészek | BMEVIAUMA07 |
| Beágyazott operációs rendszerek | BMEVIAUMA08 |
| Számítógépes látórendszerek | BMEVIIIMA07 |
| Alkalmazásfejlesztés | BMEVIAUMA09 |
| Robotirányítás rendszertechnikája | BMEVIAUMA10 |
| Rendszer- és alkalmazástechnika labor 1 | BMEVIAUMA11 |
| Rendszer- és alkalmazástechnika labor 2 | BMEVIAUMB03 |

### Nagyteljesítményű mikrokontrollerek és interfészek

(BMEVIAUMA07, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy széleskörű ismereteket nyújt a számítógépes rendszerek és a nagyteljesítményű mikrokontrollerek architektúráiról, ill. építőelemeiről. A hagyományos architektúrák elemzését követően bemutatja a széles körben elterjedt speciális architektúrákat (ARM, DSP, hálózati- és grafikus vezérlők, GPGPU), s összeveti ezeket a szoft- és hardprocesszoros SoC eszközökkel. A tantárgy hallgatói megismerkednek a teljesítményt, biztonságot és megbízhatóságot növelő, s a fogyasztást csökkentő módszerekkel. Részletesen foglalkoznak az irányítórendszer részeit összekapcsoló modern buszrendszerek mechanikai-, elektromos- és logikai jellemzőivel, a rendszer- és részrendszer szintű megbízhatósági kérdésekkel, s a komplex rendszereken belül a tantárgytárgy kitér a WEB, mobil, stb. alapú irányítás és diagnosztika lehetőségeire is.
**Rövid tematika:** Számítógép architektúrák. Általános jellemzők, hierarchikus szintek, számítógép és processzor generációk. Mikroarchitektúrák. Közönséges- és szuperskalár csővezetékes processzorok. Fejlett funkciók (többszálúság, többmagos processzorok, virtualizáció, ACPI, stb.)
Speciális processzorok és architektúrák. ARM-, jel-, hálózati-, grafikus-, média és cellaprocesszorok, ill. általános célra használt grafikus processzor egységek (GPGPU).
Többprocesszoros rendszerek. Csoportosítás, tipikus képviselőik. Vektorszámítógépek.
Az interfészek és buszok osztályozása, mechanikai-, elektromos- és logikai jellemzői. Tranzakciók, arbitráció, adatátvitel és címzés. Szinkron-, szemiszinkron- és aszinkron buszok. Aszimmetrikus és szimmetrikus jelátviteli rendszerek és áramköri megoldások, reflexiók, metastabilitás, élő behelyezés.

Széles körben használt buszrendszerek. A PCI, PCIe, SATA, USB és Thunderbolt buszok.
Modern tervezési módszerek. Kapuszíntű, strukturális és algoritmikus Verilog modellek. Szintetizálható és nem szintetizálható RTL. RTL és SW összehasonlítás. SystemC.
Hard- és szoftprocesszoros csipre integrált rendszerek (Soc és PSoC). Csipen belüli buszok, IP elemek, fejlesztő eszközök. Esettanulmány egy szoftprocesszoros eszközzel.

## Beágyazott operációs rendszerek

(BMEVIAUMA08, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése bemutatni azokat a platformokat, technikákat és eszközöket, amelyek szükségesek a valósidejű követelményeknek megfelelő rendszerek alkalmazás és rendszer szintű szoftverének megírására és futtatására. A tantárgy középpontjában a hardvertervezés során létrehozott eszközök szoftverrendszerének kialakítása áll. A beágyazható operációs rendszerek (Linux, Windows család, QNX, stb.), és az általuk biztosított programozási-, és rendszerszolgáltatásainak bemutatását az adott rendszerek meghajtóprogram-modelljeinek részletes ismertetése, illetve a szinkronizálás és párhuzamos végrehajtás problémáinak vizsgálata követi.
A hallgatók alkalmasak lesznek arra, hogy megértsék és alkalmazzák a valós idejű, és a beágyazott rendszerek tervezésével és megvalósításával kapcsolatos alapkoncepciókat. A kialakítandó rendszerekkel kapcsolatos eszközmeghajtó-modellek megfelelő alkalmazásával hozzáférhetővé tudják tenni a jelenlegi és jövőbeli operációs rendszerek programozói felülete számára az általuk tervezett és elkészített hardverelemeket. A hallgatók képesek lesznek olyan valósidejű rendszereket implementálni, amelyek megfelelnek a vele támasztott funkcionális és időkövetelményeknek.
**Rövid tematika:** Beágyazott operációs rendszerek alapvető szolgáltatásai, alapfogalmak.
Kisteljesítményű beágyazott operációs rendszerek. A uCOS-II és a FreeRTOS operációs rendszerek. Ütemező algoritmus, taszkok nyilvántartása, elérhető szolgáltatások, taszkok közötti kommunikáció.
A Linux rendszer létrejötte, jelentősége napjainkban. A Linux rendszerek felépítése. A normál és a valósidejű kernel különbségeinek elemzése. A beágyazott Linux rendszer összeállításának bemutatása. Linux alkalmazások fejlesztése. Az állományabsztrakciós felület, folyamatok, szálak és hálózatkezelés. Iránymutatások a valósidejű alkalmazások fejlesztéséhez. Linux kernelmodulok fejlesztése.
QNX operációs rendszer felépítése. Kernelszolgáltatások, ütemezés, megszakítások kezelése, hálózatkezelés. Beágyazott rendszerek készítése QNX operációs rendszerrel. QNX operációs rendszer felhasználói szemmel. Alkalmazások fejlesztése QNX operációs rendszerrel.
A Windows helye a beágyazott eszközök világában. A Windows Embedded és Windows Embedded Compact felépítése, szolgáltatásai. Ütemezés, szinkronizációs objektumok, megszakítások kezelése. BSP-ben megvalósítandó feladatok, driver modellek. Natív WinAPI alkalmazás felépítése.

## Számítógépes látórendszerek

(BMEVIIIMA07, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy keretében a hallgatók először áttekintik a számítógép-alapú látórendszerek és a képalkotás alapjait, a fontosabb elő és utófeldolgozó módszereket. A tantárgy további célja, hogy ezekre épülve összetettebb, valós időben futó algoritmusok és megoldások részleteit is ismertesse. Fontos szerep jut a kis erőforrású környezetekben alkalmazható megoldásoknak is.
**Rövid tematika:** Az előadások első felében a hallgató rövid áttekintést kap a fontosabb képfeldolgozási és képkiértékelési algoritmusokról, illetve megismerheti azon fontosabb feladatköröket, amelyekre tipikusan optikai célrendszerek alkalmazása javasolt. Ebben a részben foglalkozunk az egy- és többcsatornás, valamint a bináris képeken végrehajtható fontosabb előfeldolgozási lépésekkel, az alakzatok tulajdonságaival, felismerésével, osztályozásával. A tantárgy nagyobbik fele összetettebb látómegoldásokat ismertet. A hallgató megismeri azon lehetőségeket, amelyekkel az optikai elven működő nagy mennyiségű képi adat feldolgozását igénylő feladatok megoldhatók. Nagy jelentősége van annak is, hogy milyen jellegű feladatok esetén melyik megoldást célszerű választani. A megoldások között a tantárgy kitér az alábbi fontosabb témakörökre: SIMD megoldások, adatfolyam-feldolgozás, a GPU használata; DSP alapú feldolgozás, Integrált eszközök; Hardveralapú megoldások, programozható

hardverek; APS (CMOS) alapú előfeldolgozás, CNN, eseményalapú optikai érzékelők, vonalkamera. A tantárgy foglalkozik a mobil eszközökön megtalálható lehetőségek alkalmazásával is.

## Alkalmazásfejlesztés

(BMEVIAUMA09, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja megismertetni a hallgatókkal azokat az eszközöket, melyek a programozási alapismereteken túl a nagyobb szoftverfejlesztési projektek esetében szükségesek. Ide tartoznak magas szintű osztálykönyvtárak, az automatikus tesztelés és folyamatos integrációs szerver használata, a verziókezelés és dokumentációs módszerek, a fordítási folyamatok speciálisabb beállítási lehetőségei, valamint felhő szolgáltatások felhasználása szerver oldali megoldások számára. Mindezek során a tantárgy kiemelt hangsúlyt fektet a beágyazott rendszerekhez kapcsolódó feladatokra, valamint az ezekből származó speciális környezetekre.
**Rövid tematika:** Szoftverfejlesztés C++ nyelven, Qt környezetben. Kiemelt hangsúlyt kap a grafikus felhasználói felületek (GUI) elkészítése, különösen a beágyazott rendszerekkel kapcsolatos konfigurációs, diagnosztikai és adatgyűjtési feladatokra. A másik hangsúlyos részterület a más eszközökkel történő kommunikáció megvalósítási lehetőségei, mint a Bluetooth és WiFi hozzáférés beágyazott rendszerekhez, valamint REST API kommunikáció szerverrel, és azon keresztül adatbázissal. Ide kapcsolódnak még a konfigurációs fájlok kezelése, sorosítás (XML, JSON formátumok), valamint logolási megoldások.
Szoftvertervezési szempontok, mint a leggyakoribb tervezési minták felismerése és használata, valamint a függőségkezelési és forráskód strukturálási elvek. Újrahasznosítható komponensek készítése és az áttekinthető forráskód alapelvei.
Felhő alapú szerver oldali szolgáltatások használata. Ezek közül kiemelt hangsúlyt kapnak azok a szolgáltatások, melyek szerver oldali programozás nélkül, akár ingyenesen is biztosítanak adatbázist és REST API alapú hozzáférést.
Verziókezelés (Git, SVN), folyamatos integráció (Jenkins szerver), valamint automatikus dokumentáció generálás (Doxygen, Markdown formátum). Dokumentációs céllal alapvető UML ismeretek, mint az osztálydiagram és a szekvencia diagram.
Automatikus tesztelési megoldások. A fordítási folyamatok további automatizálási lehetőségei, mint a fordítás utáni tesztelés, konfiguráció és telepítés szerverre.

## Robotirányítás rendszertechnikája

(BMEVIAUMA10, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatók ismereteket szerezzenek a komplex automatizált rendszerek egyik nagy családjának, a robotirányításnak a területén használatos hardver és szoftver eszközökről, elsajátítsák a használatos architektúrák és irányítási algoritmusok főbb jellegzetességeit. Megismerkednek a robotok mozgását leíró modellekkel, irányítási architektúráikkal, a robotprogramozási nyelvek szerkezetével és tulajdonságaival. A tantárgy két hat szabadságfokú általános célú szerelőrobot példáján keresztül szemlélteti a tanultakat. Áttekinti a robotikában alkalmazott digitális szabályozások elméletét, algoritmusait, realizálási kérdéseit. Bevezeti a hallgatókat napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő robotikai területébe, a mobil robotok világába, bemutatva a mobil robotok szenzorait, tájékozódásának és irányításának alapelveit, algoritmusait.
**Rövid tematika:** A robot, mint komplex irányítandó folyamat. Robotgenerációk, robottípusok és alkalmazásaik.
Robot manipulátorok kinematikája. Direkt és inverz geometriai feladat, a Denavit-Hartenberg alak. Robotok dinamikája. Robotirányítási algoritmusok (decentralizált szervohajtások, nemlineáris szétcsatolás, hibrid pozíció- és erőirányítás).
Pozíció, sebesség és gyorsulásérzékelés. Inkrementális adók, abszolút szöghelyzet adók. Nokia-Puma 560 eredeti és új irányító rendszere. A Mitsubishi MELFA ipari robotcsalád architektúrája és programozása. A MELFA robot szimulátora.
Digitális szabályozó algoritmusok elmélete, realizálásuk robotokban (pozíció, sebesség, nyomaték). Az elintegrálódás kiküszöbölése.

Robot programozási nyelvek. On-line, off-line programozás, explicit programozási nyelvek. A robotprogramozás fejlődési irányai, implicit programozás. Az ARPS programnyelv és bővítése hibrid pozíció-erő irányításhoz
Mobil robotok fajtái, rendszerezése. Mobil robotok szenzorai és tájékozódása, relatív és abszolút helymeghatározási elvek. Mobil robotok navigációja akadályok között. A konfigurációs tér. Ütközésmentes pályatervezési algoritmusok: potenciálmező-módszerek, valószínűségi útvonaltérkép (PRM) és gyorsan feltérképező sűrű fa (RDT) módszerek, cella-dekompozíció, láthatósági gráf. Approximációs tervezési módszerek anholonóm robotok számára. A reaktív akadályelkerülés módszerei: virtuális erőtér (VFF), vektormező hisztogram (VFH) és dinamikus ablak (DWA) módszerek.

## Rendszer- és alkalmazástechnika labor 1

(BMEVIAUMA11, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az elvégzendő mérések részben kiegyenlítik az inhomogén előképzettség által előidézett különbségeket, egységes alapot teremtve a mesterképzés gyakorlati része számára, ezen kívül az előző félévben hallgatott elméleti specializáció tantárgyak anyagához kapcsolódnak, az ott megszerzett ismeretek gyakorlat-orientált elmélyítését teszik lehetővé.
**Rövid tematika:** A laboratórium 10 db 4 órás mérést tartalmaz a következő témakörökben: nagyteljesítményű mikrokontrollerek és interfészek, beágyazott operációs rendszerek**,** képfeldolgozás alapjai.

## Rendszer- és alkalmazástechnika labor 2

(BMEVIAUMB03, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az elvégzendő mérések az előző féléves elméleti specializáció tantárgyak anyagához kapcsolódnak és az ott megszerzett ismeretek gyakorlat-orientált elmélyítését segítik elő, ill. az ismeretek gyakorlati alkalmazásait mutatják be.
**Rövid tematika:** A laboratórium 10 db 4 órás mérést tartalmaz a következő témakörökben: alkalmazásfejlesztés, robotirányítás rendszertechnikája

## VII.3.6 Vezetéknélküli rendszerek és alkalmazások főspecializáció (HVT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Vezetéknélküli rendszerek és alkalmazások**
*(Wireless Systems and Applications)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** HVT, HIT, TMIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Bitó János egyetemi docens (HVT)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A vezeték nélküli kommunikáció napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő területe. Napjaink fő kutatási iránya a földi és műholdas mobil kommunikációs és műsorszóró rendszerek valamint az Internet integrációja. A cellás mobil rendszerek mellett a kooperatív és önszervező hálózatok (SON) már jelenleg is, de a jövőben még inkább kiterjesztik az igénybe vehető szolgáltatásokat a beszédkommunikáció mellett a nagysebességű adatkommunikáció irányába nemcsak video/audio átvitelre, de mobil internet és eszközök közötti kommunikáció (IoT) biztosítására is. A szélessávú kommunikáció megvalósítása megköveteli a rendelkezésre álló frekvencia spektrum minél hatékonyabb kihasználását kognitív, kooperatív és szoftver rádiós (SDR) megoldások által. A vezetéknélküli helyi hálózatok jelentős számú rádiós megoldása ugyancsak a mobil számítástechnika nélkülözhetetlen tényezőjévé vált. Ezen növekvő komplexitású fix és mobil vezetéknélküli rendszerek fejlesztése, kiépítése, optimális tervezése és üzemeltetése azonban magasan képzett szakembereket igényel. Az alkalmazásfejlesztés ezen hálózatokra ugyancsak jelentős számú villamosmérnököt és informatikust foglalkoztat, akik hatékony munkája a rendszer fizikai rétegének ismerete nélkül nem képzelhető el.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Mobil és vezeték nélküli hálózatok | BMEVIHIMA07 |
| Szélessávú vezeték nélküli hírközlő és műsorszóró rendszerek | BMEVIHVMA01 |
| Antennák, hullámterjedés és mikrohullámú távérzékelés | BMEVIHVMA02 |
| Navigációs és helyalapú szolgáltatások és alkalmazások | BMEVITMMA07 |
| Nagyfrekvenciás elektronika | BMEVIHVMA03 |
| Rádióátviteli mérések laboratórium 1 | BMEVIHVMA04 |
| Rádióátviteli mérések laboratórium 2 | BMEVIHVMB02 |

### Mobil és vezeték nélküli hálózatok

(BMEVIHIMA07, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatókat megismertesse a mobil távközlés leglényegesebb technológiáival, illetve annak lehetőségeivel multimédia átviteli feladatoknál.
A tananyag a mobil technológiai funkcionális egységek szintjén tárgyalja. A tantárgy hangsúlyt fektet a mobil hálózatok megvalósításához szükséges gerinchálózati technológiák alapelemeinek és alapfunkcióinak ismertetésére. A multimédia átviteléről szóló rész célja, hogy bemutassa, hogyan támogatják ezt az egyes technológiák. Ezzel kapcsolatosan a következő felmerülő problémákat is hangsúlyosan tárgyaljuk: átviteli követelmények modellezése, számszerűsítése, a követelményeknek megfelelő megoldások tervezése az alkalmazható technológiákhoz illeszkedve.
**Rövid tematika:** Nyilvános, közcélú, cellás mobil hálózatok felépítésének, funkcionális elemeinek bemutatása. Mobilhálózati protokollok fejlődése. Mobilitás-menedzsment, handover lehetőségek, megoldások. Mobilitás támogatás magasabb rétegekben, IPv4, illetve IPv6 esetén. A rádiós interfész képességei és követelményei 2G, 3G, 4G és 5G rendszerekben. Nem közcélú, kis kiterjedésű, szélessávú vezeték nélküli hálózati technológiák bemutatása. Az elterjedt megoldások (WiFi, WiMax, Bluetooth, UWB,

ZigBee, AdHoc, SDN) tipikus berendezései, protokolljai. Heterogén mobilhálózatok kialakításának kérdései. Mobil backhaul és gerinc hálózat követelményei, megoldásai. A backhaul és core összeköttetések átvitele vezetékes alapú transzport hálózatokon. Transzport hálózattal szembeni követelmények és tipikus megoldások a különböző hálózati szegmensekben (vezetékes hozzáférési, aggregáció, gerinc). Mobil-specifikus részletek. Követelmények értelmezése, mennyiségek, QoS jellemzők származtatása. Minőségi és megbízhatósági követelmények modellezése. Minőség biztosításának megoldásai a transzport hálózati technológiákban (xPON, CWDM, DWDM, CET, MPLS, IP/MPLS). Mobil specifikus problémák. Multimédia forgalom átvitelének követelményei. Tipikus technológiai megoldások mobil és transzport hálózati technológiákban.

## Szélessávú vezeték nélküli hírközlő és műsorszóró rendszerek

(BMEVIHVMA01, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A jövő szélessávú fix és mobil kommunikációs, továbbá műsorszóró rendszereinek alapvető – fizikai rétegbeli – tulajdonságainak tervezéséhez, modellezéséhez és vizsgálatához szükséges ismeretek átadása.
**Rövid tematika:** A tantárgy négy nagyobb témakört érint. Az első a digitális hírközlés néhány speciális kérdésével foglalkozik, így a spektrumhatékony kódolási eljárásokkal (nagy állapotszámú digitális modulációk - MQAM, folytonos fázisú modulációk – CPM, többvivős modulációs eljárások - OFDM, FBMC) kódolt modulációs rendszerekkel, kiterjesztett spektrumú rendszerekkel (konstans és változó sebességű szolgáltatások esetére is), a többszörös hozzáférésű rendszerekkel (CDMA, FDMA, TDMA, SDMA), többfelhasználós vételi eljárásokkal. A második rész az átviteli közegek tulajdonságait ismerteti, áttekintve a földi és műholdas mikrohullámú közeg, a mobil valamint a fix telepítésű és műsorszóró (földfelszíni és műholdas) rádiócsatorna tulajdonságait (pl. WSSUS), kitérve a pont-pont, pont-többpont (pl.: MIMO) csatornákra is. A harmadik rész speciális rendszereket, berendezéseket ismertet, így földi és műholdas műsorszóró és kommunikációs rendszereket, beleértve a DAB, DVB és DRM rendszereket, a szélessávú, fix telepítésű, vezetéknélküli hozzáférési (BFWA) hálózatokat a mobil és műsorszóró hálózatok konvergenciájának elemeivel együtt (SDR, LTE, 5G, DVB IP, DVB RCT). A negyedik rész mélyrehatóan ismerteti a korszerű digitális műsorszóró- és kommunikációs rendszerek méréstechnikáját, részletezve az idő- és frekvenciatartománybeli jellemzőket, moduláció-analízist és bithiba-, illetve csomaghiba-arány vizsgálatokat. Ugyancsak szemléltetjük ezen rendszerek alapsávi rendszerábrázolását, modellezési és szimulációs eljárásait, adott sztochasztikus jellemzőkkel rendelkező valós és komplex jelek előállítását, a rendszerjellemzők szimulációs becslését.

## Antennák, hullámterjedés és mikrohullámú távérzékelés

(BMEVIHVMA02, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A távközlő (mobil, műholdas), távérzékelő rendszerek mind szélesebb köre alkalmazza a vezeték nélküli összeköttetéseket. A rendszerek kutatási, fejlesztési és üzemeltetése egyaránt igényli az antennák és hullámterjedés ismeretét, a tantárgy fő feladata ezen ismeretek megadása az alkalmazáshoz, rádióhálózat tervezéshez szükséges mélységben. Az anyag tartalmazza a szükséges frekvencia gazdálkodási ismereteket és szemléletmódjában az EMC alapelvei érvényesülnek. A tantárgy további célja, hogy megismertesse a hallgatókkal az antennafejlesztés legújabb irányait és eredményeit.
A tantárgy bevezet a rádióhullámokkal megvalósítható képalkotás és mérés elméletébe. Rendszerezett elméleti és gyakorlati ismereteket nyújt a mikrohullámú távérzékelés témakörben. Bemutatja a mikrohullámú képek főbb felhasználási területeit (légiirányítás, környezetvédelem, geológia, árvízvédelem, mezőgazdaság, régészet, stb.
**Rövid tematika:** Bevezetés. A rádiórendszerek alapjai, a rádióösszeköttetések legfontosabb rendszerelemei, paraméterei. Az antennák jellemzői, alapfogalmak, irány-karakterisztika, nyereség, irányhatás, hatásos felület, hatásos hossz, polarizációs jellemzők, antenna zajhőmérséklet. A dualitás elve. A huzalantennák típusai, dipól és monopól árameloszlása, iránykarakterisztikája, sugárzási ellenállása, bemeneti impedanciája, hatásos hossza, kölcsönös impedanciája. Reflektor típusú antennák,

sík- és sarokreflektor. Átirányító síktükör. Apertura antennák, az apertura távoltere. Apertúra antenna típusok (tölcsér, lencse, paraboloid, henger paraboloid, stb.) EM hullámterjedési módok. Földreflexió, reflektált hullám, felületi hullám, diffrakció, refrakció, troposzférikus szórás. Ionoszférikus terjedés. Kétutas hullámterjedés. Rádió meteorológia. Gyakorlati hullámterjedési modellek.
Mérés elve, a mérőrendszer csoportosítása feladat, alkalmazási terület, telepítés, frekvencia, mérendő objektum típusa, stb. szerint. A mérendő objektumról reflektálódott rádióhullámmal közvetlenül mérhető mennyiségek (radiális távolság, radiális sebesség, térbeli irány, céltárgy mérete, alakja, stb.) Távérzékelő rendszerek antennái, 2D és 3D képalkotás. Légkör, föld görbültség, reflexiók hatása. Mérés szabadtéri hatótávolsága, objektumok hatásos keresztmetszete. Moduláció, felbontás, pontosság, optimális vevő. Detekció- és becsléselmélet. Pályaképzés elve, Kalman-szűrő. Képalkotó távérzékelés: SLAR, SAR, ISAR. Polgári repülés távérzékelési eszközei: SSR, WAMLAT. Radar meteorológia. A tantárgy hallgató szakmai látogatáson vesznek részt a Hungarocontrolnál és OMSz-nél.

## Navigációs és helyalapú szolgáltatások és alkalmazások

(BMEVITMMA07, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Átfogó mérnöki ismeretek nyújtása az igen gyorsan terjedő navigációs és helymeghatározó szolgáltatások elmélete és gyakorlata terén. A helymeghatározó és navigációs rendszerek alapszolgáltatása a felhasználó/objektum pozíciójának meghatározása. A pozícióhoz kapcsolódóan a különböző rendszerek más és más további szolgáltatásokat nyújtanak, pl.: navigáció, mobil eszközök erőforrás használata, lokalizáción alapuló szolgáltatások, biztonsági és vészhelyzeti szolgáltatások. A tantárgy betekintést nyújt a helymeghatározó és navigációs rendszerek elméletébe, tárgyalja a kültéri és a beltéri helymeghatározási technológiákat és módszereket; majd alkalmazásokon és esettanulmányokon keresztül bemutatja ezek lehetséges felhasználását.
**Rövid tematika:** Helymeghatározás alapok: Hely fogalma, koordinátarendszerek, térképek, Térképadatbázisok típusai, lekérdezések, protokollok, Szolgáltatási architektúrák, ellátási lánc felépítése, Jelen és jövőbeli szolgáltatások és alkalmazások típusai, Személyes adatok védelme hely alapú szolgáltatásokban
Alkalmazások: Helyfüggő tartalomszolgáltatás, Vészhelyzeti alkalmazások támogatása és riasztások, Navigáció, Játékok
Pozícionálás alapjai: Koordináta rendszerek, Térkép projekciók és kapcsolódó torzítások, Pozícionálási algoritmusok
Műholdas helymeghatározás: A műholdak rendszere és adatai GNSS helymeghatározás: elméleti alapok, Globális helymeghatározás alapmódszerei, GNSS – Globális Műholdas Navigációs Rendszerek, Navigációs hibák és azok korrekciója, Különböző rendszerek és alkalmazási körök (NAVSTAR GPS, GLONASS, Galileo), A GNSS alkalmazások, Helymeghatározás és közlekedési alkalmazások, Légiforgalmi alkalmazások, • Nagypontosságú mérések, Geodéziai célú mérések, Életvédelem és mentési alkalmazások kétirányú kapcsolata
WiFi alapú beltéri helymeghatározás, Pozícionálási eljárások, Kliens és infrastruktúra alapú, Determinisztikus és valószínűség, Jelterjedési modellek és helymeghatározó algoritmusok,•Jelerősség mérése, különféle jelerősség értékek közti összefüggések, Különböző megvalósítások elemzése és összehasonlítása (pl. Microsoft RADAR, Horus, Nibble, CMU-PM, CMU-TMI)

## Nagyfrekvenciás elektronika

(BMEVIHVMA03, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a korszerű vezeték nélküli hírközlést megalapozó nagyfrekvenciás és mikrohullámú áramkörök működésének megismerése, tervezési módszereik, számítógépes szimulációjuk, méréstechnikájuk elsajátítása. A tantárgy keretében a hallgatók megismerkednek az elosztott paraméterű hálózatok sajátságaival, áttekintik a mikrohullámú technika klasszikus építőelemeit, és elsajátítják a mikrohullámú gyakorlatban fontos áramköranalízis/áramkörszintézis módszereket. A tantárgy épít az iparban elterjedt korszerű

számítógépes mikrohullámú tervezőprogramok használatára, valamint bevezetést ad a digitális jelfeldolgozás egyes speciális, a digitális rádiós implementációkban kiterjedten alkalmazott területeihez.
**Rövid tematika:** N-kapuk jellemzése, szórási leírás. Hullámvezető struktúrák, mikrosztrip és planár tápvonalak. Alapvető passzív mikrohullámú áramkörök: szűrők, iránycsatolók, hibridek. Mikrohullámú aktív áramkörök leírási módszerei, jellemzése.
Mikrohullámú erősítők. Mikrohullámú oszcillátorok és szinkronizálási kérdései; Gunn-oszcillátorok, reflexiós erősítők. Mikrohullámú keverők, detektorok, frekvenciasokszorozók. PIN-diódás kapcsolók, szintszabályozók, analóg és digitális modulátorok és demodulátorok, analóg és digitális fázistolók. Passzív és aktív mikrosztrip antennák. Mikrohullámú áramkörök számítógépes szimulációja. Digitális rádiók technológiája, mintavételezés, multirate jelfeldolgozás. Konkrét mikrohullámú alrendszerek és rendszerek bemutatása (SAR, műholdas link).

## Rádióátviteli mérések laboratórium 1

(BMEVIHVMA04, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy fő célkitűzése A szakirány során a Mobil és vezeték nélküli hálózatok, a Szélessávú vezeték nélküli hírközlő és műsorszóró rendszerek és az Antennák, hullámterjedés és mikrohullámú távérzékelés tárgyakban elsajátított ismeretek gyakorlatban történő alkalmazása.

**Rövid tematika**: A hallgatók a laboratóriumi méréseket 3 fő témakörben végzik:

Mobil és vezeték nélküli hálózatok tárgyhoz kapcsolódó mérések:

Mobilitás támogatás az Internet Protokollban

Mobilitás menedzsment eljárások vizsgálata

ATM hálózatok teljesítőképesség vizsgálata

Szélessávú vezeték nélküli hírközlő és műsorszóró rendszerek tárgyhoz kapcsolódó mérések:

Analóg rádiórendszerek jellemzői és méréstechnikája

Digitális QAM-jelek tulajdonságai és méréstechnikája

Csatornatípusok és jellemzőik, csatornakódolás hatása

Antennák, hullámterjedés és mikrohullámú távérzékelés tárgyhoz kapcsolódó mérések:

Mobil hírközlésben alkalmazott antennák tulajdonságainak mérése

Rádióhullámok terjedése épületen belüli hírközlésnél

Vezetett és sugárzott rádiófrekvenciás zavarkibocsátás és immunitás vizsgálata mintaberendezéseken,

## Rádióátviteli mérések laboratórium 2

(BMEVIHVMB02, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, a Vezetéknélküli rendszerek és alkalmazások főspecializáció tárgyaiban oktatott elméleti és gyakorlati ismeretek alátámasztása és kiegészítése:

- A számítógépes mérésvezérlés, mérési adatgyűjtés és feldolgozás alapjainak megismerése.
- Mikrohullámú passzív és aktív alapáramkörök, ezekből felépített egységek vizsgálata
- Analóg és digitális mikrohullámú vevők felépítése, alapáramkörei, jelalakjai, mérései
- Ízelítő a bel- és kültéri helymeghatározás aktív és passzív módszereiből

**Rövid tematika:** A mérések fő területei: A GPIB busz valamint az Agilent VEE és LabView grafikus programnyelv alapjainak megismerése egyszerű programozási és mérésvezérlési példákon keresztül. Egyszerű mérésvezérlési, adatfeldolgozási és megjelenítési feladatok megoldása VEE-ben és LabView-ban, alapműszereket tartalmazó mérési összeállításon. Hálózati hibák hatása a QoS-re IP hálózatokban. Beltéri helymeghatározási módszerek: jelerősség alapú fingerprinting, beérkezési irány alapú helymeghatározási technikák. OFDM-jelek tulajdonságai és méréstechnikája (ortogonalitás,

csatornakorrekció OFDM-rendszerekben, védelmi idő, stb.) Mikrohullámú passzív és aktív alapáramkörök mérése (Wilkinson-hibrid, passzív szűrők, PLL, keverő, erősítő, stb.) Analóg mikrohullámú adó-vevő rendszer mérése (a 7. mérés alapáramköreiből felépítve). Sávszélesség, vevőérzékenység, tükörszelektivitás, adó kompressziós pont, túlvezérlés hatása, Doppler- hatás, stb. Digitális KF mérés. Digitális modulációs jelalak előállítása, mintavételezés, digitális keverés, decimálás, szűrés, real-time kompresszió. ADS-B vevő megvalósítása USRP alkalmazásával. Az ADS-B alapú navigációs rendszer alapjai. RF jellemzői. Protokoll. USRP alapú szoftver rádióval: valós környezeti spektrum mérése, ADS-B üzenet elfogása és demodulálása, ADS-B üzenet értelmezése, egyszerű passzív radar megvalósítása

## VII.3.7 Villamosenergia-rendszerek főspecializáció (VET)

**1. A specializáció megnevezése:** **Villamosenergia-rendszerek**
*(Electric Power Systems)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Villamos Energetika Tanszék(VET)
**4. Oktató tanszékek:** VET
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Raisz Dávid egyetemi docens (VET)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A specializáció azon hallgatók érdeklődésére épít, akik az intelligens elosztó és átviteli hálózatok, a megújuló energiatermelő rendszerek integrációjával, a villamosenergia piacok működésével, a műszaki, szabályozási és döntéstámogató rendszerekkel kapcsolatos ismereteket kívánnak szerezni. A specializáció céljai az alábbiak:
A villamosenergia-rendszerek tervezésével, üzemeltetésével, védelmi és irányítási rendszereivel, a hagyományos és megújuló energiákkal kapcsolatos technológiák és vizsgálati módszerek ismeretanyagának elsajátítása. A villamosenergia-technológia trendek megértéséhez nélkülözhetetlen rendszerszemlélet elsajátítása. Betekintés a smart hálózatok, az okos mérés, az elektromobilitás és az elosztott energiatárolás aktuális kérdéseibe. Az energetikai technológiákhoz kapcsolódó fizikai folyamatok elméleti hátterének megértése, az ismeretek alkalmazása a számítógéppel támogatott tervezésben, valamint a hatékony és biztonságos üzemeltetésben.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Villamosenergia-rendszer üzeme és irányítása | BMEVIVEMA01 |
| Fenntartható energetika villamos rendszerei | BMEVIVEMA02 |
| Hálózati tranziensek | BMEVIVEMA03 |
| Védelmi rendszerek és méréstechnika | BMEVIVEMA04 |
| Villamosenergia-piac | BMEVIVEMA05 |
| Villamosenergia-rendszerek laboratórium 1 | BMEVIVEMA06 |
| Villamosenergia-rendszerek laboratórium 2 | BMEVIVEMB00 |

### Villamosenergia-rendszer üzeme és irányítása

(BMEVIVEMA01, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A villamosenergia-rendszer kialakításának, működésének és irányításának megértéséhez szükséges rendszerszemlélet elsajátítása, a kapcsolódó fizikai jelenségek és folyamatok elméleti hátterének megértése, a folyamatok befolyásolására alkalmas eszközök megismerése, az ismeretek alkalmazása a számítógéppel támogatott tervezésben, irányításban és a biztonságos üzemeltetésben.
**Rövid tematika:** A VER üzemirányításával kapcsolatos fogalmak, szabályozások, alapösszefüggések megismerése, eligazodás a rendszerirányítás feladatai és eszközei között, elsősorban az átviteli hálózatra összpontosítva. Előírások és követelmények rendszere, P-f szabályozás, U-Q szabályozás, stabilitás, lengéscsillapítás, rendszerbomlás és reszinkronizáció, megújuló energiaforrások üzemvitele, a fogyasztói befolyásolás lehetőségei, az üzemirányítás eszközrendszere.

## Fenntartható energetika villamos rendszerei

(BMEVIVEMA02, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja megismertetni a hallgatókkal a villamos energiarendszerekben alkalmazott speciális villamos gépek, villamos hajtások, villamos berendezések, nagyléptékű energiatárolók működését, felépítését, irányítását, kiválasztási, méretezési módszereit, karbantartási eszközeit. A tárgyalt megoldásokat esettanulmányokkal illusztráljuk.
**Rövid tematika:** A villamos energia-rendszer speciális energia-átalakítói. Kétoldalról táplált aszinkron generátorok üzeme és szabályozása. Gerjesztési rendszerek. Kefenélküli gerjesztési módszerek. Generátor indítási rendszerek. Gázturbinás szinkrogenerátor egység indítása. A villamos energia-rendszerben használható nagyléptékű energia-tárolási technológiák és eszközök. Hidrogén technológia, üzemanyagcellák. Szivattyús tározós energiatárolás. A megújuló energiák integrálása az energia-rendszerbe. A teljesítményelektronikai egységek hálózati visszahatásai, csökkentésének lehetőségei.
Öregedő villamos berendezések problémája, minősítés, állapotellenőrzés és öregedésmenedzsment alapjai. Feszültség alatti munkavégzés és karbantartás, a FAM műszaki és gazdasági előnyei és hátrányai. FAM technológiák és technikák különböző feszültségszinteken. A szakszemélyzetet érő erőterek és az ellenük való védekezés.
Berendezések főbb karbantartási és javítási technikái.

## Hálózati tranziensek

(BMEVIVEMA03, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A villamosenergia-rendszerben lezajló elektromágneses tranziens folyamatokat kiváltó okoknak, a folyamatok fizikájának és a tranziensek következményeinek, a tranziensek szimulációjára, illetve az egyszerűsített fizikai kép kialakítására alkalmas módszereknek a megismertetése a hallgatókkal. A tantárgy anyaga elsősorban a hálózat rendellenes üzemállapotok, zárlatok, túlfeszültségek elleni védelmének kialakításához, a rendszer egyes korszerű megoldásai működésének mélyebb megértéséhez kíván segítséget nyújtani.
**Rövid tematika:** EMC szabványok rendszere. Elektromágneses tranziensek szerepe a villamosenergia-rendszer működésében és megbízhatóságában. Hullámjelenségek (Ideális egy vezető-föld rendszer, elemi hullámok sorozatos reflexiója, a veszteséges föld hullámtorzító hatása). Távvezetékeken, illetve a zárlati ívben lejátszódó tranziensek kölcsönhatása.
Távvezetékek be- és visszakapcsolásának tranziensei, a tranziens túligénybevételek elleni védekezés módszerei, távvezetékek kisütése, kistávolságú zárlatok megszakítási tranziense.
Kábeles bevezetésű alállomások túlfeszültségvédelme, bonyolult hálózat referencia-kapcsolásának felépítése. Sodrony- és koronaveszteség hullámtorzító hatása. Modusok kialakulásának fizikai magyarázata. Szekunder ívfolyamatok. "Elektronikus berendezések túlfeszültség és zavarvédelme. Alállomási EMC és földelési rendszerek. EMC Vizsgálati eljárások.

## Védelmi rendszerek és méréstechnika

(BMEVIVEMA04, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókkal a villamosenergia-rendszerben, az erőművekben, az ipari és kommunális hálózaton fellépő meghibásodások hárítására szolgáló védelmek elveit, beállításait, a korszerű megvalósításhoz szükséges méréstechnikai és mikroprocesszoros jelfeldolgozáshoz kapcsolódó ismereteket, a rendszerirányítással kommunikálni képes intelligens védelmekkel bezárólag, továbbá a VER megbízható működését fenntartó üzemviteli és üzemzavar elhárító automatikák feladatait és kialakítását.
**Rövid tematika:** Távolsági védelem részletei, beállítás-számítások. Védelmi parancsátvitel. Differenciálelvű védelmek részletei, beállítás-számítások. Automatikák rendszere. Védelmi stratégia, rendszerszintű áttekintés. A védelmek illesztése az alállomási üzemirányítási rendszerbe. Az üzemirányítási rendszer feladata, felépítése. A védelmek és az üzemirányítási rendszer összeolvadása. Az üzemirányítási feladatok megvalósítása komplex védelmi készülékekkel. Az IEC 61850 kommunikációs szabvány és megvalósítása a korszerű védelmekben. Fejlődési tendenciák az alállomási

szekunder technológiában. WAMS. Mérőváltók. Áramváltók méretezése. VER mennyiségek speciális méréstechnikai megoldásai, védelmekben alkalmazott korszerű méréstechnikai és SW technológiai megoldások.

## Villamosenergia-piac

(BMEVIVEMA05, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókkal a villamosenergia rendszer üzemirányításával mára szervesen integrálódott villamosenergia kereskedelem alapfogalmait, szereplőit és kapcsolatrendszerüket, a piacok felépítését, jogi, műszaki és kereskedelmi szabályrendszerét, a gazdaságosság elveinek érvényesülését, a villamos energiával kapcsolatos termékek és szolgáltatások árának kialakulását és a beruházás-ösztönző rendszereket. A hazai energiapiac működési alapjainak, szemléletének és módszereinek elsajátítása lehetőséget ad arra, hogy a hallgatók tanulmányaik befejezését követően bekapcsolódhassanak a kereskedelmi, vagy piaci szemléletű szolgáltatói, elosztói vagy rendszerirányítói tevékenységekbe.
**Rövid tematika:** Energiapolitika, európai uniós jogszabályok. Az európai piacintegrálási törekvések (IEM), az egységes szabályozáshoz vezető út (network codes).A hazai villamosenergia-piaci szereplők jogszabály szerinti csoportosítása, a hálózati és kereskedelmi feladatok szétválasztása. A villamosenergia-piac működése Magyarországon: mérlegkörök, kereskedelmi szerződések, menetrend, kiegyenlítő energia. Profilos és idősoros fogyasztók. A rendszerszintű szolgáltatások piaca. Rendszerirányítói együttműködések (GCC). Szervezett villamosenergia-piac működése. Termékek és korlátok. Határidős termékek piaca. Nemzetközi villamosenergia-piac, a határkeresztező kapacitások piaca, kapacitás aukciók típusai. A piac-összekapcsolás. Termeléstámogatási rendszerek, a megújuló energiatermelés támogatási modelljei. Monopóliumok a villamosenergia-piacon, a hálózati feladatok a piacon. Az árszabályozás célja, korlátai és nehézségei. Az ösztönzők hatása a gyakorlatban a villamosenergia-felhasználókra vonatkozóan. A minőségszabályozás ösztönző rendszerei. Az észak-amerikai sztenderd piac jellegzetességei, az európai és amerikai eltérések bemutatása.

## Villamosenergia-rendszerek laboratórium 1

(BMEVIVEMA06, 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A laboratórium célja a specializáció tantárgyaihoz kapcsolódva a tananyag elmélyítése, gyakorlati vonatkozásainak bemutatása, labormérések és szimulációk keretében.
**Rövid tematika:** Teljesítményáramlás vizsgálata számítógépen: Nagyfeszültségű hosszú távvezeték üzeme. Load-flow, feszültségszabályozás, számítógépi modellen. Nagy hálózatok üzemeltetésének vizsgálata DigSilent szoftverrel. EMTP – Hálózati tranziensek vizsgálata. Túlfeszültség-védelmi eszközök vizsgálata – Varisztor, gáztöltésű levezető, szupresszor dióda karakterisztikájának felvétele, védelmi hatásának vizsgálata. Szekunder mérőváltók vizsgálata. Kapcsolási tranziensek mérése – Toroid transzformátor kapcsolási áramlökéseinek mérése. Kisfeszültségű kapcsolókészülékek vizsgálata

## Villamosenergia-rendszerek laboratórium 2

(BMEVIVEMB00, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:**A laboratórium célja a specializáció tantárgyaihoz kapcsolódva a tananyag elmélyítése, gyakorlati vonatkozásainak bemutatása, labormérések és szimulációk keretében.
**Rövid tematika:** Túláramvédelem – ETIVA és DTIVA védelem beállítása, zárlatképzés modellen, működésvizsgálat különböző üzemállapotokban. Távolsági védelem – ETV és DTVA védelem beállítása, zárlatképzés modellen, működésvizsgálat különböző üzemállapotokban. Digitális túláramvédelem, digitális távolsági védelem – Védelmek beállítása, nyomatása generátorral, karakterisztika ellenőrzése. Transzformátor-differenciálvédelmek vizsgálata – Modellen zárlatképzés, védelem működésének ellenőrzése. Digitális motorvédelem – Védelem beállítása, nyomatása generátorral, ellenőrzése. Terhelésbecslés neurális hálózatokkal – Rövidtávú terhelésbecslés MATLAB szoftverrel. Kezelőközponti tréningszimulátor megismerése. Szinkrongenerátor elektromechanikai lengései, lengéscsillapítás.

## VII.4 Szakmai törzsanyag választható ismeretei

A szakmai törzsanyag kötelezően választható ismereteit a mellékspecializációk és a projekttantárgyak képezik. A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált tizenegy mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tárgyból meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók. A specializációk keretein belül a hallgatók ún. projekttantárgyakat is felvesznek, melyek az 1. szemesztertől kezdődően végigívelnek a képzésen. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva).

### VII.4.1 Mellékspecializációk

A hallgatóknak a főspecializáció mellett a felkínált tizenegy mellékspecializáció egyikét is el kell végezni. A mellékspecializációk célja egy szűkebb szakterületen hasonló, mint a főspecializációké. A mellékspecializációk esetén is valamennyi tárgyból meg kell szerezni a kreditet az MSc fokozat elnyeréséhez. A fő- és mellékspecializációk tetszőlegesen párosíthatók.

#### VII.4.1.1 Alkalmazott elektronika mellékspecializáció (AUT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Alkalmazott elektronika**
*(Applied Electronics)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** AUT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Varjasi István egyetemi docens (AUT)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A mellékspecializáció felkészíti a hallgatókat a kis- és nagyteljesítményű elektronikus átalakítók tervezésével és irányításával kapcsolatos mérnöki feladatok megoldására. A specializáció keretein belül az alapszakon elsajátított ismeretekre építve bemutatjuk a teljesítmény-átalakítók alaptípusainak felépítését, működését és irányítási lehetőségeit. Alkalmazás-centrikus megközelítésben részletesen foglalkozunk azok tervezésének fázisaival és konstrukciós kérdéseivel, valamint ipari példákon keresztül mutatjuk be a teljesítményelektronika napjainkban legnépszerűbb területeit: megújuló energiaforrások, e-mobility, smart-grid átalakítói. A hallgatói mérések ipari környezetben alkalmazott eszközökön valósulnak meg, így a hallgatók gyakorlati példákon keresztül adhatnak számot tudásukról.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Tápegység topológiák és alkalmazások | BMEVIAUMA12 |
| Elektronikus átalakítók irányítása | BMEVIAUMA13 |
| Készüléktervezés | BMEVIAUMA14 |
| Alkalmazott elektronika laboratórium | BMEVIAUMB04 |

## Tápegység topológiák és alkalmazások

(BMEVIAUMA12, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy keretein belül a hallgatók megismerkednek a tápegységek alapvető alkatrészeivel azoknak főbb jellemzőivel és kiválasztási szempontjaival. Bemutatjuk a lineáris üzemű, galvanikusan csatolt és galvanikusan leválasztott egy kimenetű és több kimenetű kapcsolóüzemű, valamint a kapcsolt kapacitásos tápegységek üzemviszonyait és méretezési alapjait különböző ipari alkalmazási példákon a teljesítményelektronika napjainkban népszerű területein keresztül. A megújuló energiaforrások és energiatárolós konverterek területéhez kapcsolódva tárgyaljuk az egyfázisú és háromfázisú inverterek működését, az iparban leggyakrabban használt akkumulátor típusok felépítését, valamint töltési módszereit. Kitérünk az induktív és kapacitív szűrésű diódás egyenirányítók, valamint a hálózatbarát aktív egyenirányítók hálózati visszahatására. Megvizsgáljuk a galvanikus leválasztás és a kapcsolásiveszteség-csökkentés megvalósítási lehetőségeit.
**Rövid tematika:** Tápegységek alapvető alkatrészei, teljesítmény-félvezetők, kapacitív és mágneses elemek tulajdonságai. Kisteljesítményű lineáris üzemű, galvanikusan csatolt kapcsolóüzemű és kapcsolt kapacitásos tápegységek üzemviszonyai. Processzormagok, LED-es fényforrások tápegységei. Megújuló energiaforrások és energiatárolós inverterek felépítése, akkumulátor típusok és töltési módszerek, hálózati akkumulátortöltők. Galvanikus leválasztás módszerei, emelt hatásfokú kapcsolásiveszteség-csökkentett átalakítók.

## Elektronikus átalakítók irányítása

(BMEVIAUMA13, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy keretein belül a tápegység topológiák és alkalmazások tantárgyban megismert kapcsolások irányítástechnikai kérdéseivel foglalkozunk. Bemutatjuk az ipari készülékekben alkalmazott áram- és feszültségérzékelési módszereket, a vezérlő és visszacsatoló jelek leválasztási lehetőségeit, valamint az érzékelő áramkörök modulációs módszereit. Gyakorlati megközelítésből tárgyaljuk a lineáris és kapcsolóüzemű tápegységek szabályozástechnikai modelljeit és megvalósítási lehetőségeit. A megújuló energiaforrások és energiatárolós konverterek területéhez kapcsolódva tárgyaljuk az inverterek irányítási módszereit, modulációs stratégiáit, a maximális teljesítményű pontot kereső algoritmusokat, a hálózati szinkronizáció megvalósítási lehetőségeit, feszültség – hatásos teljesítmény – meddő teljesítmény szabályozásának lehetőségeit, szigetüzem elleni védelmi módszereket és az FRT (Fail Ride Through) megvalósítási lehetőségeit. Kitérünk az elektromos autó témakörén keresztül a fordulatszám érzékelési módszerekre, a mezőorientált irányítás alapjaira, a hálózatminőség javításának lehetőségeire, valamint a hálózatra táplláshoz szükséges szabályozási és védelmi kérdésekre. A teljesítmény-átalakítók tipikusan egy intelligens beavatkozó szervnek tekinthetőek, amik egy felsőbb irányító egység (Power Management System – PMS) parancsait hajtják végre. A PMS tipikusan egy nagy számítási kapacitású PLC, így a hallgatók megismerkednek a PLC programozás alapjaival, hogy maguk is létre tudjanak hozni egy olyan irányító környezetet, amivel az általuk megtervezett átalakítók üzemeltethetőek.
**Rövid tematika:** Lineáris üzemű tápegységek stabilitása, Áram- és feszültségérzékelési módszerek tápegységekben, Kapcsolóüzemű tápegységek szabályozástechnikai modelljei és irányításuk. Naperőművek átalakítóinak felépítése, egy és háromfázisú inverterek irányítása és modulációik. Maximális teljesítményű pontra szabályozás, hálózati szinkronizáció megvalósítása, Hatásos és meddőteljesítmény szabályozási módszerek, Szigetüzemi működés elleni védelem, Zárlati áthidaló képesség (FRT) és megvalósítási lehetőségei. Fordulatszám-érzékelési módszerek, Mezőorientált irányítás alapjai, Hálózatminőség javításának lehetőségei és PLC-s irányítás alapismeretek.

## Készüléktervezés

(BMEVIAUMA14, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy keretein belül a hallgatók megismerkednek az áramkörök tervezési, megvalósítási és fejlesztési kérdéseivel. Bemutatjuk a tápegységekben alkalmazott biztonsági előírásokat, vonatkozó szabványokat, a vezetett és sugárzott zavarok csökkentési lehetőségeit, az EMC

szűrők tervezését, a vasmagos tekercsek és transzformátorok méretezését, konstrukció megtervezését és az előtöltő áramkörök kiválasztási és méretezési lépéseit. Az információ-elektronika és a főáramkör tervezési lépésein keresztül végigvisszük egy teljes tápegység fejlesztésének lépéseit úgymint a funkciók meghatározása, specifikáció elkészítése, főköri elemek és hűtés méretezése, konstrukciós kérdések, modellalkotás és offline szimuláció, kisteljesítményű modell és valósidejű szimulátor, próbatermi tesztek, gyártás - tesztelés, távoli elérés és diagnosztika.
**Rövid tematika:** Áramkörök megvalósítási kérdései: biztonsági előírások, elektromágneses kompatibilitás kérdései, induktív elemek méretezése, konstrukció tervezése, előtöltő áramkörök. Információ-elektronika fejlesztése: specifikáció készítése, offline szimuláció, modellalkotás, irányítási algoritmusok, deszkamodell, kisteljesítményű modell, valósidejű modell, próbatermi teszt, távoli elérés – diagnosztika. Áramkörtervezés lépéseinek bemutatása, funkciók meghatározása, specifikációk, szabványok, főköri elemek és hűtés méretezése, konstrukciós kérdések, tervezés, gyártás, tesztelés.

## Alkalmazott elektronika laboratórium

(BMEVIAUMB04, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatói mérések keretein belül a hallgatók ipari készülékeken végeznek méréseket és implementálnak új funkciókat. A mérések a Tápegység topológiák és alkalmazások, valamint az Elektronikus átalakítók irányítása tárgyhoz kapcsolódnak. A mérések között szerepelnek: egyenirányítók hálózati visszahatásának mérése, DSP-vel ellátott DCDC tápegység áram- és feszültségszabályozása, érzékelők és illesztő áramkörök mérése, DSP-vel ellátott egyfázisú szinuszos inverter irányításának megvalósítása szigetüzemi hálózat létrehozására, naperőmű valósidejű modelljének vizsgálata, DSP irányítású 3 fázisú inverter programozása aszinkron motor U/f vezérléséhez, PLC-s irányítási feladat implementálása és önálló tervezési feladat. Az önálló tervezési feladat keretén belül a hallgatóknak egy készüléket kell megtervezni, megépíteni, üzembe helyezni és működés közben a félév végén bemutatni.
**Rövid tematika:** Egyenirányítók hálózati visszahatása: kapacitív szűrésű, induktív szűrésű egyenirányítók és hálózatbarát egyenirányítók hálózati visszahatásának vizsgálata. DCDC tápegységek: feszültségcsökkentő és feszültségnövelő alapú DCDC átalakító irányítása áram illetve feszültségszabályozott üzemben. Érzékelő-illesztő áramkörök mérése: leválasztott érzékelő áramkörök és félvezető meghajtók vizsgálata. Egyfázisú inverter irányítása szigetüzemben. HIL szimulátor vizsgálata: naperőmű főáramkörének valósidejű szimulálása. Háromfázisú inverter irányítása. PLC-s irányítási feladat megvalósítása. Nagyáramú mérőhely. Önálló tervezési feladat 1-2.

## VII.4.1.2 Alkalmazott szenzorika mellékspecializáció (ETT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Alkalmazott szenzorika** (*Applied Sensors*)
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Elektronikai Technológia Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** ETT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Harsányi Gábor egyetemi tanár (ETT)

**6. A specializáció célkitűzése:** A mellék specializáció célkitűzése a hallgatók megismertetése az elektronikai és informatikai rendszerekben alkalmazott szenzorok és aktuátorok típusaival, azok működési elveivel és technológiai alapjaival, valamint ezen eszközök alkalmazási lehetőségeivel-, területeivel, továbbá az alkalmazási területeknek megfelelő elektronikai ismeretekkel, a szenzorok és aktuátorok informatikai és egyéb rendszerekben megvalósított integrálási elveivel.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Szenzorok működése és technológiái | BMEVIETMA02 |
| Szenzorok alkalmazásokban | BMEVIETMA03 |
| Bio- és nanoszenzorika | BMEVIETMA04 |
| Alkalmazott szenzorika laboratórium | BMEVIETMB01 |

### Szenzorok működése és technológiái

(BMEVIETMA02, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja megismertetni a hallgatókkal a villamos és optikai jeleket szolgáltató érzékelők, valamint a villamos jelekkel működtetett beavatkozók, kijelzők és megjelenítők főbb típusait, működésük alapelveit és alkalmazási lehetőségeit.
**Rövid tematika:** Az érzékelők fogalma, felosztása, jellemzői, intelligens és integrált érzékelők, újszerű követelmények. Speciális anyagtípusok és technológiák (a szilícium anizotróp maratása, a felületi mikromegmunkálás, szervetlen és polimer rétegek leválasztása). Eszközstruktúrák az érzékelőkben: impedancia szerkezetek, félvezető eszközök, elektrokémiai cellák, kalorimetrikus, rezonátor és száloptikai típusok. Az érzékelők működésének alapját adó fizikai és kémiai effektusok. A hőmérséklet hatásai: termorezisztív és termoelektromos, piroelektromos effektus. Hőmérsékletérzékelők: termisztorok, ellenálláshőmérők, Si alapú hőmérsékletérzékelők, termoelemek. A mechanikai feszültség és deformáció hatásai: piezoelektromos, piezorezisztív effektus, kapacitásváltozás, elektretek alkalmazása. Hagyományos mechanikai érzékelő típusok: elmozdulás, deformáció, erő-, nyomás- és gyorsulásérzékelők. Szilícium alapú erő-, nyomás- és gyorsulásérzékelők, a hőfokkompenzálás kérdései. Sugárzások hatásai: termikus és kvantum effektusok. Félvezető oxid alapú vékony- és vastagréteg gázérzékelők, a működés alapjai, jellemzők. Szilícium alapú kémiai érzékelő eszközök: gázérzékelő és ion-érzékelő FET-ek. A szelektív kémiai érzékelés problematikája, lehetséges megoldásai. Érzékelők speciális alkalmazásokban: érzékelők a gépjármű elektronikában, érzékelők orvosbiológiai alkalmazásai, a bioérzékelők működésének alapjai. Polimer rétegek alkalmazása az érzékelőkben. Érzékelők alkalmazása az ipari folyamatszabályozásban, biztonság-technikában.

### Szenzorok alkalmazásokban

(BMEVIETMA03, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a „Szenzorok működése és technológiái” tárgyra alapozva mutatja be a szenzorok alkalmazási lehetőségeit. A tantárgy célkitűzése, hogy a valós példákon keresztül, széles spektrumban mutassa be a szenzorok hasznosulását és alkalmazási lehetőségeit a különböző elektronikai berendezésekben. A hallgató a tantárgy folyamán megismerkedik a rendszertechnikai alapokkal, az

intelligens szenzorokkal, az orvosi, autóipari, gyártósori és kommerciális alkalmazási lehetőségekkel, valamint a szenzorhálózatok felépítésével. A tantárgy esettanulmányok és termékek bemutatásával is szemlélteti az alkalmazás módszertanát, valamint a szenzorokban rejlő alkalmazási lehetőségeket.
**Rövid tematika:** Szenzorok intelligenciájának jellemzői, hitelesítés, önkalibrálás, jel-digitalizálás, előfeldolgozás, zavarmentesítés, műtermékek eltávolítása, adaptivitás, rekonfigurálhatóság, adattömörítés, kommunikációs képesség. Mért jelek előfeldolgozásánál alkalmazható módszerek, digitális és analóg integrált processzálási lehetőségek, önkalibráló A/D átalakítók áramköri megoldásai. A mért jelek feldolgozásánál alkalmazható jel-kondicionálások összevetése, frekvencia-szűrések, idő-frekvencia transzformációk; esettanulmányok. Analóg szenzorok illesztése. Digitális szenzorok illesztése és kódolási módszerek. Speciális jelátviteli módszerek (fény, rádiófrekvencia). Távadók - analóg/digitális. Buszrendszerek és kódolási módszerek részletei. CAN, LIN, Delta, FlexRay, USB, ethernet, wireless (pl. RFID, Zigbee). Elektronika a gépjárművekben; Szenzorok és aktuátorok az autóelektronikában - történeti áttekintés; Trendek és jövőkép: az intelligens autó; Autóelektronikai típuspéldák, és alkalmazásaik.. Környezetvédelem és biztonság autóelektronikai érzékelőkkel megvalósítva. Nyomás- és átfolyásmérők: gyártók, típusok, paraméterek, illesztési módszerek. Esettanulmány: nyomásmérés és gőz identifikáció a gőzfázisú forrasztóállomásban. Szenzorok a háztartásban. Okos háztartási eszközök; vagyonvédelmi riasztó fejlesztésének típuspéldái. Szenzorok a mindennapos szórakoztató elektronikában. Okostelefon szenzorrendszere. Megjelenítők érzékelői. Számítástechnikai-perifériák új korszaka. Mozgásérzékelős irányítók. Típuspéldák: Wii, Kinect. Szenzorok hálózatba kapcsolása (előnyök, műszaki feltételek, akadályok). Intelligens szenzorok felépítése (speciális hardver, erőforrás-takarékos operációs rendszer, időszakos működés).

## Bio- és nanoszenzorika

(BMEVIETMA04, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a hallgató bevezetése a nanométeres méretskálán jellemző effektusok és speciális tulajdonságokat mutató anyagok világába. A hallgató megismerkedik a nano- és bioérzékelők főbb építőelemeivel, azok működési elveivel és alkalmazási lehetőségeivel. A tantárgy szintén megismerteti a hallgatót a nanométeres tartományban történő anyagvizsgálat (metrológia) alapjaival. Az erősen multi-diszciplináris tematika végigtanulmányozása során a hallgató naprakész ismeretekre tesz szert a 21. század jövőbeli eszközeit meghatározó működési elvekről és technológiákról..
**Rövid tematika:** A nanoszenzorika felosztása. A nanoszenzorika építőelemei, fémes anyagok és nanoszerkezetek, nanokristályos fémek és ötvözetek. A szén allotrop módosulatai. Fullerének, szén nanocsövek és grafén. A grafén alkalmazása megjelenítőkben. Polimerek és komplex összetett rendszerek. Előállítás, tulajdonságok és alkalmazások érzékelőkben. Önszerveződő rendszerek. Szerves, önszerveződő funkcionális rétegek (SAM, Self Assembled Monolayers) valamint bevonatok (pl. Langmuir-Blodgett) és alkalmazásuk. A szenzorok fontosabb paramétereinek (detektálási küszöb, érzékenység, szelektivitás, élettartam, regenerálhatóság stb.) javítása a különböző anyagcsaládokba tartozó nano-építőelemek felhasználásával. Klasszikus konstrukciók módosítása nano-anyagokkal. Alkalmazási példák. A bioérzékelők csoportosítása (affinitás és katalitikus típus; DNS alapú, immunoérzékelő, enzim alapú és élő sejt alapú érzékelők). A szerves nanoszerkezetek (DNS és fehérjék) tulajdonságai. Elektrokémiai szenzorok. Elektrokémiai alapfogalmak. A fontosabb nanoszenzorokban alkalmazott elektrokémiai eljárások (potenciometria, amperometria, voltammetria, coulombmetria, elektrokémiai impedancia spektroszkópia). A jelgenerálás elektrokémiai elvei bioérzékelők esetén, alternatív jelátalakítási technikák (pl. nanopórusok). Alkalmazási példák. Érzékelő elemek és anyagok vizsgálatának és karakterizációjának lehetőségei. Az anyagok mechanikai és kémiai (elemösszetétel és kötési állapot) tulajdonságainak meghatározása a nanométeres skálán. Mikroszkópos eljárások (SEM, TEM, SPM) és spektroszkópiai módszerek (XPS, AES, Raman stb.) áttekintése, alkalmazása érzékelő elemek vizsgálatára.

# Alkalmazott szenzorika laboratórium

(BMEVIETMB01, 3. szemeszter, 0/0/2/f/2 kredit, ETT)

**A tantárgy célkitűzése:** A laboratóriumi gyakorlat célja egyes szenzor típusok megismerése működés közben, az alkalmazástechnika és rendszerbeépítés problémáinak tanulmányozása, a hitelesítés módszereinek megismerése. Egy-egy laborgyakorlaton az adott szenzoros rendszert kell jellemezni (pl. statikus karakterisztika felvétele, nullponti hiba bemérése, ismételhetőség, reprodukálhatóság, mérés bizonytalanságainak kiismerése, akár mesterségesen nehezített körülményekkel (a szenzor vagy a rendszer zavarása, kereszteffektusok kompenzálása).
**Rövid tematika:** A hallgatók 7 db 4 órás tematikus laborgyakorlatot teljesítenek. A gyakorlatok az előző és az adott félévben párhuzamosan futó „Szenzorok működése és technológiái” és „Szenzorok alkalmazásokban” c. tárgyak tananyagát bővíti. A laborgyakorlatok tematikája: POZÍCIÓÉRZÉKELÉS: távolságmérők, közelítéskapcsolók, analóg útérzékelők. HŐMÉRSÉKLET ÉRZÉKELÉS: fülhőmérők, digitális lázmérők, higanyos lázmérő, tapintó hőmérő, ipari érintésmentes hőmérő, egyedi „mérőlétrák”. MEMS SZENZOROK - I.: Si-diafragma alapú mechanikai szenzorok (1. 3D erőmérő szenzor, 2. kapacitív differenciálnyomás szenzor). BIOSZENZOROK: SPRi alapú DNS detektálás, elektrokémiai elvű személyi vércukorszint mérők. MEMS SZENZOROK - II.: integrált fűtőszálas szenzorok (1. tömegáramlás mérő mikrofluidikához, 2. gázérzékelő). IN VIVO ORVOSBIOLÓGIAI ALKALMAZÁSOK: pulzoximéterek, oszcillometriás vérnyomásmérők.IN VITRO ORVOSBIOLÓGIAI ALKALMAZÁSOK: vízminták As-tartalom mérése és a folyadékkezelés eszközei fluidikai rendszerekben (1. optokapuk – „light barrier”-ek, 2. vezetőképesség méréses reagens keveredés detektálás, 3. folyadékadagolás és a hőprofil monitorozása).

## VII.4.1.3 E-mobilitás mellékspecializáció (VET-VG)

**1. A specializáció megnevezése:** **E-mobilitás**
*(E-Mobility)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Villamos Energetika Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** VET
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Veszprémi Károly egyetemi tanár (VET)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A környezetkímélő megoldások nemcsak a felhasználás, hanem a termelés, elosztás terén is „zöldek" kell, hogy legyenek. Az elektro-mobilitás egyrészt elektromos energián alapuló környezetkímélő mozgatást (közlekedést), másrészt mobilis (elosztott) energia termelést (táplálást) jelent. Így ide tartozik:
1) A villamos járművek (munkavezetékes és munkavezeték nélküli járművek), azok speciális villamos gépeinek és hajtásainak területe.
2) Az elosztott (főként megújuló) energiatermelés speciális villamos gépeinek, teljesítményelektronikájának és rendszerének területe.
3) A mindkét előbbi területen elengedhetetlenül szükséges hatékony energiatárolási technológiák (mobilis és nagyléptékű is) alkalmazása.
Ezek a területek speciális energia-átalakítókat, energia-tárolókat, szabályozásokat és rendszereket igényelnek. A mellékspecializáció ezek korszerű megoldásaival, alkalmazásával, tervezési elveivel, vizsgálatával ismerteti meg a hallgatókat.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Korszerű villamos gépek és hajtások | BMEVIVEMA07 |
| Villamos járművek | BMEVIVEMA08 |
| Elosztott energiatermelés | BMEVIVEMA09 |
| E-mobilitás laboratórium | BMEVIVEMB01 |

### Korszerű villamos gépek és hajtások

(BMEVIVEMA07, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja megismertetni a hallgatókkal villamos járművekben és az elosztott energiatermelésben használt speciális villamos gépek, villamos hajtások, teljesítményelektronikai átalakítók működésével, elemzésével, irányításával, vizsgálati módszereivel. A tananyag tartalmazza ezek alkalmazásával kapcsolatos speciális technikákat, megoldásokat és eszközöket. Nagy hangsúlyt fektetünk az alkalmazható számítógépes tervezési, irányítási és vizsgálati módszerek megismertetésére. A tárgyalt megoldásokat esettanulmányokkal illusztráljuk.
**Rövid tematika:** A villamos járművek és az elosztott energia termelés speciális, korszerű villamos gépei: állandómágneses gépek, kerékagy motorok, kapcsolt reluktancia gépek. A villamos gépek alkalmazhatósági kritériumainak áttekintése, alkalmazás-specifikus tulajdonságaiknak és követelményiknek definiálása, összehasonlítása. Kiválasztási és tervezési elvek. A villamos járművek és az elosztott energia termelés speciális, korszerű villamos gépeinek hajtásrendszerei: teljesítményelektronika, irányítási, szabályozási módszerek. Az alkalmazott teljesítményelektronikai eszközök és kapcsolások alkalmazásorientált kiválasztási, tervezési elvei, működése, vizsgálata, hálózati visszahatása, járulékos veszteségek. Nagy teljesítményű alkalmazások: többszintű inverterek, speciális kapcsolások, topológiák. Az alkalmazott irányítási, vezérlési, szabályozási elvek áttekintése, kiválasztási szempontok, méretezési, tervezési elvek. Áramvektor szabályozások, közvetlen nyomatékszabályozás, hajtásspecifikus és feladatspecifikus szabályozások. Esettanulmányok, alkalmazási példák.

## Villamos járművek

(BMEVIVEMA08, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja megismertetni a hallgatókat a villamos hajtású járművek (mozdonyok, városi villamos járművek, villamos autók, stb.) járműhajtásaival és segédüzemi villamos berendezéseivel. A tananyag tartalmazza a munkavezetékes és munkavezeték nélküli villamos hajtású járművek energiaellátásának lehetséges módszereit. A tantárgyban nagy hangsúlyt fektetünk a villamos hajtású járművek korszerű, energiatakarékos és hálózatkímélő hajtás és hajtásszabályozási megoldásainak tárgyalására. A hallgatók megismerkednek a villamos járművekben alkalmazott energiatárolási módszerek és eszközök speciális követelményeivel, kiválasztásával. Ismereteket szereznek a maximális utas-kényelmet és biztonságot nyújtó módszerekről. A tárgyalt megoldásokat esettanulmányokkal illusztráljuk.
**Rövid tematika:** Villamos járművek fajtái. Vontatáshoz szükséges vonóerő-sebesség jelleggörbe, és vontatási teljesítmény. Vonóerő, utazási sebesség és fékerő szabályozás követelményei. Villamos járművek felépítése, a fő- és a segédüzem feladatai. Munkavezetékes villamos hajtású vasúti járművek villamos energiaellátása, több áramnemes mozdonyok és motorvonatok. Jellegzetes mozdonytípusok villamos hajtásainak és fejlesztési irányainak ismertetése. Villamos mozdonyok menet és féküzemi szabályozása. Városi villamosok, trolibuszok, metrók villamos energiaellátása és szabályozott villamos hajtásai. Jellegzetes járműtípusok és fejlesztési irányok ismertetése. Villamos és hibrid autók villamos felépítése, energiaellátása és villamos hajtásai, fejlesztési irányai. Drótkötélpályák, siklóvasutak, felvonók hajtásai. Különleges járművek, lineárismotoros és lebegtetett járművek. Járművek védelmi és forgalombiztonsági berendezései. Forgalomirányítás és vasútbiztosítás. Járművek legfontosabb segédüzemi berendezései. Mobilis energiatárolás. A jövő villamos járművei. Esettanulmányok, alkalmazási példák.

## Elosztott energiatermelés

(BMEVIVEMA09, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja megismertetni a hallgatókkal az elosztott energiatermeléssel elérhető előnyöket, az ebben alkalmazható rendszereket, eszközöket. Az elosztott energiatermelés nagy része megújuló energiaforrásokat alkalmaz. A tantárgy tananyaga tartalmazza a megújuló energiák villamos rendszereinek tárgyalását, az általuk nyújtott alap és plusz szolgáltatások megismertetését. Bemutatja az elosztott energiatermelésben használható energiatárolási módszereket, rendszereket. Bevezet a közvetlen energiaátalakítás elméletébe, ismerteti a gyakorlatban alkalmazott közvetlen energiaátalakítók típusait és villamos jellemzőinek számítását. A tantárgy elméleti alapot nyújt a megújuló energiaforrások villamos részeinek tervezéséhez, üzemeltetéséhez, a villamos rendszerbe való illesztéséhez és gazdaságosságának megítéléséhez.
**Rövid tematika:** Megújuló energiaforrások és felhasználásuk villamos energia termelésére. A közvetlen energiaátalakítás elvei és fizikai alapjai. A gyakorlatban alkalmazott közvetlen energiaátalakító eszközök: fotovillamos és termovillamos generátorok, tüzelőanyag-cellák működése, típusai, villamos jellemzőik számítása. Közvetlen energiaátalakítók alkalmazásai, technikai, gazdaságossági és környezeti követelmények. Az energiatárolás feladatai, az energiatárolás elvei. Villamos, mágneses, mechanikus és kémiai energiatárolás. Az energiatárolók specifikációjához szükséges paraméterek. Az energiatároló eszközök gyakorlati megvalósításai, alkalmazási területei. Az energiatárolás környezetvédelmi szempontjai. Szélerőművek villamos generátorai, fő- és segédáramkörei. Optimális szabályozások. Méretezési kérdések. Szélerőmű-hidrogén hibrid rendszerek. Vízerőművek és szivattyús tározók speciális villamos gépei és szabályozásai. Fotoelektromos rendszerek. Maximális teljesítményre szabályozás. Hibrid rendszerek. Villamos hajtású hőszivattyúk. A geotermikus energia hasznosításához felhasznált villamos gépek. A villamos energiarendszerbe való illesztés, követelmények, megoldások. Esettanulmányok, alkalmazási példák.

# E-mobilitás laboratórium

(BMEVIVEMB01, 3. szemeszter, 0/0/2/f/2 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy keretében a mellékspecializáció tantárgyaiban tanult elméleti ismeretek gyakorlati elmélyítése történik laboratóriumi mérések keretében.
**Rövid tematika:** A laboratóriumi mérések a következő témakörök köré csoportosulnak: Speciális villamos gépek vizsgálata. Alkalmazásspecifikus teljesítményelektronkai eszközök vizsgálata. Speciális villamos hajtások vizsgálata. Villamos járműhajtások vizsgálata. Energiatárolók vizsgálata. Közvetlen energiaátalakítók vizsgálata.

## VII.4.1.4 Épületvillamosság mellékspecializáció (VET-NF)

**1. A specializáció megnevezése:** **Épületvillamosság** *(Building's Electricity)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Villamos Energetika Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** VET
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Kiss István egyetemi docens (VET)

**6. A specializáció célkitűzése:** Mind a hallgatók, mind a szakma részéről jelentős igény mutatkozik arra, hogy az épületvillamossági tervezésben alapvető ismeretekkel rendelkező villamosmérnök hallgatók jelenjenek meg a munkaerőpiacon. A mellékspecializáció keretében a korszerű épületvillamossági tervezés alapismereteit kívánjuk átadni, amelyeknek részét képezik a modern világítástechnika ismeretei, az épületvillamosság intelligens megoldásaival kapcsolatos ismeretek, valamint a tervkészítés mára teljesen számítógép alapúvá vált folyamatával és az alkalmazott eszközökkel kapcsolatos ismeretek.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Épületinformatika | BMEVIVEMA10 |
| Világítástechnika | BMEVIVEMA11 |
| Számítógépes tervezés | BMEVIVEMA12 |
| Épületvillamosság laboratórium | BMEVIVEMB02 |

### Épületinformatika

(BMEVIVEMA10, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** Megismertetni a hallgatóságot a kis- és nagyépületek, lakások korszerű, integrált épületinformatikai rendszereivel és ezek tervezésével. A tantárgy keretében részletesebben foglalkozunk az épületinformatika és épületvillamosítás feladatkörével, a vagyonvédelmi, betörésvédelmi és tűzvédelmi rendszerekkel szemben támasztott követelményekkel, valamint a gyakorlati kiépítés lehetőségeivel.
**Rövid tematika:** Épületinformatikai rendszerek felépítése, centralizált és decentralizált rendszerek tulajdonságai, tervezési kérdései. Kisfeszültségű megszakítók, olvadó biztosítók, kapcsolók, kontaktorok, készülékkombinációk kiválasztása a villamos és mechanikai jellemzők valamint szelektív működés alapján. Terepi buszrendszerek összehasonlítása. A KNX rendszer alkalmazásának előnyei, felépítése, jellemzői. Alapfogalmak megismerése, topológiai címzés, kommunikáció, a buszhozzáférés szervezése, rendszer tervezése, üzembe helyezése. Villamos berendezések és információátviteli rendszerek komplex védelme: villám-, túlfeszültség-, zavar- és érintésvédelem. Épületek villamos hálózatának felépítése, teljesítményigény felmérése. Vagyonvédelmi berendezések és rendszerek, tűzjelző berendezések (elektronikus jelző rendszerek, a riasztás eszközei a helyszínen stb.). Az energiaellátás biztonságának növelése, megújuló energiaforrások alkalmazásának épületvillamossági vonatkozásai.

### Világítástechnika

(BMEVIVEMA11, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** Megismertetni a hallgatóságot az épületek korszerű világításának követelményeivel és megoldásaival; a világítási rendszerek, világítótestek és fényforrások kiválasztásával; világítástechnikai méretezésekkel, tervezéssel; Világítási ellenőrző mérésekkel és vizsgálatokkal.
**Rövid tematika:** Világítástechnikai, fénytani alapfogalmak. A fény definíciója, tulajdonságai, a világítástechnika fogalmai és mértékegységei (fényáram, fényerősség, térszög, megvilágítás, fénysűrűség), a világítással kapcsolatos követelmények (idő és térbeli egyenletesség, árnyékhatások, megvilágítási szintek, káprázás, színvisszaadás). Mesterséges világítási berendezések méretezése,

hatásfok módszerek, pont módszer. Alkalmazott világítástechnika: belsőtér (irodák, lakások, iskolák, kórházak, ipari csarnokok stb.) világítása, szabadtéri világítás (utak, terek, dísz és kiemelő világítások), különleges világítások. Színtani alapfogalmak. Fényforrások: hőmérsékleti sugárzók, kisülőcsövek szerkezete, felépítése, karakterisztikái (fényáram, élettartam, hatásfok) a feszültség függvényében, különleges célra készített fényforrások. Határterületek, mint emberi szem és látás, biológiai hatások, nem vizuális hatások.

## Számítógépes tervezés

(BMEVIVEMA12, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatók megismertetése az épületvillamossági tervezés számítógéppel segített formájával. A tantárgy keretében áttekintjük a tervezési folyamat lépéseit, az épületvillamossági tervezésben alkalmazott legfontosabb szabványok rendszerét, a felmerülő tipikus feladatok elméleti hátterét és a gyakorlatban elterjedt megoldásukat, valamint azt, hogy az egyes feladatok megoldásához milyen tervezőprogramok állnak rendelkezésre. Bevezetjük a hallgatókat ezek alkalmazásába is.
**Rövid tematika:** Tervezési ismeretek, tervfajták, a tervezési folyamat lépései. Az épületinformatika tárgyban már megszerzett szakmai ismeretek kamatoztatása konkrét tervprojektekben. Számítógépes tervezőprogramokkal kapcsolatos alapvető ismeretek átadása (épületvillamossági, világítástechnikai tervezőprogramok). A gyakorlatban alkalmazott és számítógéppel segített villamos, mágneses és elektromágneses ellenőrző számítások megismertetése.

## Épületvillamosság laboratórium

(BMEVIVEMB02, 3. szemeszter, 0/0/2/f/2 kredit, VET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy keretében a mellékspecializáció tantárgyaiban tanult elméleti ismeretek gyakorlati elmélyítése történik laboratóriumi mérések keretében.
**Rövid tematika:** A laboratóriumi mérések a következő témakörök köré csoportosulnak: Világítástechnikai mérések, fényforrások paramétereinek vizsgálata, KNX rendszer alkalmazása, épületfelügyeleti rendszerek alkalmazása.

## VII.4.1.5 Hang- és stúdiótechnika mellékspecializáció (HIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Hang- és stúdiótechnika**
*(Audio and Studio Technologies)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék (HIT)
**4. Oktató tanszékek:** HIT
**5. Specializáció felelős oktató:** Dr. Augusztinovicz Fülöp egyetemi tanár (HIT)

**6. A mellékspecializáció célkitűzése:** a mellékspecializáció három elméleti tantárgya és a stúdiótechnikai laborgyakorlatok olyan ismeretekkel kívánják a hallgatókat felvértezni, amelyek birtokában hangtechnikai, valamint környezeti zaj- és rezgésvédelmi feladatokat megoldó cégek, rádió-, televízió- és filmstúdiók munkájában sikerrel vállalhatnak feladatokat. A mellékspecializációt elvégző hallgatók megismerkednek a hang- és képtechnika alapeszközeivel, azok rendszertechnikájával, vizsgálati és mérési módszereivel, az akusztikai tervezés alapelemeivel, a mai stúdiótechnikában alkalmazott integrált hang- és képfeldolgozási eszközökkel és módszerekkel.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Műszaki akusztika | BMEVIHIMA11 |
| Hangtechnika | BMEVIHIMA12 |
| Videotechnika | BMEVIHIMA13 |
| Stúdiótechnika laboratórium | BMEVIHIMB03 |

### Műszaki akusztika

(BMEVIHIMA11, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** a műszaki akusztika alapfogalmainak és ezek összefüggéseinek ismertetése, az akusztikai rendszerekben lejátszódó folyamatok bemutatása és a gyakorlati alkalmazásokhoz, tervezési tevékenységhez szükséges alapismeretek átadása. Az oktatott témakörök egyik súlypontja a hangtechnika, ezen belül az akusztikai átalakítók ismertetése, ezek analízise és szintézise. A tárgyalás a hangkeltés és hangfelvétel-hangrögzítés fizikai alapjai és műszaki alkalmazása mellett érinti a teremakusztika, valamint a levegőben és szilárd testekben terjedő hangok elleni védelem kérdéskörét is, és alapokat nyújt a hang- és stúdiótechnikai ismereteket taglaló két további mellékspecializáció tantárgy elsajátításához.
**Rövid tematika:** Hangtani alapfogalmak, logaritmikus mennyiségek (dB-fogalom és alkalmazásai). A hangtér hullámegyenlete és megoldásai: sík- és gömbhullámú hangtér, hangtér-jellemzők. Akusztikai rendszerek egydimenziós modellezése: akusztikai koncentrált elemek. Rudak longitudinális rezgései. Hullámegyenlet és megoldása kisfrekvencián: mechanikai koncentrált elemek. Akusztikai-mechanikai-villamos analógiák és alkalmazásuk.
Elektromechanikai átalakítók felépítése, működése, jellemzőik és számításuk. Hangsugárzók alapfogalmai, jellemzése és szintézise, a leggyakrabban alkalmazott elektrodinamikus hangszóró alkalmazásának módjai különféle hangdobozokban. Mikrofonok felépítése, működései, típusai, jellemzőik és alkalmazásuk. A hangterjedés, hangvisszaverődés és hangelnyelés, valamint a hanggátlás és hangszigetelés fogalma, meghatározó tényezői, számítása és tervezése. A teremhangtan fizikai alapjai. Termek akusztikai tulajdonságai, hangtér-jellemző fogalmak. A hangterjedés befolyásolása műszaki eszközökkel: az akusztikai tervezés területei, lehetőségei és eszközei.

## Hangtechnika

(BMEVIHIMA12, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja azon tevékenységek alapvető ismereteinek elsajátítása, amelyeket a magát „hangmérnöknek” valló gyakorló szakembertől elvárnak. Különös hangsúlyt kapnak az élő hangosítás kérdései, ugyanis ezen a téren a legszembeötlőbb az ezzel foglalkozók műszaki tudásának a hiánya. A tantárgy kitüntetett célja, hogy a villamosmérnöki alapismeretekkel már rendelkező hallgatók tudásukat hangtechnikai ismeretekkel kibővítve képesek legyenek hangosítási ill. egyéb hangtechnikai feladatokat kompetens módon ellátni.
**Rövid tematika:** A hallgatók megismerkednek az analóg és digitális hangtechnika elemeivel (pl. mikrofon, keverőpult, hangsugárzók, effektek, stb.), rendszer- és méréstechnikájával; élő produkciók hangosítási kérdéseivel; a HiFi – PA (Public Addressed) – Stúdió rendszerek különbségeivel; a mobil hangosítás speciális kérdéseivel. Ezen túl olyan témák is előkerülnek, melyeket a mai (magyar) „hangmérnökök” nagyon ritkán és akkor is többnyire csak érintőlegesen ismernek, nevezetesen pl. teremakusztikai ill. épületakusztikai kérdések, melyek döntően befolyásolják, hogy a lesugárzott hang végső soron hogyan szólal meg, ill. mi hatol át a falakon, avagy milyen speciális hangtechnikai eszközökkel lehet a legjobb beszédérthetőséget biztosítani erősen visszhangos helyszíneken, stb.

## Videotechnika

(BMEVIHIMA13, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a digitális videotechnika kérdéseivel foglalkozik, kitérve a fontosabb stúdiójelkomponens formátumok, interfészek, és professzionális tömörítési eljárások részleteire. Bemutatja a videokamerák felépítését (CCD/CMOS érzékelők, optikai alapok, megvilágítás és expozíció fogalmai), és a kamerák legfontosabb jelfeldogozási lépéseit. Rendszertechnikai szinten bemutatja a korszerű videostúdiók felépítését és munkafolyamatait, kitérve egyes utófeldolgozási munkafolyatokra is (videoeffektusok, színkorrekciók, kulcsolás, stb.). A tantárgy röviden érinti a digitális mozi, és a digitális filmes munkafolyamatok egyes technikai részleteit is.
**Rövid tematika:** Színterek, videojelkomponensek, stúdió interfész formátumok, HDTV és UHDTV szabványok. Digitális mozi szabványok (DCI). Videotömörítési alapok, professzionális kodekformátumok. Videokamerák felépítése, CMOS/CCD érzékelők működésének alapjai, jellemzői. Jelfeldolgozási lépések a kamerán belül. Színkorrekciók, fehéregyensúly állítás, tónuskorrekciók, kulcsolás, egyéb videoeffektusok. Videóstúdiórendszertechnika, munkafolyamatok. A digitális filmforgatás munkafolyamatai és egyes technikai részletei.

## Stúdiótechnika laboratórium

(BMEVIHIMB03, 3. szemeszter, 0/0/2/f/4 kredit, HIT)

**A tantárgy célkitűzése:** a mellékspecializáció három tantárgyában megtanult elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazásának megismerése és elsajátítása laboratóriumban összeállított rendszereken, ill. valóságos üzemi körülmények között végzendő vizsgálatok, tesztek és mérések keretében.
**Rövid tematika:** Elektroakusztikai átalakítók (hangsugárzók és mikrofonok) vizsgálata és mérései. Hanggátlás és -elnyelés helyszíni vizsgálata, teremakusztikai méréstechnika. Környezeti zajok mérése és értékelése. Hallástréning, különböző hangtömörítési eljárások összehasonlítása. Hangfelvételi eljárások áttekintése, próbafelvételek készítése. Videotömörítési eljárások vizsgálata, videovágás, videotechnikai munkafolyamatok eszközeinek és módszereinek megismerése.

## VII.4.1.6 Intelligens robotok és járművek mellékspecializáció (IIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Intelligens robotok és járművek**
*(Intelligent Robots and Vechicles)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Irányítástechnika és Informatika Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** IIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Harmati István egyetemi docens (IIT)

**6. A specializáció célkitűzése:** Az ipari robotok további elterjedésével, a járműipar fejlődésével, valamint a szolgáltató robotikai megoldások iránti igény robbanásszerű bővülésével az autonóm viselkedésre képes intelligens robotikai rendszerek és ember nélküli mobilis egységek fejlesztésére fordított erőforrások stabil növekedést mutatnak és ez a tendencia tartós marad a következő évtizedekben is. A mellékspecializáció tárgyait sikeresen elvégző hallgatók megismerkednek a robotok és autonóm járművek felépítésével, modellezési és irányítási módszereivel, az autonóm viselkedéshez szükséges érzékelők és beavatkozók működésével és a kapcsolódó jelfeldolgozási technikákkal, a navigáció és a pályatervezés során alkalmazott korszerű módszerekkel, illetve a több autonóm egységből álló multiágensű rendszerek jellemzőivel és magas szintű irányítási stratégiáival. A megszerzett tudás birtokában a hallgatók képesek bekapcsolódni a szakterülethez kapcsolódó fejlesztési és kutatási tevékenységek teljes spektrumába.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Autonóm robotok és járművek | BMEVIIIMA12 |
| Navigáció és pályatervezés | BMEVIIIMA13 |
| Multiágensű rendszerek irányítása | BMEVIIIMA14 |
| Intelligens robotok és járművek laboratórium | BMEVIIIMB04 |

### Autonóm robotok és járművek

(BMEVIIIMA12, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy összefoglalja az ipari robotrendszerek és az ember nélküli, autonóm járművek modellezésének, irányításának és intelligens rendszertechnikai megvalósításának elméleti és gyakorlati alapjait. A tantárgy bemutatja a robotizált gyártórendszerek felépítését, a legelterjedtebb robot struktúrákat, a robotok programozásának tipikus lépéseit, modellalkotás elméleti alapjait és eszközeit, a pályatervezés módszereit. Megismertet az ipari és ember nélküli mobilis robotokban elterjedt irányítási módszerekkel illetve az irányítások valósidejű aspektusaival.
**Rövid tematika:** Mechatronikai alapok bemutatása. Irányított mechanizmus, pálya, feladat, végeffektor. Az irányítási hierarchia szintjei. Az embernélküli földi, légi és vízi robotok és járművek típusai és osztályozásuk (UGV, UAV, UMV). Denavit-Hartenberg alak. Robot transzformációs gráf. Direkt geometriai és inverz geometriai feladat megoldási módszerei. Differenciális mozgás. Parciális sebesség és szögsebesség, Jacobi-mátrix. Kinetikus és potenciális energia, inerciamátrix. Lagrange és Newton-Euler egyenletek. A dinamikus modell rekurzív és szimbolikus számítása. Járművek (autók, repülők, hajók) navigációjának hasonlósága. Robotkarok irányítási módszerei. Decentralizált kaszkád csuklóhajtások. A kiszámított nyomaték módszere. Statikus erő és nyomaték transzformálása. Hibrid pozíció és erő irányítás. Robotprogramozási nyelvek felépítése. Járművek optimális prediktív irányítása. Referencia robot, irányítás állapot-visszacsatolással. Hagyományos gépjárművek korszerű irányítási módszerei (steer-by-wire kormányzás, automatikus manővervégrehajtás, akadályelkerülés és parkolás).

## Navigáció és pályatervezés

(BMEVIIIMA13, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy bemutassa a járműnavigációban és járműirányításban általánosan alkalmazott navigációs és pályatervezési módszereket. A módszerek modern érzékelőket használnak, a tantárgy bemutatja ezek elméleti alkalmazhatóságát és gyakorlati problémáit is. A navigációs eljárások az ipari gyakorlatban széles körben alkalmazott szenzorfúziós eljárásokra épülnek. A tantárgyat sikeresen abszolváló hallgatók közre tudnak működni komplex navigációs rendszerek szenzorkészletének összeállításában, az algoritmusainak fejlesztésében és megvalósításában, továbbá az irányítások számára elengedhetetlen pályatervezési eljárások megvalósításában. Ismerik a navigáció és pályatervezés általános elveit, ezért hosszú távon hasznosítható készségekkel rendelkeznek, melyekkel képesek a jövőben megjelenő eszközök bevonására a navigációs és pályatervezési folyamatokba.
**Rövid tematika:** A navigációs probléma ismertetése, a navigáció definíciója. A gyakorlat számára fontos speciális esetek bemutatása. A navigációs során felhasznált szenzorok általános ismertetése. A MEMS gyorsulásmérő felépítése. A felépítésből következő szisztematikus és nem szisztematikus hibaforrások. A “mit mér a gyorsulásmérő?” kérdéskör és ennek következményei a navigációra nézve. A MEMS szögsebességmérő felépítése. Szenzorkalibrációs eljárások gyorsulásmérő és szögsebességmérő eszközök esetében. A GPS alapjai, a klasszikus GPS algoritmus működése. Differenciális GPS megoldások. Az SBAS működési elve. Nagypontosságú pozícionálást lehetővé tevő, vivőfázis mérésén alapuló differenciális GPS technikák. A LAMBDA algoritmus. Sztochasztikus állapotbecslési és szenzorfúziós eljárások alapjai, a Kalman-szűrő és a kiterjesztett Kalman-szűrő alkalmazási lehetőségei a navigációban.

## Multiágensű rendszerek irányítása

(BMEVIIIMA14, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy összefoglalja a korszerű kooperáló multiágensű rendszereken alapuló robotrendszerek jellemzőit, tárgyalja a konfliktussal terhelt környezetben a megvalósítandó cél által generált irányításelméleti problémákat és az optimális viselkedés megvalósításához szükséges döntéshozatal elméleti alapjait. A tantárgy ezen kívül bemutatja az ágensek hatékonyságát növelő csapatszervezés és formációban történő irányításának néhány korszerű megközelítését, valamint az ilyen rendszerek tervezésénél alkalmazható informatikai módszereket. A tantárgyat sikeresen abszolváló hallgatók közre tudnak működni multiágens robotrendszerek és mobilis robotok számítógépes irányító és navigációs rendszereinek tervezésében, a működéshez szükséges algoritmusok kifejlesztésében és megvalósításában.
**Rövid tematika:** Multiágensű rendszerek definíciója, dekomponált irányítási architektúrája. Megközelítési módszerek. Multiágensű rendszerek irányításának játékelméleti alapjai. Véges, végtelen, nulla összegű, nem nulla összegű, statikus, dinamikus játékok. Multiágensű robotrendszer mozgástervezése játékelméleti eszközökkel. Párhuzamos küldetések megoldása közös munkatérben, pályatervezés fix útvonalak mentén, pályatervezés független térképek alapján, korlátozás nélküli pályatervezés. Ütközéselkerülési stratégiák, forgalomoptimalizálás. Intelligens földi/vízi/légi járművek forgalomirányítása, ütközéselkerülési stratégiák, erőforrás optimalizálás. Formáció irányítási módszerek. Mobilis robotok, földi, vízi és légi járművek formációba rendezése, konvergencia biztosítása, a formáció hiba stabilizálása, viselkedésalapú formáció primitívekkel. Területbiztosítási, területfoglalási, feltérképezési stratégiák robotcsapattal. menekülő-üldöző játékok, Isaac-egyenlet, célpontkijelölő és optimális erőforrás megosztó algoritmusok, robotfoci stratégiák: Multiágensű rendszerek tanulása, heurisztikus módszerek.

# Intelligens robotok és járművek laboratórium

(BMEVIIIMB04, 3. szemeszter, 0/0/2/f/2 kredit, IIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy a hallgatók jártasságot szerezzenek az autonom robotok és járművek modellezésének, irányításának, navigációjának témaköreiben elsajátított ismeretek gyakorlati alkalmazásában. További cél, hogy a hallgatók megismerjék a robotika és a korszerű járműirányítás területén a kutatás-fejlesztési munka során alkalmazható korszerű hardver és szoftver eszközöket, programcsomagokat, szenzorrendszereket, valamint elsajátítsák azok hatékony használatát.
**Rövid tematika:** Autonóm robot érzékelő rendszere és irányítása. Identifikáció és gyors prototípustervezés. Robotkarok programozása, mozgásszabályozások vizsgálata, Vizuális visszacsatolás vizsgálata, Önkalibráló navigációs rendszerek vizsgálata, Objektumkövetés, Robotcsapat mozgásának koordinációja, kooperatív stratégiák elosztott implementálása.

## VII.4.1.7 Okos város mellékspecializáció (TMIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Okos város**
*(Smart City)*
**2. MSc specializáció:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** TMIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Vida Rolland egyetemi docens (TMIT)

**6. A specializáció célkitűzése:**
Bár a Smart City (okos város) koncepció néhány évvel ezelőtt még csak egy futurisztikus ötletnek tűnt, napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt helyeznek erre a területre, Európában és a világ többi fejlett régiójában egyaránt. Számos pilot rendszert már kiépítettek és tesztelnek, és a következő néhány évben ennek a területnek a támogatása drasztikusan növekedni fog. A mellékspecializáció célja az intelligens város koncepciójának és néhány kulcsfontosságú elemének (intelligens közlekedési rendszerek, szenzorhálózatok) a bemutatása, a hardware elemektől kiindulva, az infrastruktúra architektúrális, tervezési és megvalósítási kérdésein keresztül, a már létező vagy tervezett alkalmazásokig, szolgáltatásokig, illetve a létező pilot rendszerekig. A mellékspecializáció foglalkozik majd az intelligens környezet és a felhasználók közötti, új követelményekhez igazítandó ember-gép interfész kérdéseivel is, és külön hangsúlyt fektetünk a kontextus-függő és személyre szabott intelligens alkalmazások biztonsági és privacy aspektusaira is.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Szenzorhálózatok és alkalmazásaik | BMEVITMMA09 |
| Intelligens közlekedési rendszerek | BMEVITMMA10 |
| Ember-gép interfész | BMEVITMMA11 |
| Okos város laboratórium | BMEVITMMB04 |

### Szenzorhálózatok és alkalmazásaik (TMIT)

(BMEVITMMA09, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az intelligens környezetek (városok, munkahelyek, otthonok) „intelligenciája” nagymértékben köszönhető a különböző falakba, úttestbe ágyazott, vagy a felhasználók intelligens eszközeibe integrált és általuk hordozott szenzoroknak, melyek folyamatosan észlelik a fizikai világ történéseit, és azokról nyers adatokat rögzítenek, melyeket aztán egy hálózatba csatlakozva megosztanak. Az adatok feldolgozása után pedig a kinyert információkat hozzáadott értékű szolgáltatásként kapják vissza a felhasználók. A tantárgy betekintést nyújt a vezetéknélküli szenzorhálózatok szerteágazó témakörébe. Tárgyalja a – tipikusan – szerény erőforrásokkal rendelkező eszközökkel való adatgyűjtés, adatfeldolgozás és (ad-hoc) hálózati kommunikáció problémakörét, ismerteti a szükséges middleware szolgáltatásokat, illetve kitér a szenzorhálózatokkal kapcsolatos biztonsági és privacy kérdéskre is. Hangsúlyt kapnak a szenzorhálózatok fontosabb jelen és jövőbeni alkalmazási területei, különösen az intelligens környezetekhez (város, munkahely, otthon) köthető alkalmazások és szolgáltatások.
**Rövid tematika:** 1. Intelligens szenzorok hardver és szoftver architektúrái. Szenzor „mót”-ok hardver komponensei. Szenzor operációs rendszerek (TinyOS, nesC, MOS)
2. Kommunikációs protokollok: fizikai réteg, alvás-ébrenlét ütemezése, idő szinkronizálás; adatkapcsolati réteg, közeghozzáférés vezérlése (szenzor-MAC);
3. Hálózati réteg, energia- és helytudatos útvonalválasztás; attribútum alapú címzés, klaszterképzés; adatközpontú működés. Átviteli réteg (TCP-szerű, globális címzés nélküli, kis tárigényű protokollok). Alkalmazási réteg protokollok (SMP, TADAP, SQDDP protokollok)

4. Szenzorhálózati architektúrák. Szenzorhálózatok tervezési kérdései. Topológia konstrukció és menedzsment, egy- és többugrásos kommunikáció, energiatakarékosság, topológia-kontroll.
5. Esemény-, idő- és lekérdezés alapú vezérlés. Adat-aggregáció hálózaton belül. Mobilitás szenzorhálózatokban, bázisállomás vs. szenzor mobilitás, virtuális mobilitás
6. Lokalizáció és nyomkövetés szenzorhálózatokban, helytudatos működés
7. Szenzorhálózatok modellezése, szimulációs eszközök (tossim). Szabványosítási kérdések (IEEE 802.15.4, ZigBee)
8. Szenzorhálózatok biztonsága. Biztonságos adattovábbítás szenzorhálózatokban. Kritikus infrastruktúra. Infrastruktúra védelme. Elosztott támadások és védekezés.
9. Érzékeny adatok a szenzorhálózatokban. Szenzor adatok nyilvánossága. Jogosultsági kérdések. Felhasználók azonosítása és nyomonkövetése. Anonimitás a szenzorhálózatokban..
10. Tipikus szenzorhálózati alkalmazási területek, esettanulmányok – intelligens város, pilot projektek (Smart Santander, Yokohama, stb).
11. Crowdsourcing és crowdsensing alkalmazások. Ösztönző mechanizmusok.
12. Esettanulmányok – Intelligens munkahely
13. Esettanulmányok – intelligens otthon projektek.
14. Kitekintés – „intelligens por”, tárgyak internete

## Intelligens közlekedési rendszerek

(BMEVITMMA10, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja, hogy bemutassa az intelligens közlekedési rendszerek alapjait, elsősorban a kommunikációs hálózatok szempontjából. Hangsúlyos szerepet kap a járművek közti kommunikáció (pl. mobil ad hoc hálózatok), mely lehetővé teszi, hogy olyan önszerveződő és elosztott kommunikációs rendszereket építsünk, amelyek túllépnek a hagyományos fix infrastruktúrájú mobil rendszerek (pl. GSM) korlátain. Általuk lehetővé válik olyan, nagy kiterjedésű és relatív nagy mobilitású hálózatok kialakítása, ahol az egyéni eszközök csak korlátozott lefedettséggel rendelkeznek, viszont képesek kommunikálni a rendszerben lévő bármely más eszközzel. Ezen kívül kitérünk a járművön belüli (inter-vehicle) kommunikációra, a globális pozicionáló rendszerekre, illetve hangsúlyt fektetünk a járművek és az intelligens környezet, a kiépített infrastruktúra közötti (vehicle-to-infrastructure) kommunikációra is. Ugyanakkor megismertetjük a hallgatókat az intelligens közlekedési rendszerekhez köthető legfontosabb alkalmazásokkal (dugófigyelés, baleset megelőzés, beltéri és kültéri parkolás, flottakövetés, intelligens közösségi közlekedés, e-útdíj, dugódíj, kooperatív rendszerek, stb.)
**Rövid tematika:** 1. Ismerkedés a közlekedési informatikai rendszerekkel, az ITS (Intelligent Transportation System) koncepció bevezetése. Globális Helymeghatározó Rendszerek (GPS, EGNOS, GLONASS, GALILEO) működési elveinek bemutatása alkalmazásokon keresztül.
2. Autón belüli kommunikációs technológiák bevezetése. Speciális szenzorok bemutatása alkalmazásokon keresztül. Hőmérséklet, Páratartalom, Odométer, Tachometer, Nyúlásmérő bélyeg, Radar, stb.
3. Autók közötti kommunikációs technológiák és intelligens protokollok. VANET (Vehicular Ad hoc Networks) hálózatok. Speciális mobilitás modellek, útválasztó és csoportformáló protokollok. Geográfiai alapú útválasztás, előnyök, hátrányok, és alkalmazhatóság. Hibrid kommunikációs megoldások.
4. V2V - Vehicle to Vehicle - Járművek közti kommunikáció és információterjesztés speciális protokolljai és üzenetterjesztő algoritmusai (ODAM, SPACE, SOTIS, stb.). Intelligens elárasztás, pletykálás.
5. Legfontosabb intelligens közlekedési alkalmazások bemutatása. Aktuális közlekedési információk gyűjtése és terjesztése kooperatív járművek segítségével (Waze). Rövid ismertetése a web2 és GeoWeb technológiáknak valamint a közlekedési információs rendszerek és közlekedés monitorozási technológiák bemutatása. A Floating Car Data kifejezés és technológia bevezetése.
6. Automatikus díjbeszedés a közlekedési rendszerekben. Sikeres kutatási projektek a témában. Működési modellek és alkalmazási példák. Nemzetközi projektek céljainak és eredményeinek ismertetésére (FleetNet, RuBENS, C2C, PREVENT, stb.)
7. Intelligens beltéri és kültéri parkoló rendszerek, közösségi alapon működő megoldások, ösztönző mechanizmusok.

8. Modellezés és szimuláció. Számos szimulátor és gyakorlati modell bemutatása, illetve a különböző típusú szimulátorok (forgalmi-, hálózati-, stb.) ötvözésének lehetőségei.
9. Térinformatikai Információs Rendszerek. GIS (Geographic Information Systems) Digitális térképek létrehozási módjai.
10. Az intelligens közlekedési rendszerek biztonsági kérdései. Hitelesítés VANET hálózatokban. Nyomon követés. Jogosultsági kérdések. Anonimitás. Biztonságos kommunikáció. Biztonságos helymeghatározás.

## Ember-gép interfész

(BMEVITMMA11, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja megismertetni a hallgatókkal a vizuális és beszéd interfész technológiákat az ember-gép kapcsolatban (HCI), külön hangsúlyt fektetve az intelligens környezetekben (város, otthon, munkahely) működő alkalmazások és szolgáltatások személyre szabott, hely- és környezetfüggő interfészeire. A tantárgy keretén belül részletes bemutatásra kerülnek a felhasználói interfész elemei, a szoftver-ergonómia alapelvei, a szoftverek ergonómiai szempontból történő kiértékeléseinek módszerei. Az elméleti témakörök ismertetésével párhuzamosan gyakorlatok keretében is feldolgozzuk az anyagot. Ezenkívül a hallgatók gyakorlati feladatok megoldásával igazolják a témakörben szerzett jártasságukat. A kurzus végére a hallgatók megtanulják a felhasználói interfész tervezéséhez, teszteléséhez, minősítéséhez szükséges alapelveket, hogy azt majd gyakorlatban is alkalmazhassák a későbbi munkájuk folyamán
**Rövid tematika:** Bevezetés**,** alapfogalmak, definíciók. Ember és környezete közti modalitás típusok, beszéd interfész, vizuális interfész, taktilis interfész, multimédia HCI. Interfész modalitások együttes kezelése és szinkronizálása, beszédinterfész, beszédkommunikáció. Vizuális interfész, iteratív tervezés alapelvei, iteratív tervezés módszerei. Felhasználói interfész technikák, irányelvek, aranyszabályok a tervezésben. Felhasználói interfész alapelvek és példák, menürendszer, szöveg dialógus, grafikus interfész, interfész a weben, dialógus rendszerek, intelligens környezet. Felhasználói interfész mobil eszközökön, általános alapelvek, operációs rendszer-függő kérdések, modalitás-függő kérdések. Tervezési irányelvek (design guidelines), fókuszcsoport módszer, conjoint analízis, design space analízis, GOMS modell. Honlapok használhatósága, különleges felhasználói felületek (pl. multimédia, groupware), mindenki számára használhatóság (W3C WAI). Felhasználói interfész kiértékelés, kiértékelés kritériumai, kiértékelési eljárások, intelligens környezetek, hely- és környezetfüggő interfészek, alkalmazkodás egyéni igényekhez. Felhasználói interfész esettanulmányok.

## Okos város laboratórium

(BMEVITMMB04, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése az Okos város koncepció megvalósítását támogató hardware és szoftver architekturális építőkövek széles spektrumából néhány reperezenténs elem bemutatása, ezek segítségével rendszerszintű mérések megtervezése és elvégzése, esettanulmányok kiértékelése.
**Rövid tematika:** Intelligens közlekedési rendszerekkel kapcsolatos szimulátorokkal való ismerkedés, pl. Open DS driving simulator, MatSim.
Arduino mikrokontroller modulok programozása, fejlesztőkörnyezet használata. Arduino modulok illesztése. Szenzorok olvasása, hálózatkezelés mikrokontrollerrel. Vezetéknélküli kommunikáció szenzormodulok között. Szenzoradatok küldése IoT felhőbe.
Autós szenzor adatok kinyerése és feldolgozása Bluetooth-os OBD2 adapteren keresztül, a Torque Android app használata, kiterjesztése.
Az okostelefon mint AR kijelző, Google Glass mint új típusú ember-gép interfész. T-City virtuális idegenvezető.

## VII.4.1.8 Optikai hálózatok mellékspecializáció (HVT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Optikai hálózatok**
*(Optical Networks)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** HVT, TMIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Gerhátné Dr. Udvary Eszter egyetemi docens (HVT)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A korszerű hírközlési feladatok megvalósítása manapság már elképzelhetetlen az optikai átvitel alkalmazása nélkül. Napjaink nagysebességű kommunikációs rendszerei (szélessávú internet, mobil távközlés, LTE, digitális média szolgáltatás, stb.) mögött szinte mindig megtalálható valamilyen formában az optikai hálózat. Éppen ezért minden villamosmérnök számára hasznos és fontos a fényt használó átviteli hálózatok eszköz- és rendszerszintű ismerete. A specializáció célkitűzése a modern fénytávközlő eszközök, rendszerek és hálózatok működési és tervezési kérdéseinek alkalmazásszintű ismertetése.
A specializáció három tárgya három különböző szempontból járja körbe az optikai hálózatok területét. Az optikai hálózatok elemei című tantárgy az alkalmazott eszközökkel ismerteti meg a hallgatókat. A Fénytávközlő rendszerek és alkalmazások tantárgy a már megismert eszközökből felépülő rendszerek, hálózatokat fizikai rétegét mutatja be. A mellékspecializáció harmadik tárgya pedig a felépülő hálózati architektúrákat tekinti át.
A tárgyak gyakorlatai lehetőséget biztosítanak az optikai távközlési eszközök és rendszerek szimulációs módszereinek elsajátítására. A laboratóriumi munka során a hallgatók optikai méréstechnikai gyakorlatra tesznek szert.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Optikai hálózatok elemei | BMEVIHVMA05 |
| Fénytávközlő rendszerek és alkalmazások | BMEVIHVMA06 |
| Optikai hálózati architektúrák | BMEVITMMA12 |
| Optikai hálózatok laboratórium | BMEVIHVMB03 |

### Optikai hálózatok elemei

(BMEVIHVMA05, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az optikai távközlő hálózatok eszközeivel, építőelemeivel ismerteti meg a hallgatókat. A tantárgy célja az alkalmazott eszközök tulajdonságainak leírása, ezek alapján rendszertechnikai szintű méretezés megtanítása, a méréstechnikai irányelvek és megoldások, illetve a korszerű kommunikációs alkalmazási lehetőségek megismertetése. Áttekintést ad az optikai átviteli rendszerekben alkalmazott passzív és aktív elemek felépítéséről, működéséről és távközlési szempontból fontos karakterisztikáikról.
**Rövid tematika:** Optikai átviteli közeg, Optikai adó, Alkalmazott modulációk, Optikai vevő, Passzív optikai eszközök, Optikai erősítők, Optikai szűrők, Optikai kapcsolók, Hangolható optikai eszközök, Többcsatornás rendszerek elemei.

## Fénytávközlő rendszerek és alkalmazások

(BMEVIHVMA06, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** Az Optikai hálózatok elemei tárgyban megismert eszközökből felépülő rendszerekkel ismerteti meg a hallgatókat. A tantárgy áttekintést ad az egycsatornás, pont-pont összeköttetéstől, a jelen és jövő többcsatornás, nagysebességű gerinchálózatainak felépítéséig, a maghálózattól a hozzáférési hálózatokig, illetve olyan speciális területekről is, mint a Radio over Fibre vagy a látható fénnyel történő kommunikáció. A tantárgy hallgatói jártasak lesznek az optikai hálózatok fizikai rétegének tervezési feladataiban.
**Rövid tematika:** Optikai hálózatok fizikai rétege, Egycsatornás rendszerek csillapítás és diszperzió mérlege, Többcsatornás rendszerek, Optikai gerinchálózatok, Nagysebességű rendszerek, Koherens optikai átvitel, Optikai hozzáférési hálózatok, FTTX rendszerek, Radio over Fibre rendszerek, Szabadtéri optikai összeköttetés, Intelligens világítótestek, Kábeltelevízió rendszerek, Digitális műsorszóró rendszerek

## Optikai hálózati architektúrák

(BMEVITMMA12, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A mellékspecializáció harmadik tárgyaként a már megismert hálózati elemekből épülő hálózati architektúrákat ismertetjük. A tantárgy áttekinti a hozzáférési-metro-gerinc hálóztok tervezését, felépítését, működését, üzemeltetését és vezérlését többrétegű és többtartományos architektúrákra is, beleértve útvonalválasztási, hálózatvédelmi és forgalomirányítási kérdéseket is. Kitérünk az optikai hálózatok matematikai modellezésére is ami a fenti funkciók megértését, megtervezését és megvalósítását teszi lehetővé. Jelenleg is optikai hálózatokkal szállítjuk a forgalom zömét, de a jövő Internet miatt még nagyobb kapacitás és rugalmasság szükséges - ezért kellenek az új megoldások - és az optika még közelebb megy az előfizetőhöz.
**Rövid tematika:** Kapcsolt optikai hálózatok, többrétegű optikai alapú hálózatok, internet optikai szállítóhálózat felett, Optikai hálózatok tervezési és méretezési kérdései, Optikai hálózatok üzemeltetési kérdései, Optikai hálózatok védelme meghibásodás ellen, Optikai virtuális hálózatok, Úthosszt és útvonalválasztást befolyásoló fizikai hatások, Rugalmas forgalom és rugalmas spektrum, Optikai hozzáférési hálózatok tervezése, költség-optimalizálása és elemzése

## Optikai hálózatok laboratórium

(BMEVIHVMB03, 3. szemeszter, 0/0/2/f/2 kredit, HVT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célja a mellékspecializáció tantárgyak ismeretanyagának elmélyítése. részletes specifikáció és előre kiadott segédanyagok alapján.
**Rövid tematika:** Optikai távközlés elemei, Optikai hullámvezető, Üvegszálak, csillapítás vizsgálat, Direktmodulált lézeradó vizsgálata, Optikai vevő mérése, Külső modulátorok vizsgálata, Optikai csatlakozó szerelés, szálhegesztés, DWDM rendszer vizsgálata 1-2, CATV-jelek továbbítása optikai hálózatokon.

## VII.4.1.9 Programozható logikai áramkörök alk.technikája m.spec. (MIT)

**1. A specializáció megnevezése:** **Programozható logikai eszközök alkalmazástechnikája**
*(Application of Field Programmable Gate Arrays)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
**4. Oktató tanszékek:** MIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Fehér Béla egyetemi docens (MIT)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A programozható logikai áramkörök (FPGA-k) jelentősége az elektronikai rendszerfejlesztés minden területén növekszik. Általános realizációs platformot kínálnak a komplex digitális eszközök, nagyteljesítményű beágyazott rendszerek, multiprocesszoros SoC megoldások, nagysebességű kommunikációs berendezések, és digitális jel/kép/video feldolgozó funkcionális egységek számára. Az újrakonfigurálható hardver a nagy számítási igényű feladatok jelentős részében nagyságrendi gyorsítási lehetőséget biztosít jelentős energiahatékonyság mellett. A közvetlen, feladatorientált számítási architektúrák a nagyfokú párhuzamosíthatósággal és a nagy sávszélességű interfészekkel extrém műveletvégzési teljesítményű HW gyorsító egységek tervezését biztosítják különböző tudományos és gyakorlati alkalmazásokban. A legújabb generációs eszközök a heterogén felépítésük következtében hatékonyan támogatják a legkedvezőbb HW-SW dekompozíció kiválasztását, a különböző tervezési követelmények érvényesítését. Az eszközök hatékony alkalmazása megköveteli a legkorszerűbb tervezési, fejlesztési technológiák, CAD módszerek, és eszközök megismerését. Az integrált fejlesztőrendszerek a tervezési specifikációtól, a magasszintű a feladatmegfogalmazáson át a szimulációs, implementációs és ellenőrzési, hibakeresési folyamaton keresztül minden fázisban a tervezési technológia legmodernebb módszerit biztosítják. Az összetett rendszerek kompozíciójában jelentős az IP alapú építkezés, a verifikációs ciklusban az UVM és akár a HIL tesztelés. A programozható logikai áramkörök használata a hazai elektronikai fejlesztésekben egyre jelentősebb és ez fokozódó igényt jelent a területen jártas tervezőmérnökök iránt.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Logikai tervezés | BMEVIMIMA13 |
| Mikrorendszerek tervezése | BMEVIMIMA14 |
| Heterogén számítási rendszerek | BMEVIMIMA15 |
| FPGA tervezői laboratórium | BMEVIMIMB04 |

### Logikai tervezés

(BMEVIMIMA13, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a logikai rendszerek tervezésének általános szempontjait, a terület ismeretéhez szükséges eszközöket és módszertanokat mutatja be. Megismerteti a hallgatókat a digitális rendszertervezés korszerű módszereivel, bemutatja a modern, nagybonyolultságú, felhasználó által programozható logikai áramköröket, demonstrálja a korszerű tervező környezetek szolgáltatatásait, és ezek hatékony használatát. Az oktatási cél a megfelelő eszközkészlet és módszertan bemutatásán túl a mérnöki alkotó tevékenység különböző fázisainak bemutatása a probléma megfogalmazásától a rendszermodell kidolgozásán át a konkrét architektúrák specifikációján keresztül az egyedi funkcionális egységek megvalósításáig és ellenőrzéséig. A tervezési módszereket a széles körben elterjedt, ipari szabványnak tekinthető eszközkészlet használatával konkrét tervezési példán keresztül ismertetjük. Az elméleti ismereteket így közvetlen gyakorlati tapasztalatok is kiegészítik, ill. elmélyítik..
**Rövid tematika:** Rendszermegvalósítási lehetőségek, technológiai áttekintés. Általános célú elemek és használatuk előnyei: CPU, memória, PLD, FPGA. A programozható logikai eszközök bevezetése. A

tervezési és implementációs folyamat fontosabb lépéseinek rövid áttekintése. Egy korszerű tervezési környezet használata, projekt előkészítés, tervezési adatok specifikálása. Specifikáció megadása, forrásnyelvi leírás, blokkdiagram szerkesztés. Funkcionális ellenőrzés szimulációval. Tervezési előírások, implementációs megkötések előírása, és teljesíthetőségük vizsgálata. A tervezőrendszer működésének ellenőrzése, riportfájlok értékelése. A Verilog és VHDL hardver leíró nyelvek kialakulása, használata és elterjedése. A rendszer komplexitás és kezelhetőségének kapcsolata a tervezői eszközök tulajdonságai alapján. A leírás aspektusai: a viselkedési és strukturális leírás. A Verilog és VHDL nyelvek részletes ismertetése, a nyelvi szabályok, struktúrák, szintaktika bemutatása. A nyelv használata a szimulációs technológiában. Az általános digitális funkcionális elemek leírási módjai a nyelv eszközkészletével. A szintézis paradigma. A konkurens programozási modell értelmezése, a hardver komponensek párhuzamos működése. A regiszter transzfer modell és használata. A beágyazott tesztelés technológiája. Szintetizálható tesztkörnyezet használata a fejlesztés és bemérés során. Algoritmikus tesztgenerátorok, funkcionális buszmodellek. Processzor alapú tesztminta generátorok. A logikai analizátor funkció használata az FPGA áramkörök mérése esetén.

## Mikrorendszerek tervezése

(BMEVIMIMA14, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy az egyetlen áramkörön megvalósított, komplex mikrorendszerek (SoC) tervezési és fejlesztési kérdéseivel foglalkozik. A beágyazott rendszereknek különböző területeken, igen széles teljesítmény és műszaki követelmény skálán kell megfelelniük az alkalmazási elvárásoknak. A többdimenziós tervezési tér egy-egy pontja lefedhető a szokványos kereskedelmi komponensek szokásos alkalmazásaival, melyeket a rendszerek szoftver rétegei tesznek feladat-specifikussá és költség-hatékony megoldássá. A magasabb szintű követelmények kielégítése azonban az esetek többségében nem nélkülözheti a problémára optimalizált feldolgozó egységek kialakítását, a rendszer hardver és szoftver komponenseinek platform alapú, de egyedi vonásokat hordozó tervezését. Az egyetlen nagybonyolultságú áramkörön történő tervezés olyan rendszertechnikai megoldások alkalmazását teszi lehetővé, amik igen széles követelményskála mellett megfelelő teljesítőképességű rendszereket eredményeznek. A SW rétegek kialakítási lehetőségei, futtatókörnyezetek, operációs rendszerek.

**Rövid tematika:** A mikrorendszerek felépítésének általános modellje programozott eszközök alkalmazásával. A rendszerfelépítés modelljei, a SW-HW szétválasztás lépései. A SW modell motorja: a konfigurálható mikroprocesszoros vezérlő. Általános célú beágyazott mikroprocesszorok (utasításkészlet, működési modell, adatstruktúra, SW támogatás). Dedikált mikroprocesszor struktúrák (speciális utasítások, protokoll processzorok). Az alkalmazásspecifikus funkcionális egységek adatfolyam tervezésének lépései. A mikrorendszer gerince: a rendszerbusz architektúra. Fontosabb buszstruktúrák áttekintése és elemzése (CoreConnect, Avalon, AMBA, Whisbone). Busz architektúrák elemzése: komplexitás, támogatás, teljesítmény, kompatibilitás, előnyök, hátrányok. A funkcionális modulok alkalmazása a tervezésben: specifikáció, megvalósítás, rendszerbe integrálás. A VC (Virtual Component) és az IP (Intellectual Property) alapú tervezés specifikációs, implementációs és alkalmazási kérdései. Fontosabb rendszerelemek áttekintése (CPU-k, memóriavezérlők, MMU, arbiterek, interfészek). Fejlesztési eszközök: Szimulátorok, busz funkcionális modellek, teszt generátorok. Firmware és szoftver fejlesztési eszközök (utasításkészlet modell, beágyazó környezet modell). A szoftverkörnyezet kialakítási lehetőségei: egyedi szoftver, minimális futtató környezet, általános operációs rendszer. A Linux használata beágyazott rendszerekben. A fontosabb FPGA gyártók által támogatott rendszermegoldások ismertetése (Altera, Lattice, MicroSemi, Xilinx).

## Heterogén számítási rendszerek

(BMEVIMIMA15, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a modern SRAM technológiájú FPGA eszközök nagyteljesítményű számítási alkalmazásait ismerteti, lefedve mind a jelfolyam alapú valósidejű digitális jel/kép/video feldolgozási, mind az általános célú számítástechnikai alkalmazásokat. Ismerteti a feladatok hardveres megoldásainak előnyeit, a nagysebességű párhuzamos és pipeline műveletvégzők tervezési kérdéseit, a komponens és modell alapú tervezési módszereket. Bemutatja az újrakonfigurálható társprocesszor alapú rendszermegvalósítások előnyeit a speciális tulajdonságok kiaknázásának lehetőségeit. Ismerteti a statikus és dinamikus újrakonfigurálás technológiáját, az általános célú és konfigurálható processzorok használatával kialakítható nagyteljesítményű rendszerek számítási és adatmozgatási teljesítményoptimalizálásának kérdéseit a tipikus alkalmazási területek követelményei alapján. Az általános célú heterogén nagyteljesítményű beágyazott rendszerek multicore CPU, GPGPU és FPGA típusú feldolgozó egységeinek együttes használatai módszereinek bemutatása, szoftverfejlesztési technológiák: CUDA, OpenCL.
**Rövid tematika:** A nagyteljesítményű számítástechnikai terület hagyományos megoldásai: párhuzamos szuperszámítógépek, számítógép clusterek, grid alapú megoldások. Fontosabb felhasználási lehetőségek: Kutatások, pénzügyi adatfeldolgozás, geofizikai számítások, bioinformatika, védelmi kutatások. Problémák: költség, megbízhatóság, teljesítmény igény, elhelyezés, hűtés. Alternatív megoldások: Multi core CPU, grafikus CPU, speciális párhuzamos processzorok, FPGA alapú rendszerek. Alternatív programozási modellek keresése: a szoftver megoldás flexibilitásának kombinálása a hardver nagy teljesítőképességével az FPGA-ra alapuló számítási hálózatok alkalmazásával. Általános párhuzamosítási lehetőségek: végrehajtási idő, feldolgozási képesség, hatékonyság, granularitás. Az Amdahl törvény. A párhuzamos és multi core programozási paradigma. Speciális gyorsítóeszközök áttekintése: A GPGPU általános jellemzői, műveleti támogatás, előnyök, hátrányok. A CUDA fejlesztési technológia. Az FPGA alapú újrakonfigurálható hardver eszközök. Az FPGA általános tulajdonságai, az SRAM technológiájú eszközök jellemzői. FPGA alkalmazások fejlesztési technológiája. Általános célú és jelfeldolgozási célú algoritmikus eszközök, időbeli és térbeli párhuzamosítási lehetőségek. A magasszintű HW tervezés korszerű módszerei: a HDL nyelvek, a grafikus modul generátorok és szoftver alapú specifikációs és szimulációs eszközök (VHDL, Verilog, MATLAB System Generátor, OpenCL, Vivado HLS, SystemC). Referencia rendszerek, példa megoldások áttekintése.

## FPGA tervezői laboratórium

(BMEVIMIMB04, 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy a laboratórium keretében konkrét tervezési projektek megvalósításán keresztül segíti a tématerülethez tartozó ismeretek gyakorlati elsajátítását. A laboratóriumi foglalkozások során részben tematikus feladatok, tervezési lépések elvégzése, részben önálló specifikáción alapuló tervezés végrehajtása történik. A feladatok a mellékspecializáció tárgyak során bemutatott módszereket felhasználva segítik a problémamegoldási, hibakeresési és tesztelési készségek fejlesztését.
**Rövid tematika:** Alapvető digitális funkcionális egységek tervezése, realizálása, tesztelése. Egyszerű processzoros rendszer kialakítása, interfészek specifikálása, realizálása, tesztelése. Alkalmazásfejlesztés lágyprocesszoros rendszeren. Egyedi nagyteljesítményű számítástechnikai feladat realizációja, heterogén számítási architektúra kialakítása. A hardver és szoftver modulok kialakítása, párhuzamosítás, adatkommunikáció és szinkronizáció megtervezése. Modellalapú tervezési eszközök, környezetek bemutatása, gyakorlat a magasszintű eszközök kezelésében.

## VII.4.1.10 Smart Systems Integration mellékspecializáció (EET)

**1. A specializáció megnevezése:** **Smart Systems Integration**
*(Smart System Integration)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** Elektronikus Eszközök Tanszéke
**4. Oktató tanszékek:** EET
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Rencz Márta egyetemi tanár (EET)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A mellékspecializációon mikro, nano és biorendszerek és komponensek integrációjával előállított önálló, összetett funkcióval bíró ún. Smart Systems („intelligens eszközök”) technológiai és tervezési kérdéseit ismerhetik meg a hallgatók. Az ilyen rendszerek az élet minden területén megtalálhatók, de stratégiai jelentőséggel bírnak a mobileszközök (pl. giroszkópok), az autóipar (pl. légzsáknyitó rendszer) és az orvostechnika (pl. chipméretű laboratóriumok) területén.
A mellékspecializáció tananyaga az Európai Unió által támogatott, skóciai és norvégiai partnerintézetekkel közösen futó Smart Systems Integration Erasmus Mundus mesterképzés része. A program három területre fókuszál: gyártástechnológia, magas szintű tervezés, illetve Smart Systems alkalmazások. A közös tárgyak oktatási nyelve angol, a hallgatóknak lehetőségük van a nemzetközi hallgatókkal közösen dolgozni, illetve lehetőségük nyílik a legújabb ipari tervezőszoftverek használatának elsajátítására. A képzést a második félévben kiegészíti a magyar nyelvű „Áramköri környezet kialakítása” című tárgy, ami a tokozott integrált rendszer tágabb áramköri környezetének kialakításával foglalkozik. A harmadik féléves laboratóriumi tárgyban a hallgatók projekt munka keretében végzik el egy teljes Smart System (a mikroelektromechanikai szenzor, a kiolvasó elektronika és a digitális jelfeldolgozásért felelős áramkör) megtervezését.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Fundamentals of Smart Systems | BMEVIEEMA04 |
| System Level Design | BMEVIEEMA05 |
| Circuit Environment | BMEVIEEMA06 |
| Smart Systems Design Laboratory | BMEVIEEMB00 |

### Fundamentals of Smart Systems

(BMEVIEEMA04, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

**Aims of the course:** The course aims to develop a detailed knowledge and critical understanding of Smart Systems technologies and the physics of MEMS devices. A significant range of principal and specialist skills will be developed in the fields of Smart Systems manufacturing technology, and its applications in MEMS and bio-MEMS devices. During the laboratory work the students are getting familiar with the numerical modelling and analysis by the use of a cutting edge simulation tool.
**Syllabus:** The concept of an Integrated Smart System. MEMS technology: micromachining concepts, CMOS compatibility, integrated sensors, packaging, commercially available processes. MEMS applications: fundamentals of statics and thermodynamics in microsystems, electromechanical and electrothermal microsystems. BioMEMS: fundamentals of microfluidics: laminar flow, mixing, flow focusing. Droplet microfluidics: fundamentals and applications. Lab-on-a-Chip devices: Point-of-Care. Physical methods: sorting and counting techniques. Biosensors in LoC devices: physical, electrochemical, electronic and optical methods. DNA manipulation techniques, Next Generation Sequencing (NGS)

## System Level Design

(BMEVIEEMA05, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

**Aims of the course:** This course gives a wide coverage of the most important hardware description languages (VHDL, VHDL for Analog and Mixed Signal (AMS), System C) for modelling and constructing digital and analog systems. The types of the programmable devices and the related integrated development environment are discussed in depth. The course presents the questions and methodologies of hardware-software co-design, virtual components, intellectual property and system synthesis.
**Syllabus:** MSI design elements. Logic design methods: phase registers, microprogramming. Microprocessors, computer architecture: memory, peripherals, bus systems. Abstraction Levels in the Digital System Modeling, Gajski-Kuhn Y-diagram, top-down and bottom-up design approaches. Testing and verification concepts, Design for testability. SystemC. VHDL based circuit design – design hierarchies, abstraction levels, language elements, objects and containers. Description of analog and mixed-mode systems: VHDL AMS: introduction, continuous time concepts, frequency domain and noise modeling.

## Áramköri környezet kialakítása

(BMEVIEEMA06, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a tokozott intelligens eszközöket működtető környezet tervezésének és kialakításának módszereivel, a tervezéshez szükséges különböző szoftver eszközökkel, a modern fejlesztő- és különböző fizikai szimulációs rendszerekkel. Részletesen tárgyalja a tervezés, tesztelés és szimuláció egyes lépéseit. Ismereteket ad ezek ipari alkalmazási módszereiről. Áttekintést nyújt a szimulációk és a különböző fizikai jelenségek matematikai és fizikai hátteréről.
**Rövid tematika:** Az áramköri környezet fogalma, határai, áramköri környezet tervezésének, megvalósításának kérdései: SiP, SoP, MCM, 3D stacked IC, TSV. Tokozások parazita hatásainak vizsgálata RF, termikus és egyéb fizikai szempontok alapján: IBIS modell, Delphi modell, 2R modell. Hűtési technikák, mikrocsatornás hűtőeszközök, ezek karakterizációja. Termikus tranziens tesztelés, LED-ek multidomén karakterizációja, termikus határfelületi anyagok minősítése. Elektromágneses kompatibilitás. Egy komplett termékfejlesztése bemutatása: a fejlesztés menete, tesztek, menedzsment. Megbízhatósági vizsgálatok, külső környezet hatásainak a vizsgálata a kész eszközre. Nagyfrekvenciás összeköttetések elektromágneses szimulációja, méretezése, a jelintegritás kérdései (a gyakorlatokon RF NYHL tervezés és szimuláció).

## Smart Systems Design Laboratory

(BMEVIEEMB00, 3. szemeszter, 0/0/2/f/2 kredit, EET)

**Aims of the subject:** The laboratory practice covers the complete design flow of IC and MEMS co-design. A workgroup of students are designing a Smart System solution including MEMS sensors and actuators and the relevant CMOS circuitry. The laboratory practice is built on the lecture course of System Level Design. Up to date industry standard software CAD tools are utilized thanks to the EU and international support.
**Syllabus:** Introduction to analog design: Analog schematic editor, DC, AC, transient type simulations. VHDL-Based RTL Design and Functional verification. From RTL to Silicon – Synthesis and Timing Simulation. Reduced order modeling: APDL linking, model preparation, solution analysis, generate & use pass, Using VHDL-AMS solutions in multidomain analysis.
Project work: The design of a complete integrated smart system

## VII.4.1.11 Nukleáris rendszertechnika mellékspecializáció (VIK)

**1. A specializáció megnevezése:** **Nukleáris rendszertechnika**
*(Engineering of Nuclear Safety)*
**2. MSc szak:** villamosmérnöki
**3. Specializációfelelős tanszék:** VIK
**4. Oktató tanszékek:** NTI, MIT
**5. Specializációfelelős oktató:** Dr. Vajk István egyetemi tanár (AUT)

**6. A specializáció célkitűzése:**
A Paks II erőmű építése során számos olyan villamosmérnök szakemberre lesz szükség, akik nukleáris alapismeretekkel is rendelkeznek. A mellékspecializáció célja, hogy a specializációt választó villamosmérnök hallgatók megszerezzék azokat az ismereteket, amelyek megkönnyítik, hogy hatékonyabban tudjanak részt venni az erőműnek és kiszolgáló rendszereinek tervezési, kivitelezési és üzemeltetési feladataiban. A specializációban megszerezhető kompetenciák: Nukleáris fizika alapjainak áttekintő ismerete. Az atomerőművek működési elvének, az erőmű felépítésének, fő funkcionális elemeinek, primer és szekunder köri elemeinek megismerése. Ismeretek szerzése a nukleáris méréstechnika területén. A nukleáris biztonsági szabályzat, a nukleáris létesítményekre vonatkozó követelmények (felelősség, biztonsági célok, mélységben tagolt védelem, biztonsági politika…) hazai és nemzetközi szabályozása. A biztonságra tervezés alapjai, biztonsági osztályok, speciális tervezési követelmények. Kiemelten fontos villamos és irányítástechnikai rendszerek és komponensek tervezése. A specializációban szereplő tárgyakat teljesítő hallgatók nukleáris szakképzettséget elismerő tanúsítványt kapnak diplomájuk mellékleteként.

A specializáció tantárgyainak listája:

| Tantárgy neve | Tantárgykód |
|---|---|
| Nukleáris alapok mérnököknek | BMETE80MV02 |
| Termohidraulika és reaktorbiztonság | BMETE80MV01 |
| Kritikus beágyazott rendszerek | BMEVIMIMA16 |
| Atomerőművi technológiák | BMETE80MV00 |

A mellékspecializáció 4 tantárgya szorosan kapcsolódik egymáshoz, a negyedik tantárgy (Atomerőművi technológiák) a mellékspecializáció-laboratórium megfelelője a tantárgyblokkban.

*Azok a hallgatók, akik mind a 4 tantárgyat teljesítik, nukleáris szakképzettséget elismerő tanúsítványt kapnak diplomájuk mellékleteként.*

### Nukleáris alapok mérnököknek

(BMETE80MV02, 1. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, NTI)

**A tantárgy célkitűzése:** Bevezetés az atomerőművekhez kapcsolódó alapvető mérnöki ismeretekbe.
**Rövid tematika:** Magfizikai alapismeretek: Az atommag felépítése és jellemzői, stabilitása, tömegdefektus, kötési energia. A magenergia felszabadításának lehetőségei. A radioaktív bomlás formái és jellemző mennyiségei. Neutron magreakciók fajtái és jellemzői. Hatáskeresztmetszet. A maghasadás mechanizmusa.
Nukleáris méréstechnikai alapismeretek: Töltött részek (alfa-, béta-sugárzás), neutron- és gamma-sugárzás kölcsönhatása az anyaggal; a sugárzás gyengülése az anyagon való áthaladás során. Nukleáris detektorok főbb jellemzői: gáz-ionizációs detektorok, szcintillációs számlálók, félvezető detektorok, termolumineszcens detektorok, szilárdtest nyomdetektorok. Neutrondetektorok.
Sugárvédelmi alapismeretek: A sugárzási energia fizikai, kémiai, biokémiai és biológiai hatása. Dózisdefiníciók. Külső és belső sugárterhelés. A sugárvédelem alapelvei. A dóziskorlátozási rendszer. Sugárvédelmi szabályozás. Dózis és dózisteljesítmény számítása és mérése. Az emisszió és az immisszió kapcsolata. Műszaki sugárvédelem. Baleseti helyzetek kezelése. A lakosság természetes

sugárterhelésének összetevői. A mesterséges eredetű radioizotópok alkalmazásai, kikerülésük a környezetbe.
Reaktorfizikai alapismeretek: A maghasadásban felszabaduló energia. Láncreakció, önfenntartó láncreakció feltétele, sokszorozási tényező. Kritikusság fogalma. Hatfaktor-formula. Diffúzióegyenlet. Kezdeti- és peremfeltételek. Időfüggés és kritikusság egycsoport közelítésben. Reaktorkinetika, a reaktivitás mérése. Rezonanciák. Termikus reaktorok: csupasz- és reflektált reaktor. Fűtőelemrácsok. Reaktivitástényezők. A reaktor megszaladása. Kiégés.

## Termohidraulika és reaktorbiztonság

(BMETE80MV01, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, NTI)

**A tantárgy célkitűzése:** bevezetés az atomerőművekhez kapcsolódó alapvető mérnöki ismeretekbe.
**Rövid tematika:** A hőelvonás technológiai megvalósítása különböző reaktor típusoknál. Hőfejlődés folyamata és térbeli eloszlása a reaktorban. A hővezetés általános differenciálegyenlete és annak megoldása különböző kezdeti és peremfeltételek mellett. Az UO2 anyagjellemzői. Az üzemanyagpálca hőmérséklet-eloszlása. A hidraulikai egyenletrendszer. Nyomásveszteségek. A hőátadás számítása. Termikus instabilitások. A hőátadás természetes áramlásokban. Forrásos hőátadás jellemzői. Forrásgörbe. Forráskrízisek. DNBR.Kétfázisú áramlás formái vízszintes és függőleges csövekben. Áramlási térképek. A hűtőközeg-csatorna stacionárius termohidraulikai viszonyai. Az üzemanyag, a burkolat és a hűtőközeg hőmérsékletének alakulása. A reaktorbiztonság és biztonságvédelem alapjai. Méretezési üzemavarok. Különböző méretű LOCA üzemzavarok lefolyása. Az emberi tényező szerepe. Termohidraulikai kódok. Az üzemanyag tervezésénél alkalmazott biztonsági korlátok. Hőtechnikai korlátok. Tervezési alapon túli balesetek. A TMI-2, a csernobili és a fukushimai atomerőmű balesetének előzményei, feltételei, okai, lefolyása, termohidraulikai folyamatai és következményei. A 2003. áprilisi paksi súlyos üzemzavar termohidraulikai folyamatai.

## Kritikus beágyazott rendszerek

(BMEVIMIMA16, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

**A tantárgy célkitűzése:** A beágyazott rendszerek biztonságossága (safety) kiemelt jelentőségű az ún. kritikus rendszerek tervezésekor, amelyek meghibásodása közvetlen emberek életét, egészségét veszélyeztetheti vagy jelentős üzleti veszteséggel járhat. A tantárgy célja, hogy áttekintse a nagy megbízhatóságra tervezés és a biztonságigazolás modern módszereit, technológiáit és szabványait, elsősorban az elosztott és beágyazott alkalmazások területén.
**Rövid tematika:** Bevezetés: A biztonságosság alapfogalmai. Biztonságkritikus rendszerek architektúrájának tervezése: jellegzetes fail-stop illetve fail-operational architektúrák (hibatűrés). Veszély analízis: ellenőrző listák, hibamód és -hatás analízis, hibafa, eseményfa, ok-hatás analízis, megbízhatósági blokkdiagramok. Tesztelési módszerek: a teszttervezés és a tesztelési folyamat specialitásai. Követelmény és architektúra modellezés biztonságkritikus rendszerekben. Formális modellezés és verifikáció, modell alapú forráskód generálás.
Funkcionális biztonság (IEC 61508): Biztonsági követelmények specifikálása. Hardver biztonságintegritás. Szoftverek használata biztonságkritikus rendszerekben. Biztonságigazolás (safety case). Iparági szabványok: gépjárművek: ISO 26262, folyamatirányító rendszerek: IEC61511, vasútirányítás: IEC 62279/EN 50128.
Nukleáris biztonság: Nukleáris biztonság irányítástechnikai specifikumai. Alapfogalmak: függetlenség, szétválasztás, redundancia, diverzitás. Kategorizálás. NBSZ, IAEA NS-G-1.3, IEC 61513, IEC 61226. A biztonság szempontjából releváns irányítástechnikai rendszerek: hardver: IEC 60987, szoftver: IEC 62138, IEC 60880. Példa: Reaktorvédelmi Rendszer. További irányítástechnikai vonatkozások: periodikus tesztelés, HMI, számítógépes biztonság. Példa: RVR Univerzális Tesztrendszer. Létező rendszerek, esettanulmányok: DCS: Siemens SPPA-T3000, ABB System 800xA, Areva TELEPERM XS, OPC Unified Architecture. Példa: Primerköri Nyomásszabályozó Rendszer.

Járműipari beágyazott rendszerek: Szoftverfejlesztés repüléstechnikai területen a DO-178B szabvány keretein belül. Térben és időben partícionált rendszerek a repülőgépiparban, a MILS koncepcióra épülő ARINC 653 valós idejű operációs rendszer. Gépjárművek szoftver architektúrájának modellvezérelt alapokon történő tervezése AUTOSAR alapokon.

## Atomerőművi technológiák

(BMETE80MV00, 3. szemeszter, 1/0/1/f/2 kredit, NTI)

**A tantárgy célkitűzése:** bevezetés az atomerőművekhez kapcsolódó alapvető mérnöki ismeretekbe.
**Rövid tematika:** Reaktivitás-visszacsatolások üzemvitelre gyakorolt hatása, a reaktor önszabályozó képessége. Xenon- és szamárium-mérgezettség üzemviteli vonatkozásai: xenon-mérgezettség időbeli alakulása teljesítményreaktorok térbeli xenonlengése. Az atomreaktor mint sugárforrás: az üzemelő és a leállított reaktor mint sugárforrás; gamma- és neutronsugárzás reaktor körüli védőszerkezetei. Az atomreaktor mint hőforrás: a reaktorfizikai és hőtechnikai jellemzők közötti kapcsolat, hőtechnikai korlátok, aszimmetriák és ezek okai. Aktívzóna-monitorozás, felügyelet: in- és ex-core detektorok. Reaktorok szabályozása: szabályozókazetták, differenciális és integrális értékesség, kiégő mérgek, bórsavas szabályozás. Fűtőelemek üzemviteli viselkedése: meghibásodások, fűtőelem-ellenőrzés. A reaktortartály sugárkárosodása: reaktortartály-felügyelet, tartály-élettartam; a zónaelrendezés hatása; felújító hőkezelés.
Mérési gyakorlatok az Oktatóreaktorban: gáztöltésű és neutrondetektorok, szcintillációs és félvezető detektorok, reaktorüzemeltetési gyakorlat.

## VII.4.2 Projekttantárgyak

A mesterképzés keretein belül a hallgatók ún. projekttantárgyakat vesznek fel, melyek vagy az általuk választott fő-, vagy a mellékspecializációhoz kapcsolódik. Ezek a tantárgyak rendre az első szemesztertől kezdődően az Önálló laboratórium 1, Önálló laboratórium 2, Szakmai gyakorlat (kritérium tantárgy), majd a Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva). A projekttantárgyakat a hallgatók kizárólag valamelyik specializációra való besorolásukat követően vehetik fel, a felvétel szabályait részletesen az MSc specializációválasztási szabályzat tartalmazza.

### Önálló laboratórium 1

(0. vagy 1. szemeszter,0/0/3/f/5 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUML02 | Önálló laboratórium 1 | AUT |
| BMEVIEEML02 | Önálló laboratórium 1 | EET |
| BMEVIETML02 | Önálló laboratórium 1 | ETT |
| BMEVIHIML02 | Önálló laboratórium 1 | HIT |
| BMEVIHVML02 | Önálló laboratórium 1 | HVT |
| BMEVIIIML02 | Önálló laboratórium 1 | IIT |
| BMEVIMIML02 | Önálló laboratórium 1 | MIT |
| BMEVISZML02 | Önálló laboratórium 1 | SZIT |
| BMEVITMML02 | Önálló laboratórium 1 | TMIT |
| BMEVIVEML02 | Önálló laboratórium 1 | VET |

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy két féléve során a hallgatók komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. A két féléves Önálló laboratórium tantárgy felkészít a szintén két féléves Diplomatervezés tantárgy elvégzésére.
Az első félév programja a téma kiválasztása, a feladat részletes specifikálása, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.
**Rövid tematika:** Az oktatási időszak első hetében (a regisztrációs hetet követően) a hallgatók jelentkeznek a meghirdetett konkrét témákra, vagy témacsoportokra, a leendő konzulenssel egyeztetve a feladatot. Célszerű a téma kiválasztása ügyében a tanszéket a félévet megelőző vizsgaidőszakban felkeresni, amennyiben ez lehetséges.
A félév elején a hallgatók a konzulenssel közösen elkészítik a feladatok kiírását és ütemezését. A feladatkiírás konkrét formai követelményeit és leadásának módját a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
A tantárgy első félévének végén mindenkinek be kell számolni a félév során végzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámoló konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a tanszék ahhoz konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A feladatot úgy kell kiválasztani, illetve a dokumentációt úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a hallgató tevékenysége.
Az önálló laboratóriumi feladat külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső témához hasonló módon

előre egyeztetni kell a felvett tantárgyat gondozó tanszékkel. A hallgató munkájáról a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a konzulens értékel. A külföldön készített munkáról ugyanúgy kell beszámolni, mint az itthon kidolgozott feladatok esetében.
Két vagy több hallgató részére közös témát is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

## Önálló laboratórium 2

(1. vagy 2. szemeszter,0/0/3/f/5 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUML03 | Önálló laboratórium 2 | AUT |
| BMEVIEEML03 | Önálló laboratórium 2 | EET |
| BMEVIETML03 | Önálló laboratórium 2 | ETT |
| BMEVIHIML03 | Önálló laboratórium 2 | HIT |
| BMEVIHVML03 | Önálló laboratórium 2 | HVT |
| BMEVIIIML03 | Önálló laboratórium 2 | IIT |
| BMEVIMIML03 | Önálló laboratórium 2 | MIT |
| BMEVISZML03 | Önálló laboratórium 2 | SZIT |
| BMEVITMML03 | Önálló laboratórium 2 | TMIT |
| BMEVIVEML03 | Önálló laboratórium 2 | VET |

**A tantárgy célkitűzése:** A tantárgy két féléve során a hallgatók komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként olyan műszaki alkotás jön létre, amelyben a hallgató egyéni közreműködése jól elkülöníthető. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. A két féléves Önálló laboratórium tantárgy felkészít a szintén két féléves Diplomatervezés tantárgy elvégzésére.
A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint az elkészült műszaki alkotás tesztelése és dokumentálása.
**Rövid tematika:** A tantárgy második félévében a hallgatók általában az első félévben elkezdett feladatot folytatják, a feladatkiírásnak megfelelően.
Az első oktatási héten, értékelve a feladat készültségi fokát, dönteni kell a feladat esetleges módosításáról úgy, hogy a feladat a félév végéig befejezhető legyen. A módosított feladatkiírás konkrét formai követelményeit és leadásának módját a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
A tantárgy második félévének végén mindenkinek be kell számolni a félév során végzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámolók konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a tanszék ahhoz konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű, illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A feladatot úgy kell kiválasztani, illetve a dokumentációt úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a hallgató tevékenysége.
Az önálló laboratóriumi feladat külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső témához hasonló módon előre egyeztetni kell a felvett tantárgyat gondozó tanszékkel. A hallgató munkájáról a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a konzulens értékel. A külföldön készített munkáról ugyanúgy kell beszámolni, mint az itthon kidolgozott feladatok esetében.
Két vagy több hallgató részére közös témát is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

## Szakmai gyakorlat

(1.-4. szemeszter,0/0/0/a/0 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUMS01 | Szakmai gyakorlat | AUT |
| BMEVIEEMS01 | Szakmai gyakorlat | EET |
| BMEVIETMS01 | Szakmai gyakorlat | ETT |
| BMEVIHIMS01 | Szakmai gyakorlat | HIT |
| BMEVIHVMS01 | Szakmai gyakorlat | HVT |
| BMEVIIIMS01 | Szakmai gyakorlat | IIT |
| BMEVIMIMS01 | Szakmai gyakorlat | MIT |
| BMEVISZMS01 | Szakmai gyakorlat | SZIT |
| BMEVITMMS01 | Szakmai gyakorlat | TMIT |
| BMEVIVEMS02 | Szakmai gyakorlat | VET |

**A tantárgy célkitűzése:** A szakmai gyakorlat célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban alkalmazzák az új villamos, elektronikus és számítástechnikai rendszerek, berendezések és eszközök tervezésével, fejlesztésével és rendszerbe integrálásával kapcsolatos ismereteiket, részt vegyenek szakterületük kutatási-fejlesztési feladatainak kidolgozásában. A legalább négy hetes szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat diplomatervükhöz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.
**Rövid tematika:** Négy hét (húsz munkanap) kiméretű, az oktatási intézményben, vagy az oktatási intézményen kívül teljesítendő szakmai gyakorlati munka. A lehetséges helyszínekről és időpontokról a szakmai gyakorlat lebonyolításra vonatkozó szabályzat rendelkezik.
A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt a tanszéki, vagy a vállalati konzulens felügyelete és irányítása mellett dolgoznak. A munkakezdésre, befejezésre a tanszéki, illetve a vállalati munkarend előírásai a mértékadók.
A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A munkanapló hitelességét a szakmai gyakorlat végén a konzulens aláírásával igazolja.
A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul. A beszámolót a konzulens aláírásával igazolja, a munkáról rövid értékelést készít. A munkanaplót, a beszámolót és az értékelést arra a tanszékre kell benyújtani, amely a témát kiírta. A beadási határidőt a tanszéki szakmai gyakorlati felelős határozza meg, figyelembe véve az egyetemi munkarendet (pl. nyári leállás).

## Diplomatervezés 1

(2. vagy 3. szemeszter,0/5/0/f/10 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUMT02 | Diplomatervezés 1 | AUT |
| BMEVIEEMT02 | Diplomatervezés 1 | EET |
| BMEVIETMT02 | Diplomatervezés 1 | ETT |
| BMEVIHIMT02 | Diplomatervezés 1 | HIT |
| BMEVIHVMT02 | Diplomatervezés 1 | HVT |
| BMEVIIIMT02 | Diplomatervezés 1 | IIT |
| BMEVIMIMT02 | Diplomatervezés 1 | MIT |
| BMEVISZMT02 | Diplomatervezés 1 | SZIT |

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVITMMT02 | Diplomatervezés 1 | TMIT |
| BMEVIVEMT02 | Diplomatervezés 1 | VET |

**A tantárgy célkitűzése:** A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.
Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.
**Rövid tematika:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett szakiránynak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját általában úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. A téma titkosságáról a hallgatót a témára jelentkezéskor tájékoztatni kell.
A diplomaterv külföldön is készíthető, a BME bármely oktatási nyelvén: magyar, angol, francia, német és orosz nyelven. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Két vagy több hallgató részére közös témájú feladatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat. Közös feladat esetén lehetőség van csak egyes részfeladatok titkosítására. Ekkor az a diplomaterv-téma minősül titkosnak, amely legalább egy titkos részfeladatot tartalmaz.
Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.
A munkabeosztás betartását, a munka előrehaladását és a hallgató felkészülését a konzulens folyamatosan ellenőrzi. Ha a munkavégzés nem a tanszéken történik, a hallgatónak akkor is rendszeresen be kell számolnia a tanszéki konzulensnek.
A félév végén a hallgató munkájáról írásos beszámolót készít és szekcióülésen előadást tart. Az írásos beszámolót a szóbeli beszámoló előtt 5 munkanappal korábban kell beadni. Terjedelme kb. 30 oldal. A szorgalmi időszak végén, egyeztetett időpontban a hallgató legalább 10 perces előadásban, szekcióülésen számol be az általa végzett munkáról.
Az írásos beszámolót a kari diplomaterv portálra is fel kell tölteni.

# Diplomatervezés 2

(3. vagy 4. szemeszter,0/10/0/f/20 kredit)

| Tantárgykód | Tantárgynév | Tanszék |
|---|---|---|
| BMEVIAUMT03 | Diplomatervezés 2 | AUT |
| BMEVIEEMT03 | Diplomatervezés 2 | EET |
| BMEVIETMT03 | Diplomatervezés 2 | ETT |
| BMEVIHIMT03 | Diplomatervezés 2 | HIT |
| BMEVIHVMT03 | Diplomatervezés 2 | HVT |
| BMEVIIIMT03 | Diplomatervezés 2 | IIT |
| BMEVIMIMT03 | Diplomatervezés 2 | MIT |
| BMEVISZMT03 | Diplomatervezés 2 | SZIT |
| BMEVITMMT03 | Diplomatervezés 2 | TMIT |
| BMEVIVEMT03 | Diplomatervezés 2 | VET |

**A tantárgy célkitűzése:**
A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.
A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.
**Rövid tematika:** A diplomaterv témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett szakiránynak megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható. A diplomatervezés második félévében az első félévben megkezdett munkát kell folytatni. A téma megváltoztatására csak akkor van lehetőség, ha a hallgató a második félévben a Diplomatervezés 1. tantárgyat javító célú tantárgyfelvétellel ismét felveszi. Ez esetben újra 30 kredit értékű feladatot kell kiírni. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mesteri (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A diplomaterv témáját úgy kell kiválasztani, illetve a tervet úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a diplomázó tevékenysége. Kivételes esetben, a kutatás-fejlesztés terén vezető vállalatok, gazdasági szervezetek titkos diplomaterv-témákat írhatnak ki. Az engedélyt a tanszéknek a Diplomatervezés 1. tantárgy felvétele előtt meg kell szereznie.
A diplomaterv külföldön is készíthető. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső diplomatervhez hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A diplomatervnek meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A diplomatervező munkájáról és a diplomatervről a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült diplomatervet ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült terveket.
Diplomatervet magyar nyelven kívül a BME valamely idegen oktatási nyelvén (angol, francia, német és orosz nyelven) is lehet készíteni, amennyiben a tanszéki konzulens ehhez hozzájárul.
Két vagy több hallgató részére a tantárgy második félévében nem adható ki közös feladat.
A diplomatervben a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú diplomaterv esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat; figyelembe véve, hogy a diplomatervezés második félévére már nem adható ki közös feladat.
A munkabeosztás betartását, a munka előrehaladását és a hallgató felkészülését a konzulens folyamatosan ellenőrzi. Ha a munkavégzés nem a tanszéken történik, a hallgatónak akkor is rendszeresen be kell számolnia a tanszéki konzulensnek.
A félévközi jegy megszerzésének a diplomaterv beadása nem feltétele. Az érdemjegyet a tanszéki konzulens javaslata alapján a tantárgyfelelős adja.
A tantárgyat teljesíti a hallgató, ha a két félév során az előkészítő munkát elvégezte, és a diplomatervet ezután már várhatóan konzulensi segítség nélkül is el tudja készíteni.

A diplomaterv beadásának határideje annak a szorgalmi időszaknak az utolsó napja, amelyhez tartozó záróvizsga-időszakban a hallgató diplomatervét meg kívánja védeni.
A diplomaterv beadhatóságát a tanszéki konzulens minősíti. Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma esetén a külső konzulens ajánlást ad a beadhatóság minősítéséhez. A diplomaterv beadásának tartalmi feltétele: a diplomatervben be kell mutatni a feladatkiírásban megnevezett, összes önállóan kidolgozandó részfeladat megoldását. Ha egy részfeladat megoldása mégis ellehetetlenül, akkor kivételes esetben a diplomaterv tanszékvezetői engedéllyel beadható, de a részfeladatra vonatkozó alfejezetben deklarálni kell az ellehetetlenülés tényét, és meg kell adni az ellehetetlenülés okát.
A diplomaterv formai követelményei: A diplomatervet 1 példányban írásban, egy kötetben, keménytáblás borítással, szükség esetén mellékletekkel, valamint 1 példányban elektronikus formában, az érvényes kari előírások szerint kell beadni.
Két vagy több hallgató közös témájú diplomatervét külön kötetben és külön elektronikus példányban kell elkészíteni.
A diplomaterv nyilvános, kivéve, ha a diplomaterv-témát a dékán titkosította. Ez utóbbi esetben a diplomaterv a sikeres záróvizsgát követő 3 év múlva válik nyilvánossá. A nyilvánosságra-hozatalról a kari diplomaterv portál kezelője gondoskodik. A diplomaterv elkészítésével, beadásával és megvédésével kapcsolatos tudnivalókról a tanszék a kiadáskor tájékoztatja a hallgatót.
A tantárgy sikeres elvégzése során elkészített diplomaterv érdemjegyét a záróvizsga bizottság állapítja meg.

## VII.5 Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 6 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

A szabadon választható tantárgyakat a képzések szakbizottságai három kategóriába sorolják: **Ajánlott** egy tantárgy, ha azt a szakbizottság a hallgató szakmai ismereteit bővítő tantárgynak ítéli. **Befogadott** egy tantárgy, ha az a hallgató általános érdeklődésére tarthat számot, de szakmailag kevésbé kapcsolódik a képzéshez. **Tiltott** egy tantárgy, ha az a képzésben szereplő tantárgyakkal a TVSz-ben megengedett mértéknél nagyobb átfedést tartalmaz, így teljesítése kredittel nem elismerhető.

A kari honlapon található, szakonként elkülönülő táblázatok és a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben található mintatanterv szabadon választható tantárgyi blokkja az ajánlott tantárgyakat tartalmazza. A befogadott tárgyakat a Neptunban az intézményi tantárgyak között találja, a tiltott tantárgyak (egy részének) felvételét a Neptun megakadályozza.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelősével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.