

A Hatvany József Informatikai Tudományok Tudományági Doktori Tanács képzési terve

2016. szeptember

A Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskolában a képzési terület az alkalmazott mérnöki tudományok fejlesztéséhez és alkalmazásához szükséges. Informatikai szakterületekhez kapcsolódik. A Tudományági Doktori Tanács a Gépészmérnöki és Informatikai Kar keretében működik, ahol az informatikai képzési terület szorosan kapcsolódik a gépészeti és villamosmérnöki képzéshez is. A Tudományági Doktori Tanács az alábbi mesterszakok képzéseire épít:

- mérnök informatikus mesterszak;
- villamosmérnöki mesterszak;
- logisztikai mérnöki mesterszak.

Ezen szorosabb együttműködésből eredően, a doktori iskolában az alábbi képzési területek kapnak súlyponti szerepet:

- **Alkalmazott számítástudomány** tématerület,
- **Termelésinformatika, mérés- és irányítástechnikai információs rendszerek** tématerület,
- **Anyagáramlási rendszerek és logisztikai informatika** tématerület

Komplex vizsga elméleti tárgyak

A vizsgázó hallgatónak legalább két tárgyból kell vizsgát tennie. A vizsgára kijelölt tárgyakból egynek az alapozó tárgyakhoz, míg egy másiknak a választott tématerülethez kell tartoznia. A felvehető tárgyakat a Kurzusok listája táblázat tartalmazza.

Alkalmazott számítástudomány tématerület

Az **Alkalmazott számítástudomány** tématerület szakmai hátterét a Matematikai Intézet Analízis Intézeti Tanszéke és Alkalmazott Matematikai Intézeti Tanszéke, valamint az Informatikai Intézet Általános Informatikai Intézeti Tanszéke adja. A tématerület vezetője: *Juhász Imre* PhD, dr. habil., egyetemi tanár.

A tématerület célja a számítástudomány néhány alapvetően fontos alkalmazási területének bemutatása és kutatása. A kiemelt területek az algoritmuselmélet és különféle alkalmazásai, a

mérnöki számítási algoritmusok, az adat- és tudásbázisok, valamint a párhuzamos és elosztott rendszerek. A tantárgyak elsajátításhoz alapvetően mérnöki és műszaki informatikai ismereteket tételezünk fel. A tárgyakhoz és a tématerülethez kapcsolódó kutatások célja pedig a műszaki informatika fejlesztése. A tématerület három témacsoportot foglal magába:

Algoritmuselmélet és diszkrét struktúrák alkalmazásai témacsoport

A témacsoport vezetője *Szigeti Jenő* CSc, dr. habil. A témacsoport célja az informatika műveléséhez szükséges számítástudományi megalapozás, valamint az algoritmusok elméletének és alkalmazásainak mélyebb bemutatása és kutatások végzése elsősorban a bonyolultságelmélet, a programozáselmélet, az adatbázisok és az operációs rendszerek körében. A képzésben lehetőség nyílik a számítógépes algebrai és a számítógépes geometriai algoritmusok alkalmazásainak, valamint az információ- és kódelméletnek a megismerésére. A képzés többi tárgya az alapozást szolgálja, illetve a modellalkotási készséget növeli.

Számítógépi grafika és geometriai modellezés témacsoport

A témacsoport vezetője *Juhász Imre* Ph.D. dr. habil. A témacsoport célja a számítógépi grafika és a számítógéppel segített geometriai tervezés (Computer Aided Geometric Design) területeken végzendő kutatások elméleti megalapozása, valamint ezek alkalmazásainak bemutatása. A CAGD területen a hangsúly a görbék és felületek modellezésén van, a grafika esetében pedig a számítógépes játékfejlesztésen. Ezek természetesen nem kizárólagos területek, ugyanis az elméleti megalapozás és a hozzájuk kapcsolódó eszközrendszer lehetővé teszi a számítógépi grafika és geometriai modellezés egyéb területein végzendő kutatást is.

Adat- és tudásbázisok, tudás intenzív rendszerek témacsoport

A témacsoport vezetője: *Kovács László* PhD, dr. habil. Az Adat- és tudásbázisok, tudás intenzív rendszerek témacsoport az alkalmazott informatikának az adatbázis-kezelés, a mesterséges intelligencia módszerek, valamint az információs menedzsment területeit fogja át. Bemutatja a kapcsolódó interdiszciplináris ismeretanyag elméleti háttere mellett a legfontosabb alkalmazási területeket is. A bemutatásra kerülő algoritmusok, módszerek elemzésén keresztül a hallgatók mélyebb betekintést nyerhetnek az egyes módszerek előnyeiről, hatékonyságáról, s a hozzájuk kötődő kutatási irányokról. A témacsoport keretében ismertetésre kerülnek az adatbányászási módszerek alapjai, bele értve mind az alkalmazott módszerek elméleti hátterét, mind az alkalmazások technikai, szervezési feltételeit. Az adatbányászási technológiákon belül kiemelt helyet kap a széles körben alkalmazott asszociáció, klasszifikáció és klaszterképzés témaköre. Az adatbányászási eszközökön belül mind a klasszikus statisztikai jellegű, mind a neurális hálókön alapuló módszerek a tananyag részét képezik.

Az általános áttekintést nyújtó tárgyak mellett a témacsoport több, az egyes területek mélyebb és szélesebb ismeretanyagát nyújtó tárgyat is tartalmaz. Ennek keretében lehetőség van az

egyres algoritmusok matematikai háttérnek, a diszkrét matematika kapcsolódó elméleti anyagának részletesebb megismerésére (Kombinatorikus optimalizálás, Fogalomanalízis). Emellett a mesterséges intelligencia keretébe tartozó tudásszemléltetés, automatikus következtetési eljárások, valamint a neurális hálók, fuzzy módszerek, genetikus algoritmusok (soft computing) területeinek mélyebb elsajátítása is a témacsoport részét képezik. A fentiek mellett az adatbázis-kezelés korszerű, intelligens módszerei is bemutatásra kerülnek, amely során az egyes egzakt és közelítő keresési technikák, a nem-strukturált adatrendszerek kezelése és a deduktív adatbázisok is mélyebben megismerhetők. A tantárgycsoport keretében a hallgatók képessé válnak a korszerű információ-menedzsment módszereinek, eljárásainak elsajátítására, a tudásintenzív feladatokat megvalósító algoritmusok kidolgozására, valamint az ezen területekhez kapcsolódó piaci termékek áttekintésére és hatékony alkalmazására.

Intelligens számítási módszerek témacsoport

A témacsoport vezetője *Kovács Szilveszter* PhD, dr. habil., egyetemi docens. A témacsoport célja az intelligens számítási módszerek (Soft Computing) tématerületébe tartozó modellezési paradigmák (fuzzy, neurális és genetikus módszerek, valamint ezek kiterjesztése) kutatása. A módszertani alapkutatás mellett a témacsoport munkája kiterjed az alpmódszerek újszerű alkalmazási területeinek kutatására is. A témacsoport jelenlegi munkája a fuzzy szabály-interpolációs módszerek, a megerősítéses tanulás alapú fuzzy modellezés, az etológiai indíttatású ember-gép kapcsolat modellezés és az eto-robotika tématerületén folyik. Az alkalmazások szintjén a témacsoport munkája kötődik az Adat- és tudásbázisok, tudás intenzív rendszerek témacsoport kutatási területeihez is.

Termelésinformatika, Mérés- és irányítástechnikai információs rendszerek tématerület

A tématerület szakmai háttérét az Informatikai Intézet Alkalmazott Informatikai Intézeti Tanszéke és a Villamosmérnöki Intézet Automatizálási és Infokommunikációs Intézeti Tanszéke, valamint Elektrotechnikai- Elektronikai Intézeti Tanszéke adja. A tématerület vezetője *Tóth Tibor* DSc, professor emeritus.

A termelésinformatika az alkalmazott informatikai tudományterületek egyike, amely azokkal az elvekkkel, modellekkel és számítógépes alkalmazásokkal foglalkozik, amelyek a termelési rendszerek és folyamatok tervezése és irányítása során használatosak. A termelésinformatika fejlődése egy „alulról-felfelé” (bottom-up) trendet követ, ami azt jelenti, hogy kezdetben a technológiai műveletek automatizálásához kapcsolódó számítógépes irányítási problémák megoldása volt a cél (Pl. CNC és PLC vezérléstechnika, robottechnika) és csak később kerültek előtérbe a számítógépes műszaki tervezés különböző funkcionális feladatai. Napjainkban a termelésinformatika átfogja a műszaki tervezés és irányítás, valamint a termelés-menedzsment teljes funkcionális spektrumát, sőt napirendre került az üzleti és műszaki folyamatok számítógépes integrációja (Enterprise Resource Planning) nemcsak egy cég fizikai keretei között (Computer Integrated Manufacturing paradigma), de vállalatközi méretekben is (Virtual Enterprise paradigma). A termelésinformatika a műszaki tervezés analízis és szintézis típusú feladatainak megoldására egyre szélesebb körben használja a 3D

testmodellezést, az objektum orientált szemléletű modellezést és a mesterséges intelligencia módszereket. Magyarországon a termelésinformatikai kutatások iskolája, amely Hatvany József nevéhez fűződik, már a 70-es években nemzetközileg is figyelmet keltő eredményeket ért el egyebek között a Dialóg CNC, a bizonytalan és ismerethiányos gyártórendszerek irányítása és más területeken. Napjainkban, amikor a magyar iparban a multinacionális cégek befektetései révén gyorsan és tömegesen terjed a számítógéppel integrált gyártás, egyre nagyobb igény jelenik meg a termelésinformatikai alkalmazások tervezésében és fejlesztésében jártas szakemberekre. Ki kell emelni a számítógépes műszaki tervező alkalmazások (CAD, CAPP, PPS) fejlesztésében jelentkező kutatási igényt, amely a számítógépes hardver, a processzorok és a hálózatok gyors fejlődése révén a szoftver területén generál elmaradást. A japán kutatók kezdeményezésére megindult IMS (Intelligent Manufacturing Systems) projekt sikerei mutatják a termelésinformatikai kutatások jelentőségének folyamatos növekedését. A Miskolci Egyetem Informatikai Intézete jó kapcsolatokat ápol az MTA SZTAKI kutatóival, ami növeli a tématerület kutatási hatékonyságát. A területhez két témacsoport tartozik.

Számítógéppel integrált gyártás informatikája témacsoport

A témacsoport vezetője *Tóth Tibor* DSc, professor emeritus. A termelésinformatikai kutatások egyik fontos témacsoportja a műszaki tervező és irányító alkalmazások funkcionális fejlesztésével és az alkalmazások hálózati integrációjával foglalkozik. Ezen a területen új szervezési paradigma is megjelent a párhuzamos tervezés (Concurrent Engineering) formájában. A CAD-CAPP-PPS komponensek integrációja nemcsak a tervezési folyamatok felgyorsításával kecsegtet, de lehetővé teszi a többszintű optimálási problémák valós és alkalmazható megközelítését a gyakorlatban. A technológiai tervezés rugalmasságának fokozása, a robusztus technológiai tervezés, az intenzitás-vezérelt és csoport elvekre alapozott számítógépes tervezés a termelésmenedzsment fontos kutatási területeivé váltak. Ezek a területeken az Alkalmazott Informatikai Tanszéken jelentős kutatási eredmények születtek, amelyek további kutatásokat tesznek lehetővé. Remény van a termelésinformatikai kutatások laboratóriumi hátterének jelentős fejlesztésére a közeli jövőben. Több elnyert OTKA, FKFP és egy NKFT (Széchenyi) projekt ad keretet a jelenleg is folyó kutatásoknak. A kutatások célja ipari alkalmazásokban való megjelenésre is érett tervezési és irányítási eljárások osztott architektúra igénybe vételével. Ezen a területen a műszaki és informatikai gondolkodásban erős fiatal kutatók képzéséhez jelentős nemzetgazdasági érdek is fűződik.

Mérés- és irányítástechnikai információs rendszerek témacsoport

A témacsoport vezetője *Czap László* PhD, egyetemi docens. Az irányítástechnikai és telematikai kutatási témák célkitűzése: A termelés-informatika elválaszthatatlan részét képezi a folyamatos, ill. szakaszos technológiai irányítása, valamint az információ feldolgozása és továbbítása. Ezen belül a következő témakörök bírnak kiemelt jelentőséggel: mintavételes

szabályozások elmélete, osztott folyamatirányító rendszerek operációs rendszere, a kliens-szerver kiszolgálás valós idejűségének vizsgálata, a folyamatirányítás megbízhatóságának elméleti és gyakorlati vonatkozásai. Nagy hangsúllyal kezeljük a mesterséges intelligencia módszerek alkalmazásán alapuló intelligens irányítások (fuzzy, neurális, öntanuló hibrid, stb.) stabilitási, konvergálási kérdéseit, valamint a valós idejű működés tervezési és vizsgálati módszereit.

A témacsoport szerves részét képezi az irányító rendszerek számítógépes tervezési (CACSD), modellezési és szimulációs vizsgálati módszereinek kutatása a MATLAB programcsomagra és tool-boxokra alapozottan. Kiemelt jelentőséggel bír a témacsoporton belül a különböző ipari kommunikációs rendszerek (terepi buszok) valós idejű működésére és az átvitel-biztonság, továbbá ezen paraméterek javítására vonatkozó kutatások és az intelligens hálózatok ipari alkalmazhatóságának kérdésköre. Kellő súllyal szerepel a célkitűzések között a nyitott folyamatirányító rendszerek (OPC) ember-gép kapcsolati módszereinek kutatása, különös tekintettel az infokommunikáció és a telekommunikáció eredményeinek irányítástechnikai alkalmazására. Ezen belül kiemelten kezeljük az ipari ETHERNET, ill. WAP szolgáltatásait és programozási kérdéseit, az irányítástechnika-orientált telekommunikációs protokollok analizálásán alapuló megbízhatósági, adatvédelmi és kiszolgálási kérdéskör kutatását. További kitűzött cél a digitális rendszerek számítógépes tervezési (VHDL) és tesztelési módszereinek, valamint a képfeldolgozáson alapuló vizsgálati módszereknek a kutatása, különös tekintettel az AI módszerek alkalmazására.

Az elektronikai rendszerek és mérés technika kutatási témák célkitűzései: A téma tantárgyai kapcsolódnak az elektronika és a mérés technika területén a kutatási projekthez. A számítógéppel támogatott és az intelligens mérés technika területén kiemelt cél új mérési eljárások és módszerek kidolgozása a lokális, az elosztott intelligenciájú és a távadat mérés céljaira. A mérésekhez kapcsolódóan cél új, gyors és hatékony jelfeldolgozási eljárások kutatása, különös tekintettel az ipari mérés technikára. Az elektronikai rendszerek területén kiemelt jelentőségű a számítógéppel támogatott elektronikai tervezés, gyors és nagyfrekvenciájú szimulációs módszerek kutatása, valamint az elektromágneses terek modellezése az EMC szempontjából az informatikai és elektronikai rendszerek megbízhatóságának és zavartűrésének növelése érdekében

Anyagáramlási rendszerek és logisztikai informatika tématerület

Az anyagáramlási rendszerek és logisztikai informatika tématerület gazdája a Logisztikai Intézet. A tématerület vezetője *Illés Béla* PhD, dr. habil, egyetemi tanár.

Az anyagáramlási rendszerek, logisztika (információ és energiaáramlással integrált anyag- és eszközáramlás) az alkalmazott informatikának rendkívül dinamikus fejlődő, önálló tudományterülete, amely az alkalmazott matematikai, alkalmazott informatikai ismeretek felhasználásával a termelő és szolgáltató vállalatoknál, a hálózatszerűen működő, globális rendszereknél a gyakorlatban jelentkező valóságos viszonyokat mind tökéletesebben leíró modellek felírására, megoldására, ezek alapján vizsgálatok elvégzésére, tervezési és irányítási módszerek kidolgozására szolgál. A képzés során a hallgatók az egyetemi tanulmányokra építve mélyebben ismerkednek meg a diszkrét matematika, sztochasztikus folyamatok,

optimalizálási eljárások, információs rendszerek, mesterséges intelligencia módszerek, operációs rendszerek, adatstruktúrák, számítógépes hálózatok, adatátviteli rendszerek, logisztikai rendszerek és anyagáramlási rendszerek elméletével, valamint ezeknek a termelési-, szolgáltatási-, hálózatszerűen működő globális rendszereknek a tudományterületeivel, hangsúlyt adva az informatikai oldalról való megközelítésnek.

A tématerületnél a beiskolázásra kerülő PhD hallgatók bázisát a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Karának Műszaki informatikai szaka logisztikai blokkján végzetek adják. E képzési blokk iránt folyamatosan nagy az érdeklődés a hallgatók és a gazdaság részéről egyaránt.

A felajánlott tantárgyak lehetőséget adnak nagyméretű bonyolult rendszerek vizsgálatára, sok célfüggvényes, sokrétű feltételeket és korlátozásokat figyelembe vevő optimalizálásokra, különböző rendszerváltozatok működtetési és ellenőrzési stratégiáinak összehasonlítására.

Az egyes témák kidolgozása során alkalmazni kell a modern, fejlett technikával támogatott adatgyűjtési módszereket, az egzakt eljárások mellett szimulációs és heurisztikus módszereket, a virtuális világ megjelenítését. A kutatás végeredményeként módszerek, algoritmusok és számítógépes programok is megjelennek. A tématerületen belül a következő fontosabb témák megjelenését tervezzük: termelő és szolgáltató vállalatok anyagáramlási rendszerei, beszerzési-, elosztási-, termelési-szolgáltatási és újrahasznosítási logisztikai rendszerek, raktározási logisztikai rendszerek, hálózatszerűen működő globális logisztika.

Anyagmozgató rendszerek tervezésének és kialakításának információs rendszere témacsoport

A témacsoport vezetője *Illés Béla* PhD, dr. habil. egyetemi tanár. A témacsoport célja az anyagmozgató rendszerek objektumaihoz tartozó információ halmaz, valamint az objektumokat működtető algoritmusokhoz kapcsolódó információk együttes kezelése. Adott paraméterekre vonatkozó meghatározott célfüggvények alkalmazásával optimális kialakítású és működésű anyagáramlási rendszerek tervezése. A tervezéshez kapcsolódó paraméterek végső célt befolyásoló hatásainak feltárása, valamint az egyes paraméterek célfüggvényre gyakorolt hatásainak elemzése és azok súlyának meghatározása.

Anyagáramlási rendszerek működtetésének, irányításának, vezérlésének és kontrollingjának információs rendszere

A témacsoport vezetője *Bányainé Tóth Ágota* PhD, egyetemi docens. A témacsoport célja a bonyolult sztochasztikus működésű logisztikai folyamatok működtetésével, irányításával, vezérlésével és kontrollingjával kapcsolatos problémák szimulációkkal történő vizsgálati lehetőségeinek és módszereinek feltárása. A szimulációk által szolgáltatott eredmények alapján különböző optimalizációs módszerek felhasználásával eltérő irányítási és vezérlési stratégiák összehasonlítása a gyakorlat számára is hasznos működtetési és irányítási algoritmusok megadása.

A képzés rendje

A Tudományági Doktori Tanács képzési folyamatában az első elvégzendő feladat minden doktorandusz hallgató számára a szakterületi kutatómunkához nélkülözhetetlen elméleti alapok elsajátítása.

A Tudományági Doktori Tanács képzési szerkezete kétszintű. Az első szint (alaptudományi képzés) az informatikai tudományterületek műveléséhez elengedhetetlenül szükséges és az iskolához tartozó minden tématerületen használható matematikai és informatikai alapismeret oktatását tartalmazza. A második szint (szaktudományi képzés) a választott tématerület és témacsoport szaktudományi elméleti megalapozását szolgálja.

- A 4 tantárgyból álló, adott választékból kötelezően választandó tantárgycsoport felvétele és a vizsga eredményes letétele a matematikai és informatikai modellezési szaktudás megszerzését szolgálja. Itt a szokásos egyetemi ismereteknél mélyebb elméleti megalapozottságú és összetett modellek biztos kezelésének elsajátítása a cél.. Ha a választott kutatási terület indokolja, további elméleti alapozó tárgyak vehetők fel a Választható tárgyak blokk keretének terhére, vagy akár azon felül is. A matematikai alapozás fő területe: a Diszkrét matematika. Az elméleti informatikai alapozás fő területei az Algoritmus elmélet és a Programozási paradigmák. A tématerülethez és a témacsoportozhoz tartozó egy-egy, adott választékból kötelezően választandó alapozó tantárgy felvétele és az eredményes vizsga letétele a választott alkalmazási (kutatási) terület elméleti ismereteinek megszerzését szolgálja. Itt a szokásos egyetemi ismereteknél mélyebb és átfogóbb szakterületi fogalmak, összefüggések és törvényszerűségek biztos kezelésének elsajátítása a cél. A tématerületek és témacsoportok általában egy-egy összefoglaló tárgyat írnak elő itt, de az Iskola szakmai struktúrája megengedi ezek későbbi bővítését a hallgatók igényeinek megfelelően.
- A Tudományági Doktori Tanács sorrendben második (de jelentőségében egyáltalán nem alacsonyabb rendű) feladata a választott kutatási munka elvégzése és új tudományos részeredmények elérése, publikálása. Ez a feladat szintén két részfeladatra bontható:
Egy, legalább 2 tárgyas tantárgycsoport felvétele és eredményes vizsgák letétele a Választható és az Alapozó tantárgyi blokkok tárgyai közül. Ezek a tárgyak a hallgató tudományos kutatási tervében megfogalmazott kutatómunkához szükséges specializált ismereteket tartalmazzák. Itt lehetőség van a Sályi István Gépészeti Tudományok Tudományági Doktori Tanács meghirdetett tárgyainak felvételére is. Ajánlott a tárgyak közül legalább 1 tárgyat az alkalmazott információs technológiák elméleti hátterének mélyebb megismerésére fordítani. Itt az Iskola azért nem fogalmaz meg szigorúbb feltételeket, hogy a hallgató önállóságát a kutatási téma megválasztásában

ne korlátozza. Ebben látjuk egyik biztosítékát a doktori képzés kutatás-orientáltabb átalakításának anélkül, hogy ez az elméleti igényesség rovására menne.

- A fenti képzési feladattal párhuzamosan és azt követően önálló kutatási téma választása, kutatási terv készítése, szisztematikus és célirányos kutatómunka végzése, amely publikálásra és a tudományos közéletben megmérettetésre érett eredményeket hoz. E szakasz befejező eseménye a Doktori tézisek megfogalmazása és eredményes megvédése.
- A doktori képzés során, a negyedik félév végén, a képzés képzési és kutatási szakaszának lezárásaként és a kutatási és disszertációs szakasz megkezdésének feltételeként komplex vizsgát kell teljesíteni, amely méri, értékeli a tanulmányi, kutatási előmenetelt.

A doktori képzés keretében összesen minimum nyolc (8) tárgyat kell felvenni, amelyeket eredményes vizsgával kell zárni. A 8 tárgy felvételét szabályrendszer foglalja keretbe. A 8 tárgy mellett további tantárgyak is felvehetőek, ha azt a tématerület indokolja. A felvett összes tantárgyak száma nem lehet 12-nél több. A szabályrendszer alkalmazásának célja, hogy a doktorandusz hallgató egyfelől megfelelő útmutatást kapjon a doktori tanulmányai során elsajátítandó ismeretek ésszerű összetétele, belső struktúrája tekintetében, másfelől kellő szabadságot kapjon a választott kutatási területet legjobban támogató ismeretanyag összeállítására.

A szabályrendszer a következő:

- Négy, mindenki számára kötelező alapozó tárgyat kell a hallgatónak felvennie, melyből kettő a matematika, kettő a számítástudomány területéhez tartozik.
- Minden tématerületen minimálisan egy (1) tárgyat a tématerületre előírtan (vagy a kötelezően választható tárgyak közül) kell felvenni. Ez a tárgy a tématerület legfontosabb elméleti alapjait foglalja össze.
- Minden témacsoportban minimálisan egy (1) tárgyat a témacsoportra előírtan (vagy a kötelezően választható tárgyak közül) kell felvenni. Ez a tárgy a témacsoport legfontosabb elméleti alapjait foglalja össze.
- További két (2) tárgy szabadon választható a Tudományos Doktori Tanács valamennyi meghirdetett tárgya közül.
- A képzés tantárgyi struktúrája tehát 4-2-2-felépítésű. Természetesen nincs akadálya az egyes csoportokban a minimumot meghaladó számú tárgy felvételének. Az iskola itt felső korlátot nem ír elő, hanem a doktorandusz vezetőjére bízta a felvett tárgyak számának ésszerű korlátozását.
- A képzési és kutatási szakaszban (első 4 félév) összesen legalább három nyilvános kutatószemináriumot kell teljesíteni, melyekből az egyiket kiválthatja a komplex vizsga disszertációs részének tudományos műhelyvitája.

A tárgyak ajánlott felvételi struktúráját az alábbi táblázat mutatja:

| A tárgy helye a struktúrában | Félév | | | |
|------------------------------|-------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Alapozó A1. | + | | | |
| Alapozó B1. | + | | | |
| Alapozó A2 | | + | | |
| Alapozó B2. | | + | | |
| Tématerületi | | | + | |
| Témacsoporti | | | + | |
| Választható | | | | + |
| Választható | | | | + |

A komplex vizsgát a szervezett doktori képzésben résztvevő doktoranduszoknak a negyedik félév végén, a képzés képzési és kutatási szakaszának lezárásaként és a kutatási és disszertációs szakasz megkezdésének feltételeként teszik le. Az egyéni felkészülésre jelentkező hallgatóknak a komplex vizsgát a felvételi folyamat részeként, a doktorandusz hallgatói jogviszonyuk létrejötte előtt kell letenniük.

Az a doktorandusz, aki a doktori képzésben az előírt 240 kreditpontot megszerezte, abszolutóriumot szerez. A doktori eljárás indításának feltétele az abszolutórium megszerzése.

A matematikai és számítástudományi alapozás kötelezően választható tantárgyi csoportja a következő :

1. Diszkrét matematika I.
2. Algoritmus-elmélet
3. Matematikai logika és alkalmazásai
4. Programozási paradigmák

Az iskola három tématerületén és a tématerületek témacsoportjaiban a kötelezően előírt tárgyakat (tárgycsoportokat) az alábbi összesítés adja meg:

(1) Alkalmazott számítástudomány tématerület

A tématerület kötelezően választható tárgyai:

- Kombinatorikus algoritmusok
- Differenciál- és integrálegyenletek

- Ontológia alapú információs modellek
- Párhuzamos algoritmusok
- Matematikai logika és alkalmazásai
- Modern analízis

(A) Algoritmuselmélet és alkalmazásai témacsoport

A témacsoport kötelező tárgya:

- Algoritmusok bonyolultsága

(B) Adat- és tudásbázisok, tudásintenzív rendszerek témacsoport

A témacsoport kötelező tárgya:

- Az adatbányászat elmélete és technológiája

(C) Intelligens számítási módszerek témacsoport

A témacsoport kötelező tárgyai:

- Intelligens számítási módszerek

(D) Számítógépi grafika és geometriai modellezés témacsoport

A témacsoport kötelező tárgyai:

- Számítógépi grafika

(2) Termelésinformatikai tématerület

A tématerület kötelező tárgya:

- Termelési rendszerek és folyamatok elmélete

(A) Számítógéppel integrált gyártás informatikája témacsoport

A témacsoport kötelező tárgya:

- Termelési folyamatok modellezése

(B) Mérés- és irányítástechnikai információs rendszerek témacsoport

A témacsoport kötelező tárgya:

- Irányítástechnikai információs rendszerek

(2) Anyagáramlási rendszerek, logisztikai informatika tématerület

A tématerület kötelező tárgya:

- Anyagáramlási rendszerek elmélete
- Logisztikai rendszerek elmélete

(A) Anyagmozgató rendszerek tervezésének és kialakításának információs rendszere
témacsoport

A témacsoport kötelező tárgya:

Beszerezési és elosztási logisztika

Termelési logisztika

(B) Anyagáramlási rendszerek működtetésének, irányításának, vezérlésének és
kontrollingjának információs rendszere

A témacsoport kötelező tárgya:

Gyártórendszerek logisztikája

Szolgáltatások logisztikája

Kreditpontok

Az képzésben a teljesítések elismerése kreditrendszer alapján történik. Az egyes elvégzett tevékenységkért az alábbi kreditpontok számolhatóak el.

| Fő tevékenység | Al-tevékenység | Kreditpont |
|--|--|------------|
| Kötelező tantárgyak (A) teljesítése (4 db) | | 5 |
| Kötelezően választható tantárgyak teljesítése (min. 2 db) | | 5 |
| Szabadon választható tárgyak teljesítése (min. 2 db) | | 5 |
| Kutató szeminárium egy félévre a képzési szakaszban | | 0-10 |
| Kutató szeminárium egy félévre a kutatási szakaszban | | 0-20 |
| Disszertációhoz kapcsolódó kutatómunka egy félévben (csak az 1.-4. félévekben elfogadható) | | 0-10 |
| Disszertációhoz kapcsolódó kutatómunka egy félévben (csak az 5.-8. félévekben elfogadható) | | 0-15 |
| Komplex vizsga | | 25 |
| Oktatási tevékenység egy félévre | | 0-5 |
| Második nyelvvizsga | | 15-25 |
| Publikáció | | |
| | Q1 minősítésű folyóiratban | 80 |
| | Q2 minősítésű folyóiratban | 60 |
| | Q3 minősítésű folyóiratban | 40 |
| | Egyéb indexált, rangos nemzetközi folyóiratban | 30 |
| | Egyéb lektorált folyóiratban | 20 |
| | nemzetközi konferencián megjelent idegen nyelvű cikk | 15 |
| | nemzetközi konferencián megtartott előadás | 15 |
| | Magyar, belföldi konferencián megjelent cikk | 10 |
| | Magyar, belföldi konferencián megtartott előadás | 10 |
| | Tansegédlet | 1-4 |

| | | |
|--|--|----|
| | Recenzió idegen nyelven | 4 |
| | Recenzió külföldi kiadványban idegen nyelven | 5 |
| | Szabadalom benyújtott | 5 |
| | Elfogadott hazai szabadalom | 20 |
| | Elfogadott külföldi szabadalom | 40 |

Kurzusok listája

A Tudományági Doktori Tanács meghirdethető tantárgyai

| Típus | Kód | Név | Tanszék |
|-------|----------|---|------------------|
| A | GEMAN401 | Diszkrét matematika I | Analízis Tanszék |
| A | GEMAN403 | Diszkrét matematika II | Analízis Tanszék |
| A | GEMAN402 | Modern analízis | Analízis Tanszék |
| A | GEMAK427 | Algoritmus elmélet | Alkalmazott Mat. |
| A | GEMAN421 | Matematikai logika és alkalmazásai | Analízis Tanszék |
| A | GEIAL401 | Programozási paradigmák | Általános Inf. |
| SZT | GEMAN411 | Differenciál és integrálegyenletek | Analízis Tanszék |
| SZT | GEIAL424 | Ontológia alapú információs modellek | Általános Inf. |
| SZT | GEMAK409 | Párhuzamos algoritmusok | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEMAK406 | Algoritmusok bonyolultsága | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEMAK411 | Numerikus módszerek I | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEIAL421 | Az adatbányászat elmélete és technológiája | Általános Inf. |
| SZT | GEIAL407 | Párhuzamos és elosztott rendszerek | Általános Inf. |
| SZT | GEMAN422 | Hálók, fogalomhálók és Fuzzy módszerek | Analízis Tanszék |
| SZT | GEMAK410 | Komputer algebra | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEAGT401 | Számítógépi geometria | Ábrázoló Geom. |
| SZT | GEIAL403 | Válogatott fejezetek az operációs rendszerekből | Általános Inf. |
| SZT | GEMAK404 | Információelmélet és kódoláselmélet | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEMAK413 | Optimalizálási eljárások | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEMAK412 | Numerikus módszerek II. | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEMET401 | Kontinuum mechanika | Mechanikai Tsz |
| SZT | GEMET407 | Végelem-módszer | Mechanikai Tsz |
| SZT | GEMET406 | Peremelem módszer | Mechanikai Tsz |
| SZT | GEAHT411 | Az áramlás- és hőtan numerikus módszerei | Áramlás és Hőt. |

| | | | |
|-----|-----------|--|--------------------------------------|
| SZT | GEFIT411 | Fizikai folyamatok számítógépes szimulációja | Fizika Tsz |
| SZT | GEALT425 | Szerkezet- és rendszer optimalás | Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék |
| SZT | GEMAN424 | Differenciálegyenletek sajátértékproblémái és megoldási módszereik | Analízis Tanszék |
| SZT | GEMAN425 | Nemlineáris parciális differenciálegyenletek peremértékproblémái | Analízis Tanszék |
| SZT | GEMAN426 | Differencial-algebrai egyenletek és numerikus megoldásuk | Analízis Tanszék |
| SZT | GEIAL402 | Elosztott algoritmusok | Általános Inf. |
| SZT | GEIAL415 | Grid rendszerek | Általános Inf. |
| SZT | GEMAK414 | Sztocasztikus módszerek | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEAGTX1 | Görbék és felületek modellezése számítógéppel | Alkalmazott Inf |
| SZT | GEIAKX1 | Grafikus processzorok (GPU) programozása | Alkalmazott Inf |
| SZT | GEIALX1 | Grafikai algoritmusok a játékfejlesztésben | Általános Inf. |
| SZT | GEIAL432 | Intelligens számítási módszerek | Általános Inf. |
| SZT | GEIAL?? | Természet által ihletett optimalizálási módszerek | Általános Inf. |
| SZT | GEIAL?? | Szoftver által definiált hálózatok | Általános Inf. |
| SZT | GEIAK433 | Szakértőrendszerek tudástárolási és következtető módszerei | Alkalmazott Inf |
| SZT | GEALT990N | Korszerű irodalomkutatás és publikálás | Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék |
| SZT | GEMAK420 | Kriptográfia | Alkalmazott Mat |
| SZT | GEIAL456 | Fuzzy rendszerek | Általános Inf. |
| TR | GEIAK401 | Termelési rendszerek és folyamatok elmélete | Alkalmazott Inf |
| TR | GEIAK405 | Számítógéppel integrált gyártás elvei, modelljei és módszerei | Alkalmazott Inf |
| TR | GEIAK406 | Számítógépes termelésirányítás | Alkalmazott Inf |
| TR | GEIAK407 | A számítógépes gyártásirányítás elmélete | Alkalmazott Inf |
| TR | GEIAK403 | Termelési folyamatok modellezése | Alkalmazott Inf |
| TR | GEIAK408 | Számjegyevezérlés | Alkalmazott Inf |

| | | | |
|----|----------|---|---|
| TR | GEIAK415 | Hajtópárok kapcsolódásának számítógépes optimalása | Alkalmazott Inf |
| TR | GEVAU401 | Irányítástechnikai információs rendszerek | Automatizálási és Infokommunikációs Intézet |
| TR | GEVAU415 | Telekommunikáció az irányítástechnikában | Automatizálási és Infokommunikációs Intézet |
| TR | GEVAUX1 | Beágyazott rendszerek és architektúrák | Automatizálási és Infokommunikációs Intézet |
| TR | GEVAUX2 | Rendszer a chipen tervezési és modellezési módszerek | Automatizálási és Infokommunikációs Intézet |
| TR | GEVAUX3 | Beszédinformációs rendszerek | Automatizálási és Infokommunikációs Intézet |
| TR | GEVAU402 | Intelligens irányítások | Automatizálási és Infokommunikációs Intézet |
| TR | GEVEE405 | Elektronikai rendszerek és metrológia | Elektrotechnikai Tsz. |
| TR | GEVEE412 | Számítógépes mérőrendszerek | Elektrotechnikai Tsz. |
| TR | GEVEE413 | Számítógépes elektronikai tervezés | Elektrotechnikai Tsz. |
| TR | GEVEE414 | Elektromágneses összeférhetőség (EMC) az informatikai rendszerekben | Elektrotechnikai Tsz. |
| TR | GEVEE415 | Teljesítményelektronika | Elektrotechnikai Tsz. |
| TR | GEVEE416 | Villamos szervohajtások | Elektrotechnikai Tsz. |
| TR | GEVEE417 | Villamos modellezés és szimuláció | Elektrotechnikai Tsz. |
| LR | GEALT408 | Anyagáramlási rendszerek elmélete | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT410 | Logisztikai rendszerek elmélete | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT411 | Logisztikai informatika | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT412 | Beszerezési és elosztási logisztika | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT413 | Termelési logisztika | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT414 | Gyártórendszerek logisztikája | Anyagmozg. Log. |

| | | | |
|----|----------|---|-----------------|
| LR | GEALT415 | Szolgáltatási logisztika | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT416 | Minőségbiztosítás logisztikája, termék logisztika | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT417 | Újrahasznosítás logisztikája | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT418 | Globális logisztika | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT419 | Raktározási rendszerek | Anyagmozg. Log. |
| LR | GEALT420 | Logisztika matematikai modelljei | Anyagmozg. Log. |