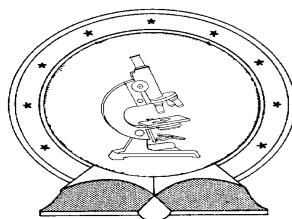


DE TTK



1949

Adatbázis-kezelés oktatásának eredményességvizsgálata mér- nökhallgatók körében

Egyetemi doktori (PhD) értekezés

a szerző neve: Czenky Márta Erzsébet
témavezető neve: Dr. Kormos János

DEBRECENI EGYETEM
Természettudományi Doktori Tanács
Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola
Debrecen, 2015.

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola Didaktika programja keretében készítettem a Debreceni Egyetem természettudományi doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2015. április 14.

.....
a jelölt aláírása

Tanúsítom, hogy Czenky Márta Erzsébet doktorjelölt 2007-2010 között a fent megnevezett Doktori Iskola Didaktika programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult. Az értekezés elfogadását javasolom.

Debrecen, 2015. április 14.

.....
a témavezető aláírása

ADATBÁZIS-KEZELÉS OKTATÁSÁNAK EREDMÉNYESSÉGVIZSGÁ- LATA MÉRNÖKHALLGATÓK KÖRÉBEN

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
a matematika és számítástudományok tudományágban

Írta: Czenky Márta Erzsébet okleveles matematikus

Készült a Debreceni Egyetem Matematika és Számítástudományok doktori iskolája
(Didaktika programja) keretében

Témavezető: Dr. Kormos János

A doktori szigorlati bizottság:

elnök:	Dr. Maksa Gyula	.....
tagok:	Dr. Páles Zsolt	.....
	Dr. Szelezsán János	.....

A doktori szigorlat időpontja: 20...

Az értekezés bírálói:

Dr.	.....	.....
Dr.	.....	.....
Dr.	.....	.....

A bírálóbizottság:

elnök:	Dr.	.....	.....
tagok:	Dr.	.....	.....
	Dr.	.....	.....
	Dr.	.....	.....
	Dr.	.....	.....

Az értekezés védésének időpontja: 20...

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	6
1 Bevezetés	1
1.1 Adatbázis-kezelés oktatása a Szent István Egyetemen	3
1.1.1 Szaktárgyak melyek keretében adatbázis-kezelést oktatása folyik... ..	3
1.1.2 Oktatási körülmények	4
1.1.3 Az oktatott tárgyak tematikái.....	4
1.2 Adatbázis-kezelés oktatása a hazai felsőfokú oktatásban	5
1.2.1 A tematikák összehasonlítása az általam oktatott tárgyak tematikáival.....	7
1.3 Célkitűzések	7
1.4 A kutatás menete	8
1.5 PhD tézisek	12
2 Irodalmi áttekintés.....	15
2.1 Tankönyvek és példatárak az oktatásban	15
2.2 Az adatmodellezés oktatása	16
2.2.1 Modellezési alapfogalmak tanítása	16
2.2.2 Az E-K modell tanítása.....	17
2.2.3 A relációs modell tanítása.....	19
2.3 Fogalomtanítás, fogalomtérképek és fogalomrendszerezés	22
2.4 Az SQL-92 nyelv oktatása	25
2.5 Intelligens oktatórendszerek.....	26
2.5.1 E-R modellezés oktatása.....	27
2.5.2 Függőségek és normalizálás oktatása	28
2.5.3 Az SQL nyelv oktatása	30
2.6 Adatmodellek és Moodle tesztek értékelése	33
3 Anyag és módszer	35
3.1 Anyag.....	35
3.1.1 Az adatbázis-kezelés oktatásának hallgatói megítélése – kérdőíves felmérés.....	35
3.1.2 A hallgatók tanulási szokásainak vizsgálata	39
3.1.3 Vizsgálatok adatforrásai.....	42
3.2 Módszer.....	43
3.2.1 Az alkalmazott statisztikai vizsgálati módszerek.....	43
3.2.2 Az alkalmazott adatbányászati vizsgálati módszerek	44
4 Általam kidolgozott új oktatástámogató eszközök.....	45
4.1 Moodle kérdésbank és tesztek.....	45
4.2 Adatmodellezési példatár	47
4.3 Alternatív normalizálási módszerek.....	48
4.4 Az adatmodellezés fogalomtérképei	53
4.5 SQL oktatóprogram.....	57
5 Kutatási eredmények.....	61
5.1 Grafikus rajzolóprogramok használatának eredményességvizsgálata.....	61
5.1.1 A rajzoló programok alkalmazása	61

5.1.2	Vizsgálati eredmények	61
5.2	Adatmodellezési példatár használatának eredményességvizsgálata	64
5.2.1	Felkészülési módok előnyei és hátrányai	64
5.2.2	Vizsgálati eredmények	65
5.2.3	Hallgatói felmérés az adatmodellezési példatárról	66
5.3	A fogalomtanulás eredményességvizsgálata.....	66
5.3.1	A fogalomtanulás lépései és témakörei	66
5.3.2	Vizsgálati eredmények	67
5.4	Fogalomtérképek használatának eredményességvizsgálata.....	72
5.4.1	Fogalomrendszerező felmérések feladatlapjai.....	72
5.4.2	Vizsgálati eredmények	73
5.5	Alternatív normalizálási módszerek alkalmazásának eredményességvizsgálata.....	74
5.5.1	Vizsgálati eredmények	75
5.6	SQL oktatóprogram használatának eredményességvizsgálata.....	78
5.6.1	Vizsgálati eredmények	79
5.6.2	Hogyan tanulják a hallgatók az SQL nyelvet?	80
5.6.3	Az SQL oktatóprogram hallgatói értékelése.....	83
6	Összefoglalás	85
7	Summary	90
	Irodalomjegyzék.....	95
	Ábrajegyzék	105
	Táblázatjegyzék.....	106
	Köszönetnyilvánítás	108
	DVD tartalomjegyzéke.....	109

1 Bevezetés

Napjainkra az adatbázisok és az adatbázis-kezelő rendszerek hétköznapi életünk részeivé váltak. Nem kerülhető meg tehát ezen ismeretek oktatása a középfokú és a felsőfokú oktatásban sem. A tanítandó ismereteket az adatmodellek, adatbázis-kezelő rendszerek mindenkorai fejlettségi szintje határozza meg.

Manapság a relációs (objektum-relációs) adatbázis-kezelő rendszerek a legelterjedtebbek, de objektum-orientált adatbázisok is találhatók az ipari gyakorlatban. Ezen rendszereknek az alapját a hasonló nevű adatmodellek képezik. Adatbázis-kezelő nyelvek közül mára mind az interaktív használatban, mind az adatbázis-programozás terén az SQL nyelv a legismertebb és leginkább használt.

Ennek megfelelően a relációs adatmodell, a relációs adatbázis-kezelő rendszerek működése, valamint az SQL nyelv tanítása alapvetően részét képezi a különböző képzések tematikáinak.

Közel 25 éve tanítom én is ezeket a témaköröket, kezdetben az alaptárgyi informatika oktatás keretében, 2001 óta pedig önálló tantárgyként. Az SQL eljárásjellegű utasításait, tárolt eljárások, függvények és triggerek írását, a kurzorkezelést 2002 óta tanítom. 2008-ban indult először az Adatbázis-programozás fakultatív tárgyam, melyben különböző programnyelvek és objektummodellek adatbázis-kezelési technikáit tanítom.

2007 óta tanítok a Szent István Egyetemen mérnökhallgatókat, gépész- és környezetmérnök valamint műszaki menedzser szakon. Az ő oktatásukban a kitűzött cél az elméletileg megalapozott, gyakorlatorientált oktatás. A hallgatók azt várják el, hogy kialakuljon az adatmodellezési készségük, képesek legyenek relációs adatbázisokat – műszaki és környezeti adatbázisokat – kezelni és lekérdezni az SQL nyelv segítségével, képesek legyenek kisebb adatbázisokat megtervezni és megvalósítani. Az oktatási célok megfogalmazásánál ezeket az elvárásokat is figyelembe vettem.

Az oktatásban eltöltött közel 25 év alatt rengeteg oktatási tapasztalatom gyűlt össze, mely segítségemre volt a kutatási célok meghatározásában, a kifejlesztett új oktatási eszközök és módszereket, valamint a vizsgálatok megvalósításában.

Kutatásaimat 2007 és 2014 között végeztem. A kutatás kezdetén kérdőíves felmérést végeztem a hallgatók körében, melynek során véleményüket kértem a tanított témakörökről, az oktatásról. Saját oktatási tapasztalataim mellett a felmérés eredményét is figyelembe vettem a kutatási célok és az oktatás eredményességét növelő új oktatási módszerek és eszközök kidolgozásánál.

A kutatás során a következő új eszközöket és módszereket dolgoztam ki:

- Moodle kérdésbank,
- adatmodellezési példatár,
- adatmodellezés fogalomtérképei,
- alternatív normalizálási módszerek,
- SQL oktatóprogram.

Az e-learninges oktatórendszerek kérdésbankjai és a nyomtatásban vagy webes felületen közzétett adatbázis-kezelési példatárak általában az elméleti ismereteket kéri számon, valamint a teljes adatmodell elkészítését kérő feladatokat tartalmaznak. Az általam kifejlesztett kérdésbankban és példatárban is találhatók hasonló feladatok, de

új az, hogy zömében kisebb modellezési feladatokat tartalmaznak, melyek a fogalomtanulást támogatják és a modellezési készség fejlesztését segítik.

A fogalomtérképeket régóta használják az oktatásban, elsősorban szemléltetésre. Az adatbázis-kezelésben konkrét adatmodellek és az adatbázis-kezelő rendszerek működésének leírására alkalmaznak fogalomtérképeket. Az általam megszerkesztett fogalomtérképekben új az, hogy az adatmodellezés fogalmai közti összefüggéseket írják le. Felhasználásukban pedig az újdonság az, hogy fogalomrendszerezésre szolgálnak a fogalomrendszerezés szokásos eszközei, a hierarchiák és Venn diagramok helyett.

A normalizálás, és annak során a függőségek felismerése, mind a tanár, mind a hallgatók véleménye szerint a legnehezebb témaköre az adatmodellezésnek. A téma eredményesebb tanítását elősegítheti a hallgatók által könnyebben érthető és tanulható alternatív normalizálási módszerek bevezetése az oktatásban. Én két ilyen új alternatív normalizálási módszert dolgoztam ki: a függőségi diagrammal és a tesztel történő normalizálást. A függőségi diagramokat régóta használják a táblázatokban fennálló függőségek szemléltetésére. Az általam történő használatban új, hogy a normalizálást hajtom végre a függőségi diagram alapján. Némi változtatást is alkalmaztam a függőségi diagramok rajzolásában, mellyel elkerülhető a BCNF-et sértő függőséget tartalmazó táblázat normalizálása során a függőségvesztés. A normalizálás folyamatát hét lépésre bontva normalizálási kérdéssorokat hoztam létre, melyek a Moodle rendszerben is lehetővé teszik a normalizálás gyakoroltatását. Az ilyen normalizálási tesztek használata szintén újdonság az oktatási gyakorlatban.

Az SQL nyelv tanítása valamilyen adatbázis-kezelő rendszerrel történik, és általában ez áll rendelkezésre a hallgatók önálló felkészülése során is. Az adatbázis-kezelő rendszer használata előzetes telepítést igényel, nem nyújt támogatást az utasítások szerkesztéséhez, a rendszer nem ad visszajelzést a megszerkesztett utasítások helyességéről, és idegen nyelvű szoftver esetén a hibajelzései sem magyar nyelvűek. Az általam kidolgozott új SQL oktatóprogram ezeket a hátrányokat kiküszöböli. Webes felületen fut, nem igényel telepítést, többféle módon támogatja az utasítások szerkesztését, visszajelzést ad az utasítások eredményének helyességéről, hibajelzései magyar nyelvűek. Az adatbázis-kezelő rendszerekkel ellentétben újdonság az is, hogy az SQL oktatóprogram minden hallgatói műveletet naplóz. A naplófájl adatainak elemzésével információ szerezhető arról, hogyan tanulják a hallgatók az SQL nyelvet.

Kutatásom során megvizsgáltam azt is, hogy ezek az új oktatási eszközök és módszerek valóban eredményesebbé teszik-e a tanítást. Mivel többségében új eszközökhöz és módszerekhez kapcsolódnak, tartalmukban ezek a vizsgálatok is újak. Az általam elvégzett eredményességi vizsgálatok a következők:

- grafikus programok alkalmazásának vizsgálata,
- adatmodellezési példatár használatának vizsgálata,
- fogalomtanulás eredményességének vizsgálata,
- fogalomtérképes fogalomrendszerezés eredményességének vizsgálata,
- alternatív normalizálási módszerek használatának eredményességvizsgálata,
- SQL oktatóprogram használatának eredményességvizsgálata.

A vizsgálatok során az új eszközöket és módszereket használó csoportok eredményeit vetettem össze a hagyományos eszközöket és módszereket használó kontroll

csoportok eredményeivel. Az eredmények összehasonlítása statisztikai módszerekkel történt, de néhány esetben végeztem adatbányászati vizsgálatokat is.

A grafikus programok alkalmazásának eredményességvizsgálatokor egy új mutatót képeztem, így modellezési alapelemenként és kulcsként kaptam egy-egy mérőszámot. A vizsgálatban új az is, hogy nem az összesített pontszámokat vizsgáltam, hanem modellezési alapelemenként és kulcsként hasonlítottam össze az eredményeket.

A fogalomtanulás eredményességvizsgálatánál új, hogy nem a teszteredményeket, hanem a feladattípusonként és témakörönként besorolt kérdések eredményeit hasonlítottam össze. Új továbbá, hogy a statisztikai vizsgálatok mellett adatbányászati vizsgálatot is végeztem. Nevezetesen döntési fák felállításával válaszoltam meg azt a kérdést, hogy mely feladattípusok és témakörök a legproblémásabbak a hallgatók számára. Vizsgálatomban új az is, hogy nemcsak a tesztek eredményeinek, hanem a kérdésenkénti eredményeknek az eloszlását is megvizsgáltam.

Néhány új eszközről kikértem a hallgatók véleményét is. A vizsgálati eredmények bemutatása után ezen felmérések eredményét is ismertetem.

1.1 Adatbázis-kezelés oktatása a Szent István Egyetemen

A Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karának Informatika Tanszéke felelős az informatika oktatásáért a Gépészmérnöki Karon és a Mezőgazdaság- és Környezet-tudományi Karon. Ez egyrészt az alaptárgyi informatika oktatást, ahol 3-5 alkalommal tanulnak a hallgatók adatbázis-kezelést, másrészt a különböző informatikai szaktárgyak oktatását jelenti heti 2 órás kiméretben a BSc és MSc képzésben egyaránt.

1.1.1 Szaktárgyak melyek keretében adatbázis-kezelést oktatása folyik

Tárgynév	Rövidítés	Szak	Képzés típus	Heti/félévi óraszám	Év
Adatbázis-kezelés	ABK	gépészmérnök, mérnök informatika szakirány	BSc, nappali	1+1	2007-2010 őszi félév
Alkalmazott informatika	MM	műszaki menedzser	MSc, levelező	16+10 (félév)	2010-2013 őszi félév
Környezeti adatbázisok	KDB	környezetmérnök	MSc, nappali	2+2	2011-2013 őszi félév
Számítás-technika III.	KM3	környezetmérnök	BSc, nappali	2+2	2010-2013 őszi félév
Adatbázis programozás	ABP	bármely	bármely	0+2	2008, 2010, 2013 tavaszi félév

1-1. táblázat Az általam oktatott szaktárgyak

Az 1-1 táblázatban foglaltam össze azokat a tárgyakat, melyek keretében negyedéves vagy féléves időtartam alatt adatbázis-kezelés tanítása folyik. Ezeknek a tárgyaknak a hallgatói vettek részt az általam elvégzett vizsgálatokban.

Az ABK kurzusok oktatása tanrendváltás miatt 2010 után megszűnt. A KM3 kurzusnak csak negyedévig tanítottam az adatbázis kezelést, heti 4 órában, tehát óraszámban megfelelt egy féléves képzésnek. A KM3 kurzus hallgatói CAD ismereteket tanultak a félév második felében. Szintén negyedévig tanultak heti 4 órában adatbázis-kezelés a KDB kurzus hallgatói, ők a félév másik felében a környezeti adatbázisokkal ismerkedtek meg.

Az ABP kivételével minden tárgy kötelező, az ABP viszont fakultatív tárgy, bármely képzésben és szakon felvehető. Ennek keretében adatbázis programozást tanulhattak a hallgatók. Mint a 1-1 táblázatból látható, nem minden évben indult a tárgy, mert a hallgatók száma nem mindig érte el az előírt létszámot.

1.1.2 Oktatási körülmények

Azon tárgyaknál, ahol előadás is van, az előadások számítógéppel és projektorral ellátott teremben folytak, míg a gyakorlatok számítógépes laborokban kerültek megtartásra.

Az oktatáshoz a következő adatbázis-kezelő rendszerek álltak rendelkezésre: Access, MS SQL Server Express, MySQL, Oracle Express.

A gyakorlati oktatáshoz vagy az Access (KM3, MM) vagy az SQL Server Express (ABK, KDB) adatbázis-kezelőket használtam, az utóbbi rendszerrel minden hallgató dolgozott, aki az általam kifejlesztett SQL oktatóprogrammal tanult. A MySQL adatbázis-kezelő rendszerrel az adatbázis programozás tárgy hallgatói dolgoztak. Az Oracle Express rendszert azért telepítettük, hogy a hallgatók önállóan megismerjék, de az érdeklődés hiánya miatt ezt a rendszert később megszüntettük.

Az oktatásban rendszeresen használtam a Moodle kurzusszervezési rendszert. Kezdetben ez a rendszer tanszéki szerveren futott, később létrehozták az egyetemi szintű Moodle rendszert.

1.1.3 Az oktatott tárgyak tematikái

Azokban a kurzusokban, ahol egy féléves óraszámnak megfelelő időtartamban folyik az adatbázis-kezelés tanítása a következő a tematika:

- Adatbázis-kezelő rendszerek főbb jellemzői
- Adatmodellezés
 - Modellezési alapfogalmak
 - Egyed-kapcsolat adatmodell
 - Relációs modell
 - Függőségek és normalizálás
 - Függőségi diagramok
- Az SQL-92 adatbázis-kezelő nyelv
 - Az SQL nyelv használatának általános szabályai.
 - Adatdefiníciós utasítások
 - Adatkezelő utasítások
 - Adatfelügyeletei utasítások

A KDB kurzusnál a fenti tematika mellett még a következő témák tanítása folyik:

- Az SQL nyelv eljárás jellegű utasításai
- Tárolt eljárások, függvények, kurzorkezelés, triggerek
- Térinformatikai alapok
- Magyarországi környezeti adatbázisok
- EU-s környezeti adatbázisok

A számonkérés minden kurzusnál két dolgozattal történik – adatmodellezés teszt, SQL dolgozat. Az ABK kezdetű kurzusoknál egy házi feladatot is kellett készíteni a hallgatóknak. Meg kellett tervezni egy kisebb nyilvántartási feladat adatbázisát, elkészíteni a számítógépes megvalósítást, és SQL nyelvvel lekérdezéseket kellett végrehajtani. A KDB kurzusnál is kell házi feladatot készíteni, melyben egy külföldi, idegen nyelvű környezeti adatbázist kell bemutatni.

Az Adatbázis programozás tárgy témakörei a következők:

- Az SQL nyelv eljárásjellegű utasítása (SQL Server, MySQL)
- Tárolt eljárások, függvények, kurzorkezelés, triggerek (SQL Server, MySQL)
- Visual Basic alapok
- Az ADO objektummodell
- C# alapok
- Az ADO.NET objektummodell
- PHP alapok
- MySQL és ODBC kapcsolató adatbázisok kezelése PHP nyelvből
- Az Access adatbázis-kezelő programozása

A számonkérés két elméleti teszttel történt, melyekben a definíciók, jellemzők ismeretének számonkérése mellett rövid programokat is értelmezni kellett. Házi feladatként egy rövid nyilvántartási programot kellett írni, melyben az adatbázis elérés az ADO.NET használatával történik.

Terveztem egy második fakultatív tárgy indítását is Adatbázis-kezelés II. címmel, mely az objektum-orientált és egyéb adatmodellekről, XML, NoSQL, az adatbázis-rendszerek megvalósításáról és az adatbányászat alapjairól szólt volna, de érdeklődés hiányában ez a tárgy nem indult el.

1.2 Adatbázis-kezelés oktatása a hazai felsőfokú oktatásban

Felmérést készítettem arról, hogy más felsőoktatási intézményekben a mérnök-informatikus szakokon, a környezetmérnök képzésben és a műszaki menedzser képzésben az adatbázis-kezeléshez kapcsolódó tárgyak keretében mit tanítanak. A forrásom az Interneten megtalálható tantervek és tantárgytematikák voltak, illetve a környezetmérnök képzésről személyes megkeresések alapján gyűjtöttem információt. A vizsgálat célja azt volt, hogy összevethetők legyenek az oktatott ismeretek az általam hasonló szakokon oktatott tárgyak tematikáival.

A mérnök-informatikus BSc képzésben kötelezően egy vagy két féléves képzés folyik, a választható tárgyak száma intézményenként változó. Ez utóbbiból a kínálat a legnagyobb a BME, az OE és a ME képzésében. Az intézményekre az Országos

Felsőoktatási Információs Központ rendszerében használt, és mára széleskörűen elterjedt rövidítésekkel hivatkozom.

A tantárgyi tematikák alapján a kötelező tárgyak keretében az egyed-kapcsolat (E-K), a relációs és az objektum-orientált adatmodelleket, az SQL-92 deklaratív nyelvet és az SQL-99 procedurális programozást lehetővé tevő utasításkészletét tanítják. De több helyen ismertetésre kerül a hierarchikus, a hálós, a kibővített egyed-kapcsolat (EER) és az objektum-relációs adatmodell is. Ezen kívül némely intézményben tanítják az XML alapjait, az adattárházak alapjait és foglalkoznak a fizikai adatbázis szervezés kérdéseivel is (Czenky, 2008c, Mérnök informatikus BSc képzés tantárgyi tematikáinak forrásai, 2014).

A gyakorlati oktatás a legtöbb intézményben az Oracle adatbázis-kezelő rendszerrel folyik, de több helyen használják a DB2, az SQL Server, a MySQL adatbázis-kezelő rendszereket is.

Más intézmények választható tárgyaiban többek között a következő témák oktatására kerül sor (zárójelben jeleztem, hogy a témát mely intézményben oktatják): adatbányászat (BME, DF, ME), adatbázisok szerveroldali programozása (BME), adatkezelés XML-es környezetben (ME), adattárházak (BME, DF, ME, OE), Oracle, DB2, SQL Server adminisztráció és fejlesztés (ME), web adatbázisok (DF, OE, PPKE, PTE), vizuális adatbázis-kezelés (SZE) (Czenky, 2008c, Mérnök informatikus BSc képzés tantárgyi tematikáinak forrásai, 2014). A felsorolt témák között több egy egész félévet kitöltő tárgy.

A környezetmérnök BSc képzésben, a személyes megkeresésre kapott tematikák alapján, több helyen tanítják a relációs modellt és adatbázis-tervezést (DE, OE, PE), az Accesst (DE, OE) és az SQL nyelvet (OE, PE). A PTE-n tanítják továbbá az adatbányászat alapjait és szólnak a környezeti adatbázisokról is. Térinformatikát a DE, EJF, PE, SZE, PTE egyetemeken tanítanak (Környezetmérnök BSc tantárgyi tematikáinak forrásai, 2014).

A környezetmérnök MSc képzésben az Interneten talált tantervek alapján a következő informatikai tárgyakat tanítják: adatbányászat és térinformatika (PE), környezeti információs rendszerek (NYME), környezeti rendszerek modellezése (BME, DE), környezetinformatika (DE). A felsorolt tantárgyak egyikéhez sem találtam tematikát, így azt nem tudom, hogy azon tárgyak közül, amelyeknél nem egyértelmű a név alapján a tartalom adatbázis-kezelési ismereteket tanítanak-e (Környezetmérnök MSc tantárgyi tematikáinak forrásai, 2014).

Műszaki menedzser mesterképzés kevés felsőoktatási intézményben folyik. Ezen képzéseknek a tantervét szintén az Interneten találtam meg. Ez alapján nincs informatika tárgy a BME, DE, SZE képzésében, míg a többi intézményben a következő tárgyakat tanítják: mérnöki szoftverek készítése (NYME), informatika és alkalmazások (PE), műszaki informatika (SZTE). Tantárgyi leírások hiányában, ez esetben sem tudható, hogy a felsorolt tárgyak keretében oktatnak-e adatbázis-kezelési ismereteket.

1.2.1 A tematikák összehasonlítása az általam oktatott tárgyak tematikáival

A tematikákat összehasonlítva a más intézményekben oktatott tárgyakkal a mérnök informatikus szakirányos gépészmérnököknek és a környezetmérnököknek oktatott ismeretek összhangban vannak a más intézményekben oktatott ismeretekkel.

A gépészmérnök szakon az adatmodellezésben nem oktatok bizonyos modelleket (hierarchikus, hálós, EER, objektum-relációs) és a választható tárgyak száma is kevesebb, de ezt magyarázza a heti óraszám, a hallgatói érdeklődés hiánya, és az, hogy a hallgatók gépészmérnökök lesznek és nem informatikusok.

A környezetmérnök BSc szakon térinformatikát nem tanítok, mert azt más tárgy keretében tanulnak a hallgatók, és az óraszám nem teszi lehetővé, hogy szóljak az adatbányászat alapjairól. A környezeti adatbázisokról pedig az MSc képzés keretében hallanak a hallgatók.

A környezetmérnök MSc képzésben az adatmodellezés és SQL nyelv újbóli tanítására azért van szükség, mert a hallgatók döntő többsége más intézményben szerezte az alapidiplomáját, és még nem tanult adatbázis-kezelést. A kurzus hallgatói a más intézményekben tanított térinformatikát, környezeti rendszereket, környezeti modellezést más tárgy keretében tanulják.

A műszaki menedzser képzésben a tantárgyi tematikák ismerete nélkül nem tudok összehasonlítást tenni.

1.3 Célkitűzések

Célkitűzésem röviden az volt, hogy az oktatás minden területén növeljem az eredményességet. E célból először a hallgatók körében felmérést végeztem, melynek eredményeképpen megismerhettem a hallgatók véleményét az oktatott témákról, fogalmakról, algoritmusokról, nyelvről, tanulási szokásaikról, motiváltságukról, stb. Ez alapján információt kaptam a hallgatók által problémásnak ítélt területekről, amit összevetve a saját oktatói tapasztalataimmal, meghatározhattam, hogy mely területeken kell eszközöket és módszereket keresni az eredményesség javítására.

Céлом volt továbbá a hallgatók tanulási szokásainak megismerése. Erről információt a Moodle naplófájlya adatainak elemzésével kaptam. Az eredmény ismeretében változtathattam az oktatás ütemezésén, a számonkérések időpontjain, illetve azokban a periódusokban, amikor a hallgatók kevésbé aktívak, ösztönző eszközökkel, például plusz pontok adásával serkenthettem őket a tanulásra.

A fogalmak megtanulása, a fogalomrealizálás, a fogalmak közti összefüggések ismerete alapja minden tanulásnak, így az adatbázis-kezelés megtanulásának is. Ezért céлом volt a fogalomtanulás és a fogalomrendszerezés eredményességének mérése. Az eredmények ismeretében a fogalomtanulás eredményességét kívántam növelni azáltal, hogy létrehoztam egy Moodle kérdésbankot, melynek kérdéseiből generált tesztek a fogalomtanulást támogatják, majd később bővítettem ezt a kérdésbankot olyan kérdésekkel, melyek a fogalomtanulás problémás fázisainak eredményesebb végrehajtását biztosítják. A fogalomrendszerező felmérés célja volt, hogy tájékoztasson arról, mennyire ismerik a hallgatók a fogalmak közti összefüggéseket.

Fontos céлом volt, hogy az egyed-kapcsolat modellel és a normalizálással történő adatbázis-tervezés eredményességét növeljem. E célból ingyenes grafikus szoftvere-

ket kerestem, amelyek alkalmasak a Chen jelölésű egyed-kapcsolat modell, illetve a Bachman diagram rajzolására. Továbbá alternatív normalizálási módszereket kerestem a szakirodalomban és megvizsgáltam azok oktatásban történő bevezethetőségét. Az SQL nyelv tanulásának elősegítésére olyan grafikus felületű ingyenes szoftvert kerestem, melyek támogatják az utasítások szerkesztését, ezáltal segítve az SQL nyelv eredményesebb megtanulását.

Céлом volt továbbá olyan oktatástámogató eszközök kifejlesztése, melyek eredményesebbé teszik a tanulást:

- adatmodellezési példatár megírása, mely a fogalmak definícióinak és tulajdonságainak megtanulását, a fogalomazonosítást és fogalomrealizálást, kisebb modellezési feladatokon keresztül a modellezési készség fejlesztését, többlépcsős feladatsorokon keresztül a normalizálás algoritmusának megtanulását, az adatmodellezés grafikus eszközeinek használatát támogatja, ez utóbbit diagramolvasási és értelmezési feladatokon keresztül,
- alternatív normalizálási módszerek kidolgozása, azért, hogy az adatbázis-tervezés hatékonyságát növeljék,
- a fogalomrendszerezés mérésére a fogalmak kapcsolatait leíró hierarchikus ábrák, Venn diagramok és fogalomtérképek kidolgozása,
- webes felületű SQL oktatóprogram kidolgozása, mely sűgóval, tutoriálokkal segíti az utasításszerkesztés, majd heurisztikus ellenőrzés után visszajelzést ad az utasítás helyességéről.

Az igénybe vett és általam kidolgozott oktatási eszközök eredményes használatát vizsgálatokkal kívántam ellenőrizni, melynek során választ kaptam arra a kérdésre, hogy ezekkel az eszközökkel szignifikánsan eredményesebb lett-e a tanulás.

1.4 A kutatás menete

A kutatást 2007 szeptemberében kezdtem, miután felvételt nyertem a PhD képzésre. Ebben az időszakban a tanszéken már működött egy Moodle kurzusszervezési keretrendszer, melynek tanulástámogató lehetőségeit örömmel ismertem meg. Azonnal nekiláttam egy kérdésbank létrehozásának, először az adatmodellezés témakörben. 92 kérdést hoztam létre, majd generáltam egy gyakorló tesztet a hallgatóknak. A gyakorló teszt jellemzőit a 4-1. táblázat tartalmazza, a tesztet az 5. oktatási héttől használhatták a hallgatók, nagyban segítette a zárthelyi dolgozatra való felkészülést.

Ezt követően összeállítottam egy kérdőíves felmérés kérdőívét, mellyel a 3.1.1 fejezetben leírt kérdésekre kerestem választ. A kérdőívet a hallgatók a félév végén elektronikusan, a Moodle rendszerben töltötték ki.

Ugyancsak ebben a félévben kidolgoztam 118 darab, az SQL nyelv tanulását támogató kérdést a Moodle kérdésbankba. Ezekből a kérdésekből 7 darab gyakorló tesztet generáltam, lásd 4-3. táblázat. Ezeket a teszteket az SQL témakörök tanulásával párhuzamosan már használhatták a hallgatók.

Tanári tapasztalataim szerint az adatbázis-tervezés megy a hallgatóknak a legkevésbé és a normalizálást sokkal nehezebbnek tartják, mint az E-K modellel történő adatbázis tervezést. Ebben a félévben, egy kurzusban az órán felmérést végeztem,

hogy papíron mennyire képesek a hallgatók normalizálással adatbázis tervezésre, illetve a relációs modell Bachman ábrájának elkészítésére.

A kérdőíves felmérés válaszait a 2007/2008-as tanév tavaszi félévében dolgoztam fel. A MySQL adatbázis adatait SQL-el kérdeztem le és Visual Basic eljárásokkal dolgoztam fel, majd az eredményekből jelentéseket generáltam. Az eredmények a 3.1.1 fejezetben olvashatók.

Az adatbázis-tervezés feladatait kijavítva azt tapasztaltam, hogy az egyedhalmazok, kapcsolatok, tulajdonságok és kulcsok modellezésénél 8%-22% közötti a hibásan modellezett vagy nem modellezett elemek száma. Még a BME-én 2007 tavaszán tanított kurzus papíron készült E-K modelljeit javítva, hasonlóan tapasztaltam, sőt itt a kapcsolatok modellezésénél ez az arány meghaladta az 50%-ot. Ez késztetett arra, hogy a 2007/2008-as tanév tavaszi félévében olyan ingyenes grafikus programokat keressék, amelyek alkalmasak a Chen-féle jelölésű E-K diagramok, valamint a Bachman ábrák megrajzolására. A talált programok közül kettőt választottam ki, a Dia programot az E-K modell, a Toad Data Modeler programot a Bachman ábra készítésére, a 2008/2009 tanév őszi félévvégi házi feladatok elkészítésekor a hallgatóknak pedig előírtam e szoftverek használatát. A házi feladatok javítása után megvizsgáltam, hogy a programokkal szignifikánsan jobban modelleznek-e a hallgatók, lásd 5.1 alfejezet.

A hallgatók tanulási szokásainak vizsgálatakor (lásd 3.1.2 alfejezet) azt tapasztaltam, hogy az SQL tesztek egyre csökkenő számban oldották meg a hallgatók, lásd 3-2. ábra. Az SQL dolgozat eredménye azt mutatja, hogy a csoportosításos, az összekapcsolásos és az alkérdéses lekérdezéseket a hallgatók többsége nem tudta megszerkeszteni (Czenky, 2014a). A kérdőíves felmérésben is ezeket a lekérdezéseket tartották a hallgatók leginkább problémásnak, lásd 3-4. táblázat. Ezért a 2008/2009 félév őszi félévében ezekhez a témakörökhöz SQL tutoriálokat írtam, illetve az ezekben megtalálható gyakorló lekérdezésekhez olyan tesztek, amelyekbe bemásolhatták a megszerkesztett lekérdezéseket, a teszt lezárásakor pedig láthatták az ideális megoldásokat. A tutoriálokat használták a hallgatók tanulásra, átlagosan 3-4-szer nyitották meg őket, a tesztek közül csak a csoportosítás tesztet szerkesztették meg a kérdéseket, a továbbiakat csak megnyitották, majd a lezárás után megnézték az ideális megoldást (Czenky, 2011). Ez a hallgatói gyakorlat is azt mutatja, hogy olyan megoldást kell keresni, amely közvetlenül a kérdések megszerkesztése után értékeli azokat és visszajelzést küld. Az e félévi SQL dolgozat eredményét összehasonlítottam a megelőző évével, az eredmény jobb, de azt nem sikerült igazolni, hogy szignifikánsan. Itt jegyzem meg, hogy a későbbi években a hallgatók nem használták ezeket a tutoriálokat a tanulás során.

A 2008/2009 tanév tavaszi félévében intelligens oktató rendszerek szakirodalmi leírásának keresésével és a személyes kipróbálás megszervezésével foglalkoztam. Közel húsz e-mailt küldtem el ilyen intelligens oktatórendszerek készítőihez, kb. felére kaptam választ. Néhány már nem működik, így hat rendszer kipróbálására volt lehetőségem. A rendszerek tudásszintjének leírása és értékelésük a 2.5 alfejezetben olvasható. Nagyon jó lenne, ha ilyen rendszerek az én oktatási gyakorlatomban is rendelkezésre állnának, de ezek programozása nem egyszemélyes projekt. Leginkább egy SQL oktatóprogram megírásának lenne esélye, ha az SQL utasítások ellenőrzését nem a programra, hanem egy adatbázis-kezelő rendszerre bízom.

A kérdőíves felmérésem szerint a hallgatók a legproblémásabbnak a függőségek és normalizálás témaköröket tartják, és a normalizálás egyes lépéseinek végrehajtása is gondot okoz a hallgatók egy részének, lásd 3-2. és 3-3. táblázatok. Ezért alternatív normalizálási módszereket kerestem, illetve dolgoztam ki. Az intelligens oktatórendszerek kutatása során találtam a cookbook módszernek nevezett normalizálási módszert, mely rendkívül egyszerűen végrehajtható, lásd 2.2.3 alfejezet. Saját oktatói gyakorlatomban már régóta használom a függőségi diagramokat a táblázatban fennálló függőségek szemléletes megjelenítésére. Ezek a diagramok a lezárt meghatározására és a teljes normalizálási folyamat végrehajtására is alkalmasak, lásd 4.3 alfejezet.

A 2009/2010 tanév őszi félévében felmérést végeztem, hogy a hallgatók jobban tudnak-e normalizálni az alternatív normalizálási módszerekkel. A hagyományos normalizálási módszer mellett végre kellett hajtaniuk egy normalizálást a függőségi diagram, és egyet a cookbook módszer szerint. A vizsgálatom szerint a függőségi diagrammal szignifikánsan jobban tudnak normalizálni, mint a hagyományos módszerrel. A cookbook módszernél ezt nem sikerült igazolni. A csoport rendkívül kis létszámú volt, ezért ezt a vizsgálatot a későbbiekben megismételtem.

Ugyancsak ebben a félévben bővítettem adatmodellezési kérdésekkel a Moodle kérdésbankot. Ennek során figyelembe vettem a kérdőíves felmérés eredményét. A kapcsolatok felismerését, egyedhalmazokhoz rendelését, kapcsolatokhoz tulajdonságok rendelését, kapcsolatfajták felismerését, a kapcsolatfajták E-K diagramon való megjelenését, a függőségek felismerését, függőségi diagramok olvasását és értelmezését segítő kérdéseket írtam, de hoztam létre új kérdéseket a többi témakörben is. Ekkor hoztam létre a normalizálási feladatsorokat is, lásd 4.3 alfejezet. A kérdések száma az adatmodellezés témakörben 250 lett, témakörök szerinti megoszlását a 4-2. táblázat mutatja.

A kérdésbank bővítése mellett új gyakorló tesztek is létrehoztam, lásd 4-1. táblázat. A kérdőíves felmérésben jelezték a hallgatók, hogy célszerű lenne a heti rendszeres tesztmegoldás. Ekkor alakítottam ki minden témakörben az ellenőrző teszteket, lásd 4.1 alfejezet. A „gyakorlás előtt” tesztet az óra végén oldották meg a hallgatók, hogy ellenőrizni tudják, hogy mennyire értették meg az órán elhangzottakat. Bár a hallgatói szokások elemzésekor azt az eredményt kaptam, hogy a hallgatók kampányszerűen, a zárthelyi dolgozat írása előtt tanulnak, lásd 3-1. ábra, én ezekkel az ellenőrző tesztekkel megpróbáltam heti rendszeres tanulásra és gyakorlásra bírni őket. A „gyakorlás előtt kontroll” tesztet, ami ugyanaz, mint a „gyakorlás előtt” teszt, a következő óra elején kellett megoldani a hallgatóknak, hogy ellenőrizni lehessen, hogy mennyire volt eredményes az ismeretek elsajátítása. És minden héten volt egy zárthelyi teszt is, ezek a „gyakorlás után” tesztek.

A törekvésem, hogy heti rendszeres tanulásra bírjam a hallgatókat sikertelen volt. A „gyakorlás előtt kontroll” tesztek eredménye azt mutatja, hogy ha a hallgató nem tanul, akkor felejt, ezeknek a teszteknek az eredménye rosszabb lett, mint a „gyakorlás előtt” tesztek eredménye. A zárthelyi dolgozatok eredménye is rosszabb lett, mint a megelőző félévekben. A következő évben az ellenőrző tesztek megmaradtak, a hallgatók saját tanulásuk eredményességét mérhették vele, de a zárthelyi teszteket hallgatói kérésre a félév végén egy időpontban írták meg.

A 2009/2010 tanév tavaszi félévében egy SQL oktatóprogram megvalósíthatóságát vizsgáltam meg, elkészítettem annak adatbázis-tervét, funkció-tervét és programtervét.

Ugyanebben az időszakban kezdtem el foglalkozni egy adatmodellezési példatár megírásával a hallgatók kérésére. A számítógépes teszteket a hallgatók általában szeretik, de vannak hallgatók, akik tankönyvből tanulnak szívesebben. A tesztmegoldásnak van két korlátja, egyrészt a megoldásra fordítható idő korlátozott, azért, hogy a hallgatók megszokják az esetlegesen feszítettebb feladatmegoldást, mert a zárthelyi teszten is idő korlát van. Másrészt a tesztmegoldáshoz számítógép kell. A hallgatók többsége nem hoz magával laptopot, a számítógépes laborok pedig önálló hallgatói munkára nem vehetők igénybe. A példatárból viszont időkorlát nélkül, esetleges szabadidejükben is tudnak tanulni. A példatár 2010 nyarán elkészült és szeptemberben nyomtatásban is megjelent, lásd 4.2 alfejezet.

A 2010/2011 tanév őszi félévében az ABK kurzus hallgatói nem használták a példatárat, a KM3 kurzus hallgatói, akiket ekkor tanítottam először, viszont igen. A későbbi félévekben tanított kurzusok hallgatóinak nagy része is használta a példatárat. A félév végén vizsgálatot végeztem, hogy jobb eredményt értek-e el a példatárból tanuló kurzus hallgatói, lásd 5.2 alfejezet. A hallgatók körében kérdőíves felmérést is végeztem a példatárról, lásd 5.2.3 alfejezet.

Ugyanebben az időszakban végeztem először fogalomrendszerező felmérést az ABK kurzus hallgatói körében. Az általam összeállított feladatlapon a fogalmak kapcsolatait leíró üres hierarchikus ábrákat, táblázatokat és Venn diagramokat kellett a hallgatóknak kitölteni. A hierarchikus ábrák kitöltése ment a hallgatóknak, a Venn diagramok kitöltése közepesen, a relációs modell fogalmainak összefüggéseit leíró táblázatok kitöltése viszont nem. Az átlagos eredmény 63,9% lett, ami gyenge közepes.

Ezzel a félévvel tanrendváltozás miatt ABK kurzusok tanítása megszűnt. Új kurzusokat is kezdtem tanítani, lásd 1-1. táblázat. A tematika nem változott, lásd 1.1.3 alfejezet, a cél továbbra is egy elméletileg jól megalapozott, gyakorlatorientált képzés. Ami változott, hogy ezekben a kurzusokban nincs házi feladat, vagy, ha van, az más jellegű. Így tehát a félév során az adatbázis-tervezésben és a gyakorlati implementálásban a hallgatók nem tudják kipróbálni magukat.

A 2010/2011 tanév tavaszi félévében vizsgálatot végeztem, hogy mennyire eredményes a fogalomtanulás. Arra a kérdésre kerestem választ, hogy a Moodle kérdésbank kérdései számának növelésével, illetve a példatár használatával szignifikánsan jobb lett-e a fogalomtanulás eredménye. Azt is meg kívántam határozni, hogy a fogalomtanulásnak mely lépéseiben és mely témakörökben várható a legrosszabb eredmény, lásd 5.3 alfejezet.

Mivel a 2010-es fogalomrendszerező felmérés nem a várt eredményt hozta, más eszközöket kerestem a fogalmak közti összefüggések leírására. A 2011/2012 tanév tavaszi félévében megszerkesztettem az adatmodellezés fogalomtérképeit. Az E-K modell fogalmai közti összefüggéseket 4, a relációs modell fogalmai közti összefüggéseket 3 fogalomtérképen jelenítettem meg, lásd 4.4 alfejezet.

Ugyanekkor elkezdtem feltölteni az SQL oktatóprogram adatbázisát a kérdésekkel, az ideális SQL megoldásokkal, a rövid és a hosszú sűgő szövegekkel, majd 2012 nyarán megírtam az SQL oktatóprogramot, melyet 2012 ősztől használhattak is a hallgatók, lásd 4.5 alfejezet.

A 2012/2013 tanév őszi félévében a megszerkesztett fogalomtérképek felhasználásával ismét végeztem fogalomrendszerező felmérést. A feladatlapot otthon kellett kitölteni a hallgatóknak. Sajnos ez a felmérés sikertelen lett, mert a hallgatók másolták a megoldásokat, így az értékelhetetlen.

A félév végén kérdőíves felmérést is végeztem az oktatóprogramról, lásd 5.6.3 alfejezet.

A 2012/2013 tanév tavaszi félévében az SQL oktatóprogram használatának eredményességét vizsgáltam meg három kurzusban, lásd 5.6 alfejezet. Ugyanekkor az SQL oktatóprogram naplótáblája adatainak kiértékelésével választ kerestem arra, hogyan tanulják a hallgatók az SQL nyelvet, lásd 5.6.2 alfejezet.

A 2013/2014 tanév őszi félévében megismételtem a fogalomtérképes fogalomrendszerező felmérést. A feladatlapot az órán kellett a hallgatóknak kitölteni. A vizsgálatból arra kerestem választ, hogy szignifikánsan jobb-e az eredmény, mint a 2010-es fogalomrendszerező felmérés eredménye, lásd 5.4 alfejezet.

Ebben a félévben még egyszer végeztem felmérést, hogy mennyire eredményes a normalizálás végrehajtása a különböző normalizálási módszerekkel. A vizsgálatban két kurzus hallgatói vettek részt, és négy különböző módszerrel kellett a normalizálás végrehajtaniuk, lásd 5.5 alfejezet. Elsősorban azt szerettem volna megtudni, hogy az alternatív normalizálási módszerekkel szignifikánsan jobban tudnak-e a hallgatók normalizálni, mint a hagyományos módszerrel.

1.5 PhD tézisek

1. Tézis:

Az adatmodellezés során a kapcsolatokat, az elsődleges kulcsokat és az idegen kulcsokat modellezzük a hallgatók a legtöbb hibával. Bemutatom, hogy grafikus modellező program használatával az egyed-kapcsolat modell egyedhalmazait és tulajdonságait ugyanolyan eredményességgel, a kapcsolatokat viszont szignifikánsan jobban modellezzük a hallgatók. Bemutatom azt is, hogy a relációs modell grafikus modellező programmal készített Bachman ábráin a kapcsolatokat, az elsődleges kulcsokat és az idegen kulcsokat szignifikánsan jobban modellezzük a hallgatók.

Publikáció:

Graphical Programs in the Teaching of the Database Management, Journal of Applied Multimedia, 4. / IV. /2009. p. 11, www.jampaper.eu (JAM090403e.pdf)

2. Tézis

Összeállítható adatmodellezési példatár, mely a fogalom- és algoritmustanulást, a modellezési és problémamegoldó készség fejlesztését segíti. Megmutatom, hogy az adatmodellezési példatár használatával történő felkészülést követően a hallgatók ugyanolyan jó vagy szignifikánsan jobb eredményt érnek el, mint az elektronikus tesztekkel történő felkészülés után. Megmutatom azt is, hogy a hallgatók egyformán hasznosnak tartják a példatárral, illetve az elektronikus tesztekkel történő felkészülést, és közel azonos azok aránya, akik vagy az egyiket, vagy a másikat javasolnák a következő évfolyamnak felkészülésre.

Publikáció:

Electronic Test or Printed Exercise Book? Which Individual Mode of Preparation is More Effective?, International Journal of Engineering Pedagogy, Volume 3, Issue 1, 2013, pp. 12-18, <http://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/2306>, <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v3i1.2306> - DBLP:journals/i-jep/Czenky13

3. Tézis:

Megmutatom, hogy a Moodle kérdésbank kérdései számának és a tesztek számának növelésével, illetve a példatár használatával szignifikánsan jobbá tehető a fogalomtanulás. Megmutatom, hogy adatbányászati módszerrel meghatározható, hogy a fogalomtanulás mely fázisokban és témakörökben a legproblémásabb. Megmutatom továbbá, hogy illeszkedésvizsgálattal igazolható, hogy a Moodle tesztek kérdésenkénti eredményei általában béta eloszlásúak.

Publikáció:

The examination of the effectiveness of teaching data model concepts, az International Journal of Database Management Systems referált folyóirat által elfogadva

4. Tézis:

Az adatmodellezés fogalmai között fennálló összefüggések és a fogalmak közti hierarchikus kapcsolatok fogalomtérképeken is ábrázolhatók.

A fogalomrendszerezés eredményességét növeli, ha fogalomhierarchiák és Venn diagramok helyett az informálisabb fogalomtérképeket használjuk a fogalomrendszerezéshez.

Publikáció:

Concept systematization with concept maps in data modelling, Teaching Mathematics and Computer Science, Debrecen, 12/2 (2014), pp. 149–166 (Társszerző: Kormos János)

5. Tézis

Bemutatom, hogy a relációs táblázatok oszlopai között fennálló funkcionális és többértékű függőségeket grafikusán megjelenítő függőségi diagramok segítségével a normalizálás teljes folyamata végrehajtható. Megmutatom, hogy összeállíthatók olyan Moodle tesztek, amelyek alkalmasak a normalizálás folyamatának gyakoroltatására. Statisztikai vizsgálatokkal igazolom, hogy a hallgatók az alternatív normalizálási módszerekkel szignifikánsan jobban tudnak normalizálni, mint a hagyományos módszerrel.

Publikáció:

Normalization Based on Dependency Diagram, Teaching Mathematics and Computer Science, 8 (2010) 1, pp.121-132 - ME 2011b.01015

The Efficiency Examination of Teaching of Different Normalization Method, International Journal of Database Management Systems (IJDMS) Vol. 6. No. 2. April 2014, pp. 1-18, <http://airccse.org/journal/ijdms/papers/6214ijdms01.pdf>, DOI: 10.5121/ijdms.2014.620 - DBLP:journals/corr/Czenky14

6. Tézis:

Az oktatási körülmények lehetővé teszik egy webes felületű SQL oktatóprogram elkészítését, mely a hallgatók megoldásainak heurisztikus ellenőrzésével támogatja az SQL nyelv tanulását.

Az SQL oktatóprogram napló táblázata adatainak elemzésével információt nyerhetünk arról, hogyan tanulják a hallgatók az SQL nyelvet.

Megmutatom, hogy az SQL oktatóprogrammal tanuló hallgatók szignifikánsan jobb eredményeket érnek el, mint az oktatóprogramot nem használó hallgatók.

Publikáció:

How Do the Engineer Students Learn the SQL Language?, International Journal of Engineering Pedagogy, Volume 4, Issue 1, 2014, pp. 18-23, <http://journals.sfu.ca/onlinejour/index.php/i-jep/article/view/3207>, <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v4i1.3207> - DBLP:journals/i-jep/Czenky14

2 Irodalmi áttekintés

Ebben a fejezetben áttekintem az adatmodellezés, a fogalmak, az SQL nyelv tanításának kérdéseit. Szólok külföldi egyetemeken az E-K modellezés, a normalizálás és az SQL nyelv tanítása témakörökben kifejlesztett intelligens oktatórendszerekről. Áttekintem azt is, hogy milyen tankönyveket használnak a hazai felsőoktatásban a 90-es évek elejétől napjainkig.

2.1 Tankönyvek és példatárak az oktatásban

Az 1990-es évek elején, a hazai felsőoktatásban több helyen használták az oktatásban Date, 1990 és Elmasri, Navathe, 1994 könyveit. Ebből az időszakból a magyar nyelvű adatbázis-tervezést és –kezelést oktató tankönyvek között találjuk Quittner, 1993 és Halassy, 1994 könyveit. A kilencvenes évek végén jelent meg magyar fordításban az adatmodellezéssel és SQL nyelvvel foglalkozó Ullmann és Widom, 1998, majd a 2000-es évek elején az adatbázis-rendszerek megvalósításáról szóló Moline, Ullmann és Widom, 2001 könyv. A kétezres évek közepén jelent meg Békessy, Demetrovics, 2005 könyve. Ezeket a könyveket nagyon sok intézmény javasolja kötelező vagy ajánlott irodalomként a hallgatóknak.

Az SQL nyelv tanulásához több helyen javasolják irodalomként az SQL programozói referenciakönyvet (Bhamidipati, 1999), az SQL felsőfokon című könyvet (Celko, 2002), az SQL kézikönyvet (Stolnicki, 2003), az SQL teljesítményfokozás című könyvet (Gulutzan, Pelzer, 2003) egyéb más könyvek mellett.

Bizonyos intézményekben az oktatók által írt könyveket is használnak az oktatásban: Quittner, Czenky, 1993, Szelezsán, 2001, Kende, Kotsis és Nagy, 2002, Kovács, 2004, Czenky, 2005, Kende, Nagy, 2005, Gajdos, 2006, Búza, 2012, Katona, 2013.

Az ismeretek elsajátítását segítő kérdések és feladatok elhelyezhetők tankönyvekben az egyes fejezetek után. Így járt el például Ullmann, Widom, 1998, Kovács, 2004, Ullmann, Garcia-Molina, Widom, 2008, Silberschatz, Korth, Sudarshan, 2010. Arra is van példa, hogy egy-egy adatbázis-kezelést tárgyaló könyvben megfogalmazott kérdések és feladatok megoldásai önálló könyv formájában jelennek meg, például Ramakrishnan et. al., 2004, Watson, 2007. A könyvekben a fejezetek témaköréhez kapcsolódó rövidebb feladatok találhatók.

Megjelenhetnek a feladatok példatár formájában nyomtatásban, például Kupcsikné Fitus, 2001, Király, 2007, Daró, Nagy-Szakál, 2000, Gyurkó, 2011.

Kupcsikné Fitus, 2001 példatárában az egyes feladatok adatmodelljei általában adottak. Feladat a funkcionális függőségek meghatározása, SQL lekérdezések megszerkesztése, programok megírása. Néhány példában az adatmodell elkészítése, a normalizálás, a kapcsolatok ábrázolása is az olvasó feladata.

Király, 2007 példatára egy feladatok köré szervezett, az Access adatbázis-kezelő rendszer használatát oktató tankönyv. Az egyes fejezetek végén található kérdések, de ezek az elméleti ismereteket kéri számon.

Daró, Nagy-Szakál, 2000 példatára egy tesztkönyv. A példák fele az adatbázis-kezelés elméleti ismereteit számon kérő tesztkérdés. Ezen kívül tartalmaz a példatár

megválaszolandó kérdéseket és gyakorlati feladatokat, ez utóbbiakat az Access adatbázis-kezelőben kell megoldani. Nem foglalkozik a példatár az SQL nyelvvel. Gyurkó, 2011 példatárában egy fejezet foglalkozik az adatmodellezéssel. Öt példában meg van adva a relációs modell, melynek alapján ki kell tölteni az ER diagramot, majd válaszolni kell az adatmodellel kapcsolatos kérdésekre. A kérdések: függőségek felismerése, elsődleges kulcs meghatározása, normalizáltság fokának meghatározása.

Megjelenhetnek a példatárak a weben is, például Barabás, Kovács, Szűcs, 2011, Darwen, 2014. Előbbiben komplett E-R, EER, hierarchikus, hálós, relációs modell elkészítése a feladat, illetve az átírás a modellek között, utóbbi a Rel nevű open source relációs adatbázis-kezelő programhoz kapcsolódóan tartalmaz feladatokat.

2.2 Az adatmodellezés oktatása

Az adatmodellezés tanítása során a következő témaköröket általában minden intézményben tanítják: modellezési alapfogalmak, E-K modell, relációs modell, függőségek és normalizálás. Én ezeken kívül tanítom a függőségi diagramokat is.

A témakörök tanítási sorrendje többféle lehet, tanításuk értelemszerűen a modellezési alapfogalmak tanításával kezdődik. Ezt követően az egyed kapcsolat modellt vagy a relációs modellt lehet tanítani, végül a függőségeket és a normalizálást. Az első utat követi Murray és Guimaraes, 2009, míg a másodikat Barnes és Kuzma, 2009. Én jelenleg a relációs modellt tanítom előbb és csak ezt követően az egyed-kapcsolat modellt, valamint annak átírását relációs modellbe. Bár tapasztalataim szerint az egyed-kapcsolat modell a hallgatók számára érthetőbb, mint a relációs modell, de ha a tanítást az E-K modellel kezdem, akkor a tanítást meg kell szakítani, és csak a relációs modell tanítása után lehet az E-K modell relációs modellbe történő átírását bemutatni.

A szakkönyvek általában a szemantikus modelleket, benne az egyed-kapcsolat modellt tárgyalják előbb, és ezt követően a relációs modellt. Így jár el Date, 1990, Ullmann és Widom, 1998, Kovács, 2004, Czenky, 2005.

2.2.1 Modellezési alapfogalmak tanítása

A modellezési alapfogalmak tanításánál kétféle terminológiával találkozhatunk. Az egyik az általános fogalmakat egyedtípusnak, kapcsolattípusnak és tulajdonságtípusnak nevezi, míg a konkrét fogalmakat –előfordulásnak, illetve –értéknek (Halassy, 1994). A másik terminológiában a fogalmak megnevezése, egyed, egyedhalmaz, kapcsolat, tulajdonság és tulajdonság-érték (Date, 1990, Ullman és Widom, 1998, Czenky, 2005). Kevert használattal is találkozhatunk Kovács, 2004, valamint Békessy és Demetrovics, 2005 könyvében. Érdekes, hogy Date, 1990 a tulajdonság megnevezésre a prorty szót használja, bár a későbbiekben ugyanennek a fogalomnak az angol megnevezése attribute lett.

Hall és Gordon, 1998 megállapítja, hogy a modellezési alapfogalmak tanítása során problémát jelent a hallgatóknak

- az egyedhalmazok azonosítása,
- az egyedhalmazok és attribútumok megkülönböztetése,

- a kapcsolatok megkülönböztetése az egyedhalmazoktól és attribútumoktól.

Tapasztalataim szerint a valós világ dolgainak modellezési alapelemként való megnevezése általában nem okoz problémát, néha az egyedhalmaz típusának, illetve a kapcsolatnak a felismerésében bizonytalanok a hallgatók. Problémát jelent viszont annak meghatározása, hogy egy kapcsolat milyen egyedhalmazok között áll fenn, valamint a kapcsolat típusának és fokszámának meghatározása. A tulajdonságok egyedhalmazokhoz rendelése jobban, kapcsolathoz rendelése kevésbé megy a hallgatóknak, annak ellenére, hogy csak azt kell megvizsgálni, hogy a tulajdonság meghatározottságához egy vagy több dolog kell-e. A tulajdonságok fajtájának megadása általában nem okoz gondot, néha problémát jelent a többértékű tulajdonságok felismerése.

2.2.2 Az E-K modell tanítása

A relációs adatbázisok tervezésére a normalizálás mellett az E-K modellezés is használható, mivel ez a modell egyértelműen átírható relációs modellbe. A modellt Chen dolgozta ki az 1970-es évek közepén (Chen, 1976). Később mások bővítették a modellt, többek között az általánosítással, a trináris kapcsolattal, az összetett attribútummal, az egzisztenciálisan függő egyedhalmazzal, valamint általános integritási kényszerekkel (Teorey, Yang, Fry, 1986).

A modellnek számos előnye van:

- Különböző elemeket képes megjeleníteni egy absztrakt jelölésrendszerrel.
- A valóság komplex modellezéséhez is megfelelő.
- A modell könnyen érthető és elkészíthető.
- Egyszerű és hatékony, elsősorban a leggyakrabban használt bottom-up tervezési módszer miatt.
- Relációs modellbe történő átírása jól definiált. (Bock, 1997, Teorey, Yang, Fry, 1986, Atzeni et al, 1999, Pol, Ahuja, 2007).

Az előnyök között megemlíteném még, hogy a tervezés korai fázisában is használható, amikor még nem minden attribútum ismert, valamint megvalósított adatbázisok és lekérdezések elemzéséhez is jól alkalmazható. A hallgatók szempontjából előnye, hogy közelebb áll a hétköznapi gondolkodáshoz, mint a matematika. Az E-K modell hátrányaként meg kell említeni, hogy nem olyan szigorú módszer, mint a normalizálás.

A feladat elemzése után az E-K modell azonnali felrajzolása nem várható el a hallgatók többségétől. Ezért a modellezést valamelyik módszer szerint célszerű lépésekre bontani. Négy módszer használatos a gyakorlatban:

- E-K bottom-up technika
- E-K top-down technika
- E-K inside-out technika
- E-K kevert technika

A fenti módszerek közül a bottom-up tervezési módszer a legelterjedtebb (Atzeni et al, 1999).

A tárgyalta módszerek közül a hallgatók szempontjából legjobbnak a bottom-up technikát tartom, én is ezt tanítom. Előnyei, hogy a hallgatóknak a diagram készítése előtt végig kell gondolni, és rendszerezett formában rögzíteni kell, hogy milyen

egyedhalmazoknak, kapcsolatoknak és tulajdonságoknak kell megjelennie az adatmodellben. Ezt követően meg kell határozni és rögzíteni kell, hogy azok milyen fajtákba sorolhatók. Ezt követi a csontváz diagram felrajzolása, ahol már csak a megfelelő elrendezésre kell koncentrálni, a rajzot úgy elkészítve, hogy a végső adatmodellben a tulajdonságok megjelenítéséhez is legyen elegendő hely. Ennél a módszernél nem kell keverni a részfeladatokat, ami a másik három módszerről nem mondható el.

A top-down technikának a legnagyobb hátránya a hallgatók szempontjából, hogy az egész modellt végig kell gondolni, fejben át kell látni ahhoz, hogy az induló diagramot megrajzolják, és azon a főbb követelmények mindegyike szerepeljen. Úgy gondolom, hogy ez csak az E-K modellezésben jártas embernek megy. Az ezt követő lépések iterációt tartalmaznak: van még ábrázolandó egyedhalmaz vagy kapcsolat, mihez kapcsolódik, mik a tulajdonságai? Ezt a módszert hallgatói eredményesség szempontjából az utolsó helyre teszem.

Az inside-out technikával bárholnan elindulhatunk. Ha egy egyedhalmazt és a tulajdonságait megtaláljuk, megvan a kezdőlépés. Ha kapcsolatot találunk először, akkor már nehezebb az indulás, meg kell találni a kapcsolatban résztvevő egyedhalmazokat és tulajdonságait is. A folytatáshoz a megrajzolt részsémán találni kell legalább egy olyan pontot, melyhez további objektum kapcsolható, és ezt az objektumot is meg kell keresni. Ez a lépés ismétlődik, amíg kész nincs az adatmodell. Ezt a módszert javasolom másodikként a hallgatóknak, ha lassabban is, mint a bottom-up módszer, de eredményre vezethet.

A kevert technikának ugyanaz a hátránya, mint a top-down technikának, fejben készen kell állnia, ha nem is a teljes adatmodellnek, de a részsémáknak igen, ahhoz, hogy egy olyan induló csontváz sémát felrajzoljunk, amelyhez a további részsémák kapcsolódnak. Ezt a módszert a harmadik helyre teszem. Az induló csontváz séma elkészítése nehezebb feladat lehet a hallgatók számára, mint a részsémák megrajzolása.

Az E-K modellezésnél felmerülő problémák három csoportba sorolhatók: helytelen modellezés, szintaktikai hiba, a relációs modellbe történő átírás után felmerülő problémák.

Keberle és Utkin, 2012 megállapítja, hogy az E-K modellezés során a hallgatók szintaktikai és szemantikai hibákat egyaránt elkövetnek. Például egy egyedhalmaznál az azonosító tulajdonság kijelölésének hiánya szintaktikai hiba, míg többértékű tulajdonságot azonosító tulajdonságnak kijelölni szemantikai hiba. A szerzők egy listát adtak a modellezés során hallgatók által elkövetett hibákról is:

- egyedhalmazokat, melyek pontosan ugyanazokkal a tulajdonságokkal rendelkeznek, nem vonják össze,
- az azonosító tulajdonságok kötelező modellezése elmarad,
- kapcsolatok közvetlen összekapcsolása,
- az összetett tulajdonságok csak más tulajdonságokból állhatnak, és nem tulajdonság értékekből,
- egyedhalmazok attribútumai más egyedhalmazokban nem, csak kapcsolatokban ismételhetők meg, a kapcsolat leírás céljából,
- gyenge egyedhalmaz erős egyedhalmazhoz csak 1:1 vagy 1:N típusú kapcsolattal kapcsolódhat.

Tanárként azt tapasztaltam, hogy fentiek mellett az egyed-kapcsolat modellezésben a hallgatóknak problémát jelent még az egyedhalmazok és tulajdonságok fajtáinak, a kapcsolatok típusának felismerése és az elemek helyes modellezése. Gyakori hiba továbbá, hogy bár a feladat megköveteli, a hallgatók bizonyos elemeket egyáltalán nem modelleznek.

Relációs modellbe történő átírás után a fő probléma, hogy a keletkező táblázatok nem kellően normalizáltak. Például:

1. Ha nem megfelelő egyedhalmazhoz vagy kapcsolathoz rendeltek egy tulajdonságot, átírás után a táblázat a 2. NF, a 3. NF vagy a BCNF egyikét sérti.
2. Ha többértékű tulajdonságot egyértékűként modelleznek, átírás után a táblázat az 1. NF-et sérti, mert nemcsak atomi értékek vannak a táblázatban.
3. Ha egy kapcsolat és a kapcsolatban résztvevő egyik egyedhalmaz nincs modellezve, és az összes tulajdonság a másik egyedhalmazhoz van rendelve, átírás után a 2. NF-et és/vagy a 3. NF-et sértő táblázathoz jutunk.
4. Ha három egyedhalmaz között fennálló, páronként N:M kapcsolatot trinárisként modelleznek, átírás után a táblázat a 4. NF-et sérti (Bock, 1997).

2.2.3 A relációs modell tanítása

A relációs modellt Codd dolgozta ki a hetvenes évek elején (Codd, 1970). A modell máig is a legszélesebb körben alkalmazott adatmodell, melynek oka az egyszerűsége, a kifejezőereje és a hatékony implementálhatósága (Detrovics, Molnár, Thalheim, 2007). A relációs modell egyetlen fogalom, a reláció használata miatt bizonyult különlegesen hasznosnak, ez az adatoknak kétdimenziós táblázatban való elrendezését jelenti (Ullman, Widom, 1998).

A relációs modell számos előnnyel rendelkezik:

- a táblázatos ábrázolásmód az átlagos felhasználói szemlélethez közel áll,
- matematikai szempontból részletesen kidolgozott,
- ebben a modellben valósítható meg legjobban, legegyszerűbben és legnagyobb mértékben a fizikai adatfüggetlenség,
- csak az alkalmazás szempontjából lényeges információkat tárolja,
- az adatok könnyen áthelyezhetők egyik rendszerből a másikba,
- a modell egyszerűsége miatt hatékony programozási nyelvekkel lehetséges az adatbázisok lekérdezése (Quittner, 1993, Ullman, Widom, 1998, Atzeni et al, 1999).

Az adatok táblázatokban történő tárolásának további előnyei:

- a redundáns adattárolás elkerülése,
- inkonzisztens adatok tárolásának elkerülése,
- a beviteli, módosítási és törlési anomáliák elkerülése, ezáltal az adatok könnyebben javíthatók, bevihetők és törölhetők,
- a biztonság könnyebben fenntartható (Békessy és Detrovics, 2005, Czenky, 2005).

A relációs modell tanítása során tapasztalataim szerint a következő fogalmak megértése és gyakorlatban történő alkalmazása jelent problémát a hallgatóknak:

- a null érték megkülönböztetése a nulla értéktől,

- az elsődleges kulcs meghatározásánál annak eldöntése, hogy hány oszlop alkotja az elsődleges kulcsot, biztosított-e a kulcs egyedisége, van-e minden esetben értéke a kulcsnak,
- idegen kulcs szerepének megértése, azaz, hogy azért ismételjük meg az elsődleges kulcsot egy másik táblázatban, hogy a két tábla közti kapcsolatot leírjuk,
- értékalapú azonosítás és kapcsolatleírás, azaz, hogy az elsődleges kulcs az értékének egyediségével biztosítja az azonosító funkciót, míg az idegen kulcs értékének és a hozzá kapcsolódó elsődleges kulcs értékének azonossága írja le a kapcsolatot különböző táblázatok sorai között,
- többértékű tulajdonság tárolása a táblázatban és annak során az elsődleges kulcs helyes meghatározása,
- N:M kapcsolat nem önálló táblázatban történő megjelenítése,
- a hivatkozási feltétel helytelen értelmezése, mely szerint kaszkád módosításnál bármilyen táblázat oszlopot módosít az adatbázis-kezelő rendszer.

A funkcionális függőség az integritási megszorítások legalapvetőbb típusa, számos fogalom épül rá, úgymint kulcsok, dekompozíciók, normálformák (Demetrovics, Molnár, Thalheim, 2007). A többértékű függőség egyike a relációs megszorításoknak, mely alapvető az adatbázis tervezéshez (Hartmann, Link, 2006). Enright, Chu, Zaiane, 2008 szerint a függőségek témakörének tanítása egyike a legnagyobb kihívásoknak az alapképzés adatbázis-kezelés oktatásában.

Tapasztalataim szerint a 2. NF-et sértő funkcionális függőségeket jól felismerik a hallgatók, a 3. NF-et sértőknél bizonytalanabbak. A magasabb normálformákat, mint BCNF és 4. NF sértő függőségek felismerése viszont problémát jelent a hallgatók többségének.

Szokás a függőségeket diagramon ábrázolni a szemléletesebb megjelenés érdekében, valamint azért mert segít annak eldöntésében, hogy az egyes függőségek hányadik normálformát sértik. Kétféle elrendezés szokásos, az egyikben az attribútumok vízszintes elrendezésűek, a nyilak az attribútumok alatt és felett kerülnek elhelyezésre. Ha több attribútum a meghatározó vagy meghatározott, akkor őket vonalakkal, nyilakkal kötjük össze (Kennedy, 2000, Coronel, Morris, 2013, Watt, Eng, 2014, Russell, G. 2014). A vízszintes elrendezés hátránya, hogy helyhiány miatt esetleg több sorban kell az attribútumokat ábrázolni, ami megtöri a nyilak folytonos megjelenítését. A másik elrendezés, amikor az elsődleges kulcshoz, adott funkcionális függőség meghatározott tulajdonságaihoz tartozó attribútumokat egymás alatt függőlegesen jelenítjük meg (Date, 1990, Quittner, 1993, Czenky, 2005). Én a második elrendezést jobbnak tartom, és a gyakorlatban ezt használom.

A függőségi diagramot lehet egy attribútum halmaz lezártjának meghatározására is alkalmazni. Felrajzoljuk a függőségi diagramot, majd kiszínezzük minden olyan attribútumot, amely bekerül a lezárt halmazba. Részletesebben, indulásként a reflexivitás miatt a kulcsjelöltnek jelölt attribútumokat kiszínezzük. Ezt követően kiszínezzük azokat az attribútumokat is, melyek olyan funkcionális függőség jobb oldalán szerepelnek, ahol a meghatározó attribútumok már kiszínezettek. Az eljárás végén azok az attribútumok lesznek színesek, melyek a lezártat alkotják. (Moniot, 2004).

A relációs adatbázisok tervezésének fontos módszere a normalizálás. A normalizálás során feltárjuk a táblázatban fennálló funkcionális és többértékű függőségeket, majd kiemelésükkel szétbontjuk a táblázatot.

A módszer elméletileg megalapozott szigorú tervezési módszer számos előnnyel:

- a tervezési eljárás rugalmas,
- megszünteti a redundáns adattárolást,
- megszünteti a beírási, törlési és módosítási anomáliákat,
- helytakarékosabb tárolást valósít meg,
- az adatbázis új táblákkal, a táblázatok új sorokkal bővíthetők nehézség nélkül,
- biztosítja az adatok következetességét,
- biztosítja a hivatkozási integritást
- normalizálás után az adatbázisban az adatvédelem könnyebben végrehajtható (Codd, 1970, Healey, 1991, Stephens, Plew, 2001, Czenky, 2005, Ullmann, Widom, 2008).

A normalizálás hátrányai közül meg kell említeni, hogy sok táblát eredményez viszonylag kevés oszloppal, valamint hogy a normalizálás után a több táblából történő lekérdezés bonyolult join műveletet eredményezhet. Az oktatás szempontjából hátrány, hogy az algoritmus megtanulása nehéz (Healey, 1991, Stephens, Plew, 2001).

Téma	Nagyon nehéz	Nehéz	Könnyű	Nagyon könnyű
Bevezetés az adatbázis-kezelésbe		7,7%	76,9%	7,7%
Egyed-kapcsolat modellezés		48,7%	48,7%	2,6%
Normalizálás	12,8%	71,8%	12,8%	2,6%
Relációs modellezés		71,8%	25,6%	2,6%
SQL	2,6%	41%	48,7%	5%

2-1. táblázat Felmérés eredménye az University of Ulster egyetemen

Saját kérdőíves felmérésem szerint az adatmodellezés tanulása során a hallgatók a normalizálást tartják a legnehezebbnek (lásd 3.1.1 alfejezet). Az University of Ulster egyetemen végzett felmérés eredményeit mutatja a 2-1. táblázat (Omar, 2001). A forrás azt nem közölte, hogy hány hallgató vett részt a felmérésben és hogyan választotta ki a mintát.

A táblázat adatai azt mutatják, hogy a hallgatók a normalizálást ítélték a legnehezebb tevékenységnek, összesítve többen, mint a saját felmérésemben. Ugyancsak nehéznek ítélték a relációs modellezést. Az egyed-kapcsolat modellezést a hallgatók közel fele nehéznek, míg ugyanannyi hallgató könnyűnek ítélte. Az SQL nyelvet a hallgatók kicsit több mint 40 százaléka tartja nehéznek vagy nagyon nehéznek, a többiek számára megtanulása könnyű volt.

A normalizálás tanításakor jobb eredmények elérésének eszköze lehet alternatív normalizálási módszerek oktatása, melyek a hallgatók számára könnyebben érthetők és végrehajthatók. A következő, a szerzők által cookbook módszernek nevezett eljárás, ilyen lehet. Ennek a módszernek az alkalmazásához meg kell határozni a funkcionális függőségeket. Ezt követően a következő algoritmust kell végrehajtani:

1. Számoljuk meg a funkcionális függőségekben az attribútumokat a bal oldalon (LHS) és a jobb oldalon (RHS), és írjuk az oldalak mellé.
2. Az LHS mindig érintetlen marad. A bal oldali attribútumokat soha nem töröljük, még akkor sem, ha az attribútumot más funkcionális függőség is tartalmazza a baloldalon.
3. Következő lépés az ismétlődő attribútumok eltávolítása a jobb oldalakról, úgy, hogy a jobb oldalon minden attribútum csak egy függőségben forduljon elő.
 - a. Tartsuk meg az attribútumokat azokban a függőségekben, amelyhez tartozó LHS kisebb, és töröljük az attribútumok egyéb előfordulását!
 - b. Ha két funkcionális függőség LHS értéke megegyezik, tartsuk meg azokban a függőségekben az attribútumokat, melyekhez kisebb RHS tartozik, és töröljük a többi előfordulást!
 - c. Alakítsuk át a függőségeket relációkká, a táblázatok elsődleges kulcsai a baloldali attribútumok lesznek (Kung, Tung, 2006a, 2007)!

Ezt a normalizálási módszert bevontam az oktatásba, de csak, mint önállóan alkalmazandó megoldást javasolom, akkor, ha más módszerrel nem jutnak eredményre a hallgatók. Ennek oka, hogy a módszer végrehajtása nem igényel különösebb gondolkodást, mechanikus számolgatással végrehajtható, viszont ez az az előnye, amiért feltehetően önállóan is jó megoldást eredményez. A helyes végrehajtás előfeltétele, mint a hagyományos módszernél is, a funkcionális függőségek helyes felismerése. Előnye a módszernek, hogy nem kell a BCNF-et sértő függőség kiemelésével kezdeni a normalizálást.

Grafikus ábra alapján történő normalizálásra is találtam példát a szakirodalomban. Smith, 1985 buborék diagramon ábrázolja a függőségeket, melyen külön jelöli az egyértékű és többértékű függőségeket, majd ez alapján végzi el a normalizálást.

2.3 Fogalomtanítás, fogalomtérképek és fogalomrendszerezés

A fogalom dolgok, jelenségek legfőbb ismertetőjegyeiből a tudatban kialakított gondolati forma (Merriam-Webster Dictionary, 2011, Magyar Értelmező Kéziszótár, 1979). A fogalomalkotás során eltekintünk a lényegtelen jegyeitől és a lényeges jegyeket egyesítjük egy egységes egészé. A fogalom tartalma a lényegi tulajdonságok összessége, a fogalom terjedelmét azok a dolgok adják, melyek rendelkeznek a fogalmat alkotó lényegi tulajdonságokkal (Ambrus, 1995).

Az adatmodellezés fogalmait a témaköröknek megfelelően a következő csoportokba sorolhatjuk:

- Adatmodellezési alapfogalmak: egyed, egyedhalmaz, kapcsolat, kapcsolat-előfordulás, tulajdonság, tulajdonságérték. Ezek a fogalmak megjelennek az adatmodelleknél is, de ott nem soroljuk fel őket.
- Egyed-kapcsolat modell: egyedhalmaz hierarchia, ISA kapcsolat, tulajdonság öröklés, integrációs kényszerek.

- Relációs modell: relációs táblázat, kulcsok, speciális adatértékek, integritási kényszerek, kaszkádolt módosítás és törlés, a relációs adatbázis objektumai (index, nézet, szinonima), relációs műveletek.
- Függőségek: funkcionális és többértékű függőség és fajtáik.
- Függőségi diagramok: relációs táblázat függőségeinek ábrázolása diagramon.
- Normalizálás: normálformák (Czenky, 2005, Ullmann. Widom, 2008).

A fogalmak lehetnek tárgyi, reláció és műveleti fogalmak (Ambrus, 1995). Tárgyi fogalmak, például, egyed, egyedhalmaz, relációs táblázat, elsődleges kulcs, stb., reláció fogalmak, például kapcsolat, kapcsolat-előfordulás, stb. és műveleti fogalmak, például relációs műveletek, kaszkádolt módosítás és törlés, stb.

A fogalmak bevezetésének több útja létezik:

- az induktív út, azaz konkrétól eljutni az általánoshoz,
- a deduktív út, azaz az általánostól eljutni a konkrétához,
- a konstruktív út, egy reprezentáns előállítása, majd az eljárás általánosítása (Ambrus, 1995).

A fogalmak tanításánál mi többnyire a deduktív utat követjük, de a relációs modell tárgyalása induktív módon történik, az adatbázis-kezelő rendszerben bemutatjuk az adatokkal feltöltött táblázatokat, azok szerkezetét és a kapcsolatukat, majd ezt követően mondjuk ki az ide tartozó fogalmak lényeges tulajdonságait. McNeil, 1990 a relációs modell tanításának konstruktív útját írja le.

A fogalmak rendszerének nem kellő ismerete akadályozza a dolgok, jelenségek felismerését, az ismeretek tartós rögzítését, és a fogalmak felhasználását a problémák megoldásában. Az eredményes fogalomtanulás a következő ismeretek és képességek elsajátítását jelenti:

- a fogalom definíciójának ismerete,
- fogalomazonosítás, azaz annak eldöntése, hogy egy dolog egy bizonyos fogalomhoz tartozik-e vagy sem,
- fogalomrealizálás, azaz példák felsorolása és felismerése,
- a fogalom tulajdonságainak ismerete,
- fogalomrendszerezés, azaz a fogalmak közti kapcsolatok ismerete,
- fogalomosztályozás, azaz a fogalom elhelyezése a fogalmak hierarchikus rendszerében,
- a fogalmak használata szituációk leírására, illetve problémák megoldására (Ambrus, 1995, Falus, 2003, Kátai, Nyakóné Juhász, Zsakó, 2008, Czenky, Kormos, 2014).

Philip, 2007 a fogalomtanulás fontosságát hangsúlyozza az adatbázis-tervezésben, kiemeli a fogalomazonosítás helyes végrehajtásának, valamint a fogalmak tulajdonságai ismeretének fontosságát, melyek az alapfogalmak osztályozásához elengedhetetlenek. Szintén a fogalomtanulás e két lépésének fontosságát emeli ki az E-R modell oktatása kapcsán Chilton, McHaney, Chae, 2006.

A fogalmak közti összefüggések feltárásában, hierarchikus rendszerük kialakításában fontos szerepe van a rendszerező képességnek. Nagy, 2003 meghatározása szerint a rendszerező képesség a dolgok és viszonyaik, illetve, a meglévő információk és viszonyaik felismerésével és elrendezésével teszi lehetővé új tudás létrehozását.

A hierarchikus osztályozás során a fogalmak kapcsolatát tükröző hierarchiát alakítjuk ki. A fogalmak alá- és fölérendelt, illetve mellérendelt kapcsolatban állhatnak egymással. Az alárendelt fogalom egyúttal fölérendelt fogalom is. A fölérendelt fogalomhoz az alárendelt fogalom egy lényegi tulajdonságának elhagyásával jutunk. A mellérendelt fogalmak között nincs alá- fölérendelt viszony, de van közös fölérendelt fogalmuk (Ambrus, 1995).

A fogalomtérkép egy diagram, mely a fogalmak közti belső összefüggéseket mutatja meg, a tudás-szervezés és megjelenítés grafikus eszköze. A fogalomtérképet Novak fejlesztette ki az 1970-es években. A fogalomtérkép segíti a fogalmak, jelenségek, folyamatok megértését (Novak, Cañas, 2008).

Kozminsky, Nathan, Kozminsky, 2008 szerint a fogalomtérképek használata támogatja és elősegíti a fogalmak kutatását, a folyamatban történő gondolkodást, a probléma megoldást, az információ visszahívását.

A fogalomtérkép egyfajta grafikus szervező eszköz, amely a fogalmakat címkézett csomópontokkal, a fogalmak közti kapcsolatokat összekötő vonalakkal jelzi. A fogalomtérkép összekötő vonalai lehetnek címkézettek és címke nélküliek, irányítottak és nem irányítottak. (Nesbit, Adesope, 2006).

Novak és Cañas, 2008 a következőképpen írja le a fogalomtérképet:

- a fogalomtérkép fogalmakat és fogalmak közti kapcsolatokat tartalmaz,
- a fogalmak rendszerint valamilyenfajta körben vagy dobozban jelennek meg a térképen,
- a fogalomhoz rendelt címke legtöbbször egy szó,
- a fogalmak közti kapcsolatokat a fogalmakat összekötő vonal jelzi,
- az összekötő vonalon megjelenő szavak a kapcsolatot határozzák meg,
- a fogalomtérkép egyúttal egy hierarchikus struktúra, az általános fogalmak a fogalomtérkép tetején, a kevésbé általános fogalmak a fogalomtérkép alján jelennek meg,
- a fogalomtérképen lehetnek kereszt-kapcsolatok, amelyek a fogalomtérkép különböző területeinek kapcsolatát mutatják,
- a fogalomtérképen lehetnek események és objektumok is, amelyek segítenek tisztázni a fogalom jelentését; őket nem zárjuk körbe vagy dobozba.

A fogalomtérképek széles körben használhatók az oktatásban összegzésre, tudás-szervezésre, problémamegoldásra. Használatának három fő területe van:

- a tanulás támogatása, beleértve az értékelést is,
- az irányított tanítás, az oktatási tartalom megtervezése és útmutató eszköz,
- információ megszervezése és bemutatása (Cañas et al., 2003).

A fogalomtérképet általában szemléltetésre használják az oktatásban, például Sisovic, Bojovic, 2000 a kémiaoktatásban alkalmazza a fogalomtérképeket, de több példát is találtam a fogalomtérképek használatára a kémia és az elektronika oktatásában (Regis, Albertazzi, Roletto, 1996, Pendley, Bretz, Novak, 1994, Raud, Vodovozov, Lehtla, 2013). Torres, Kucharski, de Cássia Veiga Marriott, 2014 alapfokú oktatásban fogalomrendszerezéshez alkalmazza a fogalomtérképeket.

Használják a fogalomtérképeket a tárgyak tematikájának megjelenítésére is, például Tokdemir, Cagiltay, 2014, CIS 480 – Database Management Systems, 2014.

A fogalomtérképeknek az adatmodellezésben, az adatbázis-tervezésben és az adatbázis-kezelésben történő felhasználására is van példa. Fisher, 2011 és Arruarte et.

al., 2014 az adatbázis-kezelő rendszerek struktúráját, a velük kapcsolatos fogalmak összefüggéseit mutatják be fogalomtérképeken. Moen, 2009 a fogalomtérképeket az elosztott adatbázisok kezelése fogalmainak tanításához használja fel.

McFadyen, 2008 fogalomtérképpel írja le az adatmodelleket, majd átírja azokat egyed-kapcsolat diagrammá. McFadyen, 2009 azt mutatja be, hogy a relációs adatbázisok táblázatainak szerkezetét és kapcsolatait hogyan lehet fogalomtérképekkel leírni. Allen, Terry, 2005 a relációs modell tanítása során az adatmodelleket szemlélteti fogalomtérképek segítségével. Yang, Wang, Jie, 2011 konkrét adatmodell egyedhalmazainak és kapcsolatainak leírására használ fogalomtérképet.

A fogalomtanulás utolsó lépése a fogalomrendszerezés, a fogalmak osztályozása. Ennek során a fogalmak hierarchikus rendszerét kell megadni (Ambrus, 1995), de történhet a fogalmak közötti összefüggések megadása Venn diagramok segítségével is.

Venn diagramokat elsősorban a matematika tanítása során használnak a fogalmak osztályozására (Ambrus, 1995, A Venn diagram és alkalmazása, 2014) Az adatmodellezésben a normálformák közti kapcsolatokat szokás Venn diagramon szemléltetni (Ullmann, Widom, 1998, Czenky, 2005, Llewellyn, 2012). West, 2011 a különböző típusú adatmodellek osztályozására használ Venn diagramot. Ullmann és Widom, 1998 adatmodellezési fogalmak közti összefüggések és algoritmusok leírására szintén használ Venn diagramokat.

2.4 Az SQL-92 nyelv oktatása

Az SQL nyelvet a hetvenes évek közepén dolgozták ki, kezdetben csak adatbázis lekérdezésre volt alkalmas, majd később bővítették, ma komplett adatbázis-kezelő nyelv. A nyelvet többször szabványosították, az általam is tanított interaktív lekérdező nyelvet többek között 1992-ben, a procedurális SQL-t 1999-ben.

Az SQL nyelv magasan strukturált, korlátozott számú utasítással rendelkezik. Egy SQL utasítás jóval rövidebb, mint a procedurális programnyelveken írt programok. Ennek következtében az utasítások áttekinthetőbbek és könnyebben elkészíthetők, mint a hagyományos programok (Czenky, 2011).

A nyelv deklaratív, ami előnyt és hátrányt is jelent. Hátrány lehet, hogy a hallgatók számára újszerű és szokatlan, mert általában megelőző tanulmányaik során valamilyen procedurális programnyelvet tanulnak. Előny, hogy nem kell algoritmust írni, csak az eredményt kell leírni a nyelv segítségével, melynek során nem lépésekben, hanem halmazokban kell gondolkodni (Sadiq et al., 2004).

Az SQL szintaktikája egyszerű, ami megkönnyíti a hallgatókat, mert úgy gondolják, hogy megértették azt. Mindazonáltal a haladó SQL utasítások megtanulása sokkal nehezebb, ami meglepetésként éri a hallgatókat (Renaud, van Biljon, 2004).

Az SQL nyelv tanulása során számos probléma is felmerül. Mitrovic, 1998 és Kearns, Shead és Fekete, 1997 által jelzett problémák:

- a hallgatók nem értik a relációs modellt,
- a hallgatók az adatbázis sémára, a táblázat- és oszlopelnevezésekre nem jól emlékeznek,
- a hallgatók nehezen tesznek különbséget az aggregát és a skalár függvények között,

- a hallgatók számára nehéz a csoportosítás fogalmának megértése és a csoportosítással kapcsolatos szabályok betartása,
- a hallgatók számára nehéz a join műveletek és az összekapcsolási feltételek írása.

Dekeyser, de Raadt és Lee, 2007 a relációs modell nem elégséges megértése és a halmazokban történő gondolkodás mellett megemlíti, hogy a hallgatók nem értik az elsőrendű logikát, valamint, hogy némelyik halmazművelet végrehajtása is nehéz számukra.

Véleményem szerint a hallgatók számára a tanulás során problémát jelenthet továbbá az is, hogy

- még nem tanulták meg az SQL utasítások felépítését, a foglalt szavakat, a záradékok sorrendjét,
- nincsenek tisztában az SQL szintaktikájával és szemantikájával,
- nem ismerik megfelelően a relációs műveleteket,
- nem kapnak visszajelzést; az SQL utasítások egy részének kiértékelésekor nincs eredmény (DDL, DML egy része, DCL); a hallgatóknak meg kell szokni, hogy ha nem kapnak az utasítás végrehajtása során hibajelzést, akkor az utasítás szintaktikailag helyes, de hogy a kívánt műveletet eredményezi-e, azt valamilyen módon ellenőrizni kell,
- az eredményt visszaadó utasítások futtatása esetén az eredmény helyességének ellenőrzése; példaként említem a táblázatok összekapcsolását, amikor egy JOIN művelet hiánya a ténylegesnél nagyobb számú, és nem valós kapcsolatokat tükröző sorokat eredményez.
- nem értik az adatbázis-kezelő rendszer hibajelzéseit, mely probléma elsősorban az idegen nyelvű adatbázis-kezelő rendszerek esetén jelentkezik (Czenky, 2008d).

Az SQL utasítások szerkesztését néhány adatbázis-kezelő rendszer QBE (Query Builder Editor) rács segítségével támogatja, például Access, SQL Server, ez utóbbi szerkesztés közben mutatja az SQL utasítást is. Léteznek továbbá ingyenes szoftverek, melyek támogatják az SQL utasítások szerkesztését, például Open System Architect, SQLLeonardo (Czenky, 2009). Az SQL tanulását, szerkesztését leginkább az intelligens SQL oktatóprogramok támogatják, melyekről az 2.5.3 alfejezetben szólok.

2.5 Intelligens oktatórendszerek

Az elméleti ismeretek megértése, megtanulása általában nem jelent problémát a hallgatóknak. A feladatmegoldások során viszont nem mindig bizonyul elégségesnek az ellenőrzéshez a kész megoldások bemutatása. A hallgatók legfőbb problémája a feladatmegoldások során a visszajelzés hiánya. Ha megakadnak a feladatmegoldás során, kellene némi iránymutatás, hogy hogyan folytassák. Ha eljutottak egy megoldáshoz, de az nem egyezik teljesen az általunk mutatott ideális megoldással, kellene visszajelzés, hogy mi jó az ő megoldásukban, ami nem jó, az miért nem jó. Az SQL lekérdezési feladatok megoldása során is szükséges lenne jóval informatívabb visszajelzés annál, mint amivel az adatbázis-kezelő rendszerek jelzik a szintaktikai és szemantikai hibákat. Ezeknél a feladatoknál alternatív megoldások is előfordulnak, ezek helyességéről is meg szeretnének győződni a hallgatók.

A vázolt hallgatói problémák kiküszöbölésére külföldi egyetemeken, három területen – E-K modellezés, funkcionális függőségek és normalizálás, illetve az SQL nyelv tanítása – készültek intelligens oktató rendszerek, melyeket napjainkban is használnak az oktatásban.

2.5.1 E-R modellezés oktatása

A felsőoktatásban több egyetemen készítettek olyan rendszereket, melyek a hallgatók számára lehetővé teszik E-K diagramok ellenőrzött készítését.

Az ERM-VLE rendszert a University of Northumbria at Newcastle egyetemen fejlesztették ki, ami egy szöveg alapú virtuális tanulási környezet. A hallgatók szövegesen adhatnak utasításokat az E-R adatmodell tervezése közben, aminek eredménye grafikusán megjelenik, de a grafikus felületen a hallgatók közvetlenül nem dolgozhatnak (Hall, Gordon, 1998).

A COLER egy web alapú csoportmunkát lehetővé tevő oktatási környezet az adatmodellezés tanítására. A Hawaii Egyetemen fejlesztették ki. A hallgató külön ablakban látja a probléma kiírást, grafikus felületen szerkesztheti a saját E-K diagramját. A hallgatók a feladaton egyénileg és csoportosan is dolgozhatnak. A személyi oktató a rendszer egy modulja, mely a megoldásokhoz véleményt fűz, javaslatot tesz a megoldás menetére. (Constantino-González, Suthers, 2001)

A KERMIT EER-Tutor rendszert a University of Canterbury, Christchurch, Ausztrália egyetemen fejlesztették ki, napjainkban is működik webes felületen. A rendszer egy kényszer alapú oktatási rendszer, mely az EER modellezést tanítja. A kliens oldali alkalmazás web böngészővel érhető el, a feladat leírás megjelenítése mellett grafikus adatmodell elemeket és egy rajzoló felületet biztosít az EER diagram megszerkesztéséhez. A szerveroldali alkalmazás fogadja a hallgatói megoldásokat, visszajelzéseket küld, és rögzít minden hallgatói műveletet. A hallgatók a feladatmegoldás során bármikor ellenőrizhetik addigi megoldásaikat, melyről visszajelzéseket kaphatnak, és ugyancsak megtekinthetik a feladat ideális megoldását. (Milik, Marshall és Mitrovic, 2006, Zakharov, Ohlsson és Mitrovic, 2005, Suraweera, Mitrovic, 2004)

Az ACME rendszert a Gironai Egyetemen, Spanyolországban fejlesztették ki, egy nagyobb adatbázis-kezelést oktató e-learninges rendszer részeként - további elemek: relációs algebra, normalizálás, SQL nyelv tanítása. A megoldandó feladatokat a rendszer választja ki egy adattárból. Az E-K modellből csak az egyedhalmazok (normál és gyenge) és a kapcsolatok jelennek meg grafikusán, a kapcsolatok típusát, az egyedhalmazok és kapcsolatok attribútumait, köztük az azonosító attribútumokat vezérlőelemek segítségével lehet megadni. A megoldás során a hallgató bármikor kérheti megoldásának ellenőrzését. A rendszer jelzi a szintaktikai és szemantikai hibák számát, és szöveges visszajelzést is küld. Nem mutatja meg viszont az ideális megoldást (Prados et. al., 2006).

Az E-K modellezést oktató intelligens rendszerek tudásszintje a 2-2. táblázat alapján hasonlítható össze.

A legteljesebb megoldást az EER-Tutor oktatórendszer biztosítja. Teljes, a modellezési alapelemek fajtáit is tartalmazó grafikus jelkészlettel dolgozik, a visszajelzései nagyon informatívak, kérésre, ha a hallgató nagyon elakad, megmutatja az ideális megoldást is. A COLER programban nagyon jó megoldás a csoportmunka, a hallga-

tók tanulhatnak egymás hibáiból is, tudásuk összegződik, a probléma megvitatásán keresztül juthatnak el a jó megoldásig.

Funkció	EER-Tutor	ACME	COLER
Grafikus jelkészlet	✓		
Egyedhalmazok és kapcsolatok grafikus megjelenítése	✓	✓	✓
Tulajdonságok és típusaik grafikus megjelenítése	✓		
Tulajdonságok és kulcsok megadása vezérlőelemekben		✓	✓
Rendszervisszajelzések	✓	✓	✓
Tanári visszajelzések			✓
Ideális megoldás megmutatása	✓		
Csoportmunka			✓
Hallgatótárssal, tanárral való kapcsolat		✓	✓
Hallgatói megoldások története, statisztikák	✓	✓	✓
Súgó, tutoriál	✓		✓

2-2. táblázat E-K modellezést oktató rendszerek tudásszintje

Amit hiányolok mindhárom rendszerből az az elkészített modell relációs modellbe történő átírásának megvalósítása. Ezt a lépést is kellene gyakoroltatni, hiszen a gyakorlatban a hallgatók majd relációs modellel fognak dolgozni.

2.5.2 Függőségek és normalizálás oktatása

Több interaktív számítógépes oktatórendszer készült a normalizálás tanítására, melyek egy része tesztmegoldáson keresztül gyakoroltatja azt, míg mások a normalizálást végre is hajtják.

NORMIT - az University of Canterbury, Christchurch, Ausztrália egyetemen fejlesztették ki, napjainkban is működik webes felületen. A hallgatóknak a funkcionális függőségek, a lezárt és az elsődleges kulcs meghatározását követően a BCNF normálforma teljesüléséig kell szétbontani a táblázatokat. A rendszer összehasonlítja a hallgatói megoldást a problémamegoldó által generált ideális megoldással és visszajelzést küld (Mitrovic, 2003, 2005).

Függőségi elméletet tanító e-learninges eszköz - a rendszert az University of Westminster, London és a King's Collage, London intézmények munkatársai fejlesztették ki. A program Unix operációs rendszer alatt fut, Javában íródott. A rendszernek először meg kell adni a vizsgált reláció attribútumait, majd pedig a funkcionális függőségek meghatározó és meghatározott attribútumait. Ez után a hallgató választhat, hogy a program hányadik normálformának megfelelő táblázatokra bontsa szét a relációt. A megfelelő algoritmusok lefutása után a rendszer kiírja a szétbontás utáni relációkat, és jelzi az elsődleges kulcsokat (Douglas, Barker, 2004a, 2004b).

Adatbázis normalizálási eszköz - a Cornell University-n fejlesztették ki 2003-ban, webes felületen működik. A rendszer a reláció attribútumainak és a funkcionális

függőségeknek a megadása után meghatározza a globális funkcionális függőségeket és jelzi, hogy azok hányadik normálformát sértik. Ezt követően kérésre elvégzi a reláció szétbontását, és megvizsgálja, hogy a szétbontás veszteségmentes-e és függőségstartó-e (Selicoff, 2013).

E-learninges eszköz alternatív normalizálási módszer használatával - ez a Javaban írt alkalmazás a cookbook módszernek nevezett normalizáláson alapul. A program akkor hajtja végre a táblázatok 3 NF-re történő normalizálását, ha a funkcionális függőségek nem triviálisak, azaz, ha a bal és jobb oldalon nincs közös attribútum, és ha zártak, azaz a jobboldal valamennyi attribútumot tartalmaz, amelyeket a baloldali attribútumok határoznak meg (Kung & Tung, 2006b).

Gradience - a rendszert a Stanford Egyetemen használják, a tananyag egy-egy könyv tartalma, ehhez kapcsolódóan kapnak a hallgatók feladatokat. A normalizálás megértésének ellenőrzéséhez külön kérdéssor van a funkcionális függőségek, a többértékű függőségek és a normalizálás témakörökben. A feladatsor elküldése után a rendszer értékeli a válaszokat, a hibás válaszokhoz hosszabb magyarázatot is ad (Ullmann, 2005).

A rendszerek tudásszintjét a 2-3. táblázatban foglalom össze.

Funkció	NOR-MIT	Douglas-Baker	Selico	Kung, Tung	Gradience
Oktatóanyag	✓				
Tesztmegoldás	✓				✓
Válasz indoklása	✓				
Útbaigazító visszajelzések	✓				
Eredmény szöveges értékelése					✓
Funkcionális függőségek módosítása Amstromg axiómákkal,	✓		✓		✓
Lezárt, kulcs meghatározás	✓	✓			✓
Normalizálás végrehajtása		✓	✓	✓	
Hallgatói modell kezelése	✓				
Statisztikák	✓				

2-3. táblázat FD elméletet és normalizálást oktató rendszerek tudásszintje

A funkcionális függőségek a vizsgált problémákban általában adottak, tehát ezeknek a felismerését nem gyakoroltatják a rendszerek. A teljesebb megoldást azok a rendszerek adják, melyek a normalizálást végre is hajtják, esetleg jelezve, hogy az egyes relációk melyik normálformának nem tesznek eleget, illetve mutatják a normalizálás lépéseit.

2.5.3 Az SQL nyelv oktatása

Az SQL nyelv oktatása során felmerülő problémák kiküszöbölésére a világ számos felsőoktatási intézményében készítettek SQL oktató és értékelő rendszert. Ezek egyszerű környezetet biztosítanak a hallgatók számára a lekérdezések szerkesztéséhez és teszteléséhez, mely környezetben a hallgatók jóval informatívabb visszajelzéseket kapnak annál, mint amit az adatbázis-kezelő rendszerek adnak. A rendszerek alapvető célja, hogy a hallgatók valószerű helyzetben online módon, ellenőrzött környezetben elkészített feladatait értékelje. Az egyik előnye ezeknek a rendszereknek, hogy következtetések, ugyanaz a megoldás ismételten többször ugyanazt az értékelést kapja, ami nem mindig mondható el az emberi értékelésre.

A szakirodalom és a személyes kipróbálás alapján röviden ismertetem az SQL oktató rendszerek főbb jellemzőit.

SQLify - a rendszert Ausztráliában a Southern Queensland Egyetem Matematika és Számítástudományok Tanszékén dolgozták ki, 2005 óta működik. Webes felületen keresztül érhető el. A rendszer főbb jellemzői:

- az adatbázis séma megjelenítése,
- a lekérdezés kiértékelési lépéseinek megjelenítése,
- visszajelzés a lekérdezés szemantikájáról,
- a lekérdezés kiértékelése (heurisztikus, CQ),
- a hallgatók következtetes osztályozása,
- relációs algebrai kifejezések támogatása,
- a lekérdezések kiértékelése,
- a hibás és jó lekérdezések számának megjegyzése (Dekeyser, de Raadt, és Lee, 2007).

SQLator - a rendszert az University of Queensland, Ausztrália egyetemen fejlesztették ki 2001-ben. A rendszer az SQL-92 szabványt támogatja, webes felületen keresztül érhető el. A web alkalmazás mellett a rendszernek része az SQLator motor, mely a lekérdezések végrehajtásáért és kiértékelésért felel. A motor a hallgatók által megszerkesztett lekérdezéseket heurisztikus módon ellenőrzi, bináris értékelést alkalmaz, a lekérdezés vagy jó, vagy nem. A hallgatók a lekérdezési feladat megjelenése után egy szövegszerkesztő ablakban szerkeszthetik meg a lekérdezéseket, annak végrehajtása után a lekérdezés eredménye is megjelenik. A hallgatók folyamatos visszajelzést kapnak, hogy hány kérdést oldottak meg helyesen, illetve rosszul. A rendszer képes a sztring egyezőséget vizsgálni, melynek során szóközők és tabulátorok nélkül hasonlítja össze a hallgatói válaszokat. Ezzel próbálják kiszűrni az összedolgozással, esetleg másolással készült hallgatói megoldásokat (Sadiq et al., 2004).

AsseSQL - a rendszert a University of Technology, Sydney, Ausztrália egyetemen fejlesztették ki, 2002 óta használják. A rendszer SQL lekérdezésekből álló tesztek online végrehajtását és értékelését teszi lehetővé. A rendszerben két adatbázis található. Az egyik a rendszer adatbázis, mely tartalmazza a tesztek időpontját, időtartamát, a tesztek felépítését, azaz az SQL lekérdezések számát és típusát, a jó megoldásokat, az osztályzatokat és minden olyan adatot, mely a rendszeradminisztrációhoz szükséges. A másik a teszt adatbázis, amely tartalmazza azokat a táblázatokat, adatokat, melyeken a hallgatók által megszerkesztett lekérdezések futnak. A feladatkiírás mellett a hallgató láthatja a jó válasz által generált eredményt. A válaszát egy

szövegszerkesztő ablakban adhatja meg. A lekérdezés végrehajtását követően, ha az szintaktikailag helyes, a szövegszerkesztő ablak alatt megjelenik az eredmény, melyet összehasonlíthat a rendszer által megjelenített jó eredménnyel. Ha a lekérdezés szintaktikailag hibás, azt a rendszer hibaiüzenettel jelzi. A hallgatói lekérdezés kiértékelése heurisztikus, a rendszer összehasonlítja a modell válasz eredményét a hallgatói lekérdezés eredményével. A rendszer különböző statisztikák elkészítését is lehetővé teszi, például, hogy hányszor kíséreltek meg a hallgatók egy kérdést megszerkeszteni, melyik kérdés megválaszolása jelentette a legnagyobb problémát, stb. (Coleman Prior, 2003).

SQL-Tutor - a rendszert a University of Canterbury, Christchurch, Ausztrália egyetem Intelligens Számítógépes Oktatás Csoportja fejlesztette ki 1998-ban, napjainkban is működik. Az SQL-Tutor felhasználói felületének fő ablaka a menü alatt négy részre van osztva, ezeket a részeket mindig látja a hallgató. A bal felső ablakban jelenik meg a kérdés szövege, alatta záradékként szerkesztheti a hallgató az SQL utasítást. A rendszer visszajelzései e-mellett jelennek meg. A képernyő alján az adatbázis leírás, a séma, a táblázatok felépítése tekinthető meg. Az utasítások szerkesztése során a hallgatóknak csak a záradékok tartalmát kell leírniuk, melyet pedagógiai szempontból alkalmaznak. A hallgatónak nem kell leírnia a záradékok kulcsszavait és nem kell foglalkoznia a záradékok sorrendjével sem, ezek a rendszerben adottak, így koncentrálhat az utasítás tartalmi megszerkesztésére. A rendszer több mint 600 kényszert tartalmaz, melyek egyrészt a lekérdezések szintaktikai, másrészt szemantikai tulajdonságait képviselik. A hallgatói megoldás ellenőrzése két lépésben történik: először a fontos kényszereknek, majd a kielégítő kényszereknek való megfelelést vizsgálják, aztán összehasonlítják a hallgatói megoldást az ideális megoldással. A pedagógiai modul választja ki a megoldandó feladatot, és ez adja a visszajelzéseket is. A modul a hallgatói modellben tárolt megsértett kényszerek közül kiválasztja azt az egyet, melyet a legtöbbször sértett meg a hallgató, és ehhez útmutatást küld. A hallgató valamennyi hibájáról visszajelzést kaphat, de csak egyhez kap útmutatást. A teszt adatbázist és a megoldandó feladatot a hallgató maga választhatja ki. A megszerkesztett kérdéseket a hallgatók futtathatják is (Mitrovic, Ohlsson, (1999), Mitrovic et al., 2004).

ActiveSQL - a Napier University, Edinburgh oktatójának, Dr. Gordon Russell-nek az online SQL oktató felülete. Az online SQL oktató felület mögött egy Oracle adatbázis-kezelő rendszer van SQL Plus interfésszel. A hallgató előre definiált kérdéstípusokból és azon belül kérdésekből választhat. A megszerkesztett SQL kérdést nemcsak futtatja a rendszer, hanem elemzi is azt, jelezve, hogy az milyen közel van az ideális megoldáshoz, melyet százalékos formában fejez ki, 0%-100% közötti értékkel. Ez az érték helyes cellák aránya az ideális megoldás eredményének összes cellájához képest. Ezen kívül a rendszer végrehajt egy sor/oszlop analízist is, eltérő színnel jelzi azokat a mezőket, melyek nem tartoznak a jó megoldáshoz. Ha az eredményben nem jelennek meg olyan sorok, vagy oszlopok, melyek az ideális megoldás eredményében megjelennek, azt a rendszer szöveges üzenettel jelzi. A tesztíratásnál a rendszer elemzi a megoldásokat, a megoldásokra fordított időt és a rendszertől kapott visszajelzéseket, és ezek alapján alakítja ki a végső jegyet. A rendszer statisztikákat készít arról, hogy milyen hosszban voltak a diákokra bejelentkezve, mennyi időt fordítottak az SQL kérdések megválaszolására, hány kérdést válaszoltak

meg helyesen. A rendszerbe be van építve egy ellenőrzés, mellyel megpróbálják kiszűrni a plagizálást. Az ellenőrzés sztring összehasonlításon alapul (Russel, Cumming, 2004, 2005a, 2005b).

Gradiance - a rendszer a Stanford Egyetemen Jeffrey Ullman professzor adatbázis-kezelés oktatásához elméleti és SQL oktatóanyagot tartalmaz. A rendszer maga egy általános oktató keretrendszer, az adatbázis-kezelés oktatáson kívül használják még fordítóprogramok, automaták és nyelvek és operációs rendszerek elméletének tanítására is. A hallgatók leírást kapnak az adatbázis sémáról, a feltett kérdésekhez a lekérdezéseket szövegszerkesztő ablakban szerkeszthetik meg, melyet elküldenek az adatbázis-kezelő rendszernek. A rendszer futtatja a lekérdezéseket egy minta adatbázison, majd a következő visszajelzéseket küldheti:

- szintaktikailag helytelen: az adatbázis-kezelő hibajelzése jelenik meg,
- szemantikailag helytelen: a hallgatók azt látják, hogy mi az eredmény egy másik minta adatbázison futtatva, illetve, hogy mi lenne a helyes eredmény,
- szemantikailag helyes: a hallgatók jó pontot kapnak a megoldásért.

A lekérdezések futtatása után eredmény nem jelenik meg, csak az ismertetett visszajelzések valamelyike (Ullman, 2005, 2014).

A rendszerek tudásszintjét a 2-4. táblázatban foglaltam össze:

Jellemző	SQLa-tor	Asse-SQL	SQL-Tutor	Active-SQL	Gradi-ance	SQLify
Adatbázis séma megjelenítése			✓		✓	✓
A lekérdezés végrehajtásának megjelenítése						✓
Visszajelzés a lekérdezések szemantikájáról			✓		✓	✓
Automatikus értékelés – heurisztikus	✓	✓		✓		✓
Automatikus értékelés – konjunktív lekérdezések						✓

2-4. táblázat Az SQL oktató rendszerek összehasonlítása

Az idézett cikkek alapján röviden szövegek a lekérdezések helyességének értékeléséről.

A hallgatók által megszerkesztett lekérdezések egy részéről, az úgynevezett konjunktív (összekapcsoló) lekérdezések osztályába tartozókról (CQ-conjunctive queries) egyértelműen eldönthető, hogy két lekérdezés azonos-e, azaz a lekérdezés megegyezik-e a probléma definiálásakor megfogalmazott lekérdezéssel. A nem ebbe az osztályba tartozó lekérdezéseknél a heurisztikus módon történő ellenőrzés lehetséges.

A konjunktív lekérdezések csak SELECT, FROM és WHERE záradékokat (SFW) tartalmaznak, a lekérdezések összekapcsolhatók az egyesítés (UNION) és különbség (EXCEPT) műveletekkel.

Ha a rendszer heurisztikus módon ellenőrzi a lekérdezést, akkor a lekérdezést futtatja egy teszt adatbázison, majd az eredményt összehasonlítja a probléma definiálása-kor megadott megoldás eredményével.

A vizsgált feltétel a következő relációs algebrai kifejezés:

$$(a(I) - s(I)) \cup (s(I) - a(I)) = \emptyset$$

ahol 'a' a helyes megoldás, 's' a hallgató megoldása és I a megoldandó feladat. Ez a módszer az egyszerűbb lekérdezéseknél a vizsgálatok szerint 95%-ban ítélt helyesnek jó megoldásokat, de bonyolultabb kérdéseknél használata problémát jelenthet.

A heurisztikus ellenőrzés eltérő lekérdezéseket egyaránt elfogadhat helyesnek, például a következő sémával adott adatbázisból

```
Szoftverek(ID, Megnevezés, GyártóID)
Szoftvergyártók(GyártóID, Gyártónév, Ország)
```

a Microsoft cég által gyártott szoftverek adatainak lekérdezésére két megoldás is létezik:

```
Select ID, Megnevezés
From Szoftverek S Inner Join Szoftvergyártók G on
S.GyártóID=G.GyártóID
Where Gyártónév Like '%Microsoft%'
```

Ha a hallgató tudja, hogy a Microsoft cég azonosítója a Szoftvergyártók táblázatban 7, akkor az alábbi lekérdezés a fentivel azonos eredményt szolgáltat.

```
Select ID, Megnevezés
From Szoftverek
Where GyártóID=7
```

2.6 Adatmodellek és Moodle tesztek értékelése

Az elkészített adatmodellek, diagramok értékelésére többféle módszert lehet használni. Van, aki a helyesen modellezett elemeket, részfeladatokat pontozza, így jár el például Chung, 2006. Ő a relációs modell készítését részfeladatokra bontotta (alapelemek meghatározása, E-K modell elkészítése, átírás relációs modellbe, kulcsok kijelölése) és azon belül a helyes megoldásokat értékelte. Wohlin, Aurum, 2003 és Tokdemir, Cagiltay, Kilic, 2012 a modellben fennálló hiányosságokat veszik számba és sorolják típusokba, így képeznek mérőszámokat.

Claxton, McDougall, 2000 a koncepcionális modellek minőségének, úgy, mint pontosság, világosság, teljesség, tömörség, következetesség mérésére indexeket definiál. Defining Quality Metrics, 2014 a relációs modell értékeléséhez a következő indexeket határozza meg:

- teljesség index (CI),
- normalizációs index, (NI),
- teljes minőségi index (QI).

CI-t a függőségek, NI-t a normálformáknak való megfelelés alapján lehet kiszámítani. CI és NI nulla és egy közötti értékek, QI pedig az előbbiekből súlyozással számított érték. Minél nagyobbak az indexek értékei, annál helyesebb az adatmodell.

A Moodle rendszer a tesztek értékelésére saját értékelési rendszert tartalmaz. A teszteredményeknél kiszámítja az átlagot, a mediánt és a szórást. A teszt eredmények eloszlásának jellemzésére meghatározza a ferdeséget, mely az eloszlás aszimmetriáját méri, és az eloszlás csúcsosságát, normális eloszlást feltételezve. A kérdésenkénti eredményeknél is képez mutatókat, úgy, mint könnyűség és diszkriminációs index, valamint diszkriminációs mutató. Könnyűség index (0-100 közötti érték), kis értékei extrém nehéz, nagy értékei extrém könnyű kérdést jeleznek. A diszkriminációs mérőszámok azt mutatják meg, hogy mennyire hatékony a kérdés, mennyire képes szétválasztani a diákokat a tudásuk szempontjából (Moodle saját értékelési rendszere, 2014). Matematikai tesztek értékeléséhez használta ezeket a mutatókat Blanco, Ginovart, 2012.

Tóthné Parázsó, 2014 online értékelési módszereket tárgyal. Ennek során megállapítja a következőket: a teszteredmények értékelése statisztikai módszerekkel történik, meghatározható a terjedelem, a középérték mutatók, a szóródási mutatók, az átlagos eltérés, a gyakoriság, a gyakorisági eloszlás. Az eloszlás vizsgálata, azaz annak eldöntése, hogy az eredmény adatsor normális eloszlású-e, általában kézi vizsgálattal történik. Az átlagok és szórások homogenitása különböző próbákkal vizsgálható. Schäfer, Jansen, Stehling, 2012 és Merceron, 2013 alap statisztikai jellemzőket határoztak meg a teszteredmények értékelésekor és azokat hasonlították össze.

A teszteredmények eloszlását én is vizsgáltam. Mivel a papíralapú dolgozatok eredménye általában normális eloszlású, a vizsgálat arra terjedt ki, hogy elmondható-e ugyanez a Moodle tesztek eredményeire. Azt tapasztaltam, hogy a Moodle tesztek eredményének eloszlása általában normális eloszlású. Nem befolyásolta az eloszlást az sem, hogy a tesztek milyen mértékben tartalmaztak véletlen kérdéseket (Czenky, 2014c).

Adatbányászati technikákat, mint osztályozás, klaszterezés és társítás is lehet alkalmazni a Moodleból származó adatok vizsgálatára. Így járt el például Romero, Ventura, Garcia, 2008, Romero et. al., 2010 és AlAjmi, Shakir, 2013. Én is használtam adatbányászati módszereket Moodle eredmények vizsgálatához, a fenti módszerek mellett a döntési fák keresését is (Czenky, 2010c, 2012).

A tesztek kérdésenkénti eredményének vizsgálatára is van példa. Cope, Kolen, 1990 és Shakil, 2009 feleletválasztós kérdések kérdésenkénti eredményeit vizsgálták, és úgy találták, hogy azok béta-binomiális eloszlásúak.

3 Anyag és módszer

Kutatásom során információszerzés céljából kérdőíves felmérést végeztem a hallgatók körében, illetve a Moodle kurzusszervezési keretrendszer naplófájljának adatai elemzésével a hallgatók tanulási szokásait vizsgáltam. Ebben a fejezetben ezek eredményét ismertetem.

Vizsgálataim adatforrásai a különböző házi feladatok, zárthelyi tesztek és dolgozatok, valamint felmérőlapok eredményei voltak. Ebben a fejezetben vizsgálatonként ismertetem az adatforrásokat és azokat a statisztikai és adatbányászati módszereket, melyeket az adatokon végrehajtottam.

3.1 Anyag

Az alábbiakban azokat az információ- és adatforrásokat ismertetem, melyeket a kutatásom során felhasználtam.

3.1.1 Az adatbázis-kezelés oktatásának hallgatói megítélése – kérdőíves felmérés

A 2007/2008 tanév őszi félévének végén 62 kérdésből álló kérdőívvel kértem ki az ABK kurzus hallgatóinak véleményét a tárgyról és az oktatásról. A kérdőívet a hallgatók a Moodle rendszerben töltötték ki.

A válaszok ismeretében reméltem, hogy választ kapok a következő kérdésekre.

- Mennyire támaszkodhatom az oktatás során a hallgatók informatika iránti érdeklődésére, számítógépes jártasságára?
- A tárgyfelvételi és tanulási motivációk mennyiben segíthetik az eredményesebb tanulást?
- Foglalkoztak-e már a hallgatók előzőleg adatbázis-kezelési ismeretekkel, és ha igen, mivel?
- Kell-e változtatni az egyes témákra fordított időarányokon?
- Mely témaköröket ítélik nehéznek, és melyeket könnyűnek?
- Mely területeken kell a tanítás eredményességét javítani?
- Mi a véleménye a hallgatóknak az órai munkáról, az oktatási anyagokról?
- Kell-e változtatni a számonkérés módján?
- Kellően objektív-e a hallgatóknak saját tudásukról alkotott véleménye?
- Mennyire önállóan készítették el a hallgatók a házi feladatot?
- Foglalkoznának-e a hallgatók továbbra is adatbázis-kezeléssel, miről hallanának még szívesen?

A kérdések megválaszolása önkéntes volt, az 54 hallgatóból 46 tette azt meg. Mivel az véletlenszerű, hogy ki nem töltötte ki a kérdőívet, a felmérés reprezentatívnak tekinthető.

A hallgatók 100% válaszolta azt, hogy érdekli az informatika, bár csak 10% szeretne profi informatikus lenni. Minden hallgató használ számítógépet, 90%-uk nemcsak játéokra, csevegésre, levelezésre, hanem a különböző feladataik megoldására is. A

hallgatók informatika iránti érdeklődését az is alátámasztja, hogy 54%-uk a megelőző években felvett fakultatív informatikai tárgyat, viszont a hallgatók 80,4%-nak az érdeklődése az általuk választott tárgyak iránt nem haladja meg a közepes szintet. A legörvendetesebb, hogy kétharmaduk e témában önállóan is képzi magát, mivel az informatika egy gyorsan fejlődő tudomány. Ez a tanuláshoz való tudatos hozzáállást jelez, ami tapasztalatom szerint az intézményi keretben folyó tanulás során is megmarad.

Az Adatbázis-kezelés tárgy a hallgatók számára kötelező tárgy volt. Megkérdeztem azt is, hogy mi motiválja még őket a tanulásban. Azok számára, akik foglalkoztak már adatbázis-kezeléssel az ismeretek rendszerezése, illetve új ismeretek megszerzése a vonzó. Ez utóbbit megjelölték azok is, akik eddig még nem foglalkoztak adatbázis-kezeléssel, valamint azt, hogy a megszerzett tudást a későbbiekben hasznosítani tudják. Ugyancsak motiváló erő a jó érdemjegy megszerzésének lehetősége. A tanulást motiváló tényező lehet a személyes tapasztalat is. A hallgatók 34,8%-a találkozott már a gyakorlati életben műszaki adatbázissal, 32,6%-uk úgy tapasztalta állásbörze, álláshirdetés, szakmai gyakorlat, barátok, ismerősök elbeszélése alapján, hogy az ipar igényli az adatbázis-kezelési ismereteket.

A mi motiválta volna jobban a tanulásban, a feladatok megoldásában kérdésre többek között a következő válaszokat kaptam: több idő a megértésre és gyakorlásra, magasabb óraszám, kevesebb hallgatott tárgy, több gyakorlat tanári segítséggel, szakmába vágó példák, magasabb követelmény.

A hallgatók 43,5%-a foglalkozott már adatbázis-kezeléssel a tárgy felvétele előtt. Három témakört jelöltek meg a legtöbben, az SQL nyelvet, az Access és a MySQL adatbázis-kezelő rendszerek interaktív használatát. Adatmodellezéssel és adatbázis programozással csak két-két fő foglalkozott. Egy fő használta az Oracle-t is. Az olvasott-e a témával foglalkozó cikket, könyvet kérdésre igen választ adott a hallgatók 17,4%-a, mégpedig egyetemi jegyzetet, Interneten megtalálható cikkeket és oktatási segédanyagokat olvastak, témának főleg a MySQL-t jelölték meg.

A hallgatók az adatbázis-kezelő rendszerek jellemzőinek és az adatmodellezésnek a tárgyalására fordított időt megfelelőnek tartják, és közel 50% szerint az SQL nyelvre szánt idő is megfelelő, bár a hallgatók közel 40%-a az SQL-re szánt időt kevésnek tartja. A hallgatók által javasolt időarányokat megnézve, a legtöbb időt az SQL nyelv tárgyalására javasolják. Foglalkoznának a hallgatók órán az Access adatbázis-kezelő rendszerrel is, mivel a házi feladatot ezzel a rendszerrel kell megoldaniuk.

Különböző állításokkal való egyetértéssel, illetve egyet nem értéssel arra kívántam választ kapni, hogy mely témaköröket, feladatokat tartanak a hallgatók könnyűnek vagy nehéznek. A tárgyat és a normalizálást nehéznek ítélik, az SQL nyelvet közepesen nehéznek, az adatmodellezést, a házi feladatot, a tesztekét viszont könnyűnek. Ebben az állításokban arra is rákérdeztem, hogy egy nehezebb adatmodellezési, vagy egy bonyolultabb SQL lekérdezési feladat ösztönöz-e a feladat önálló megoldására. Sajnos a válasz nemleges, a nehezebb feladat inkább megrettentti a hallgatókat.

A 3-1.-től a 3-4.-ig táblázatokban foglaltam össze, hogy az órai munka, valamint az adatmodellezés és az SQL nyelv tanulása során az egyes fogalmak tanulása és tevékenységek végrehajtása a hallgatók hány százalékának jelentett problémát. A problémásabb területeken feltétlenül javítani kell az eredményességet.

Tevékenység	Problémát jelzők aránya
terminológia használata	5,54%
fogalmak, definíciók megértése	20,36%
példák megértése	12,99%
példák megtalálása	7,41%
algoritmusok megértése	22,21%
algoritmusok alkalmazása	16,63%

3-1. táblázat Az órai munka során problémát jelentő tevékenységek

A 3-1. táblázat adatai szerint a hallgatók a legproblémásabb tevékenységnek az algoritmusok megértését tartják, amelyet a fogalmak és definíciók megértése követ. Később jelent problémát a példák megtalálása, de ez ellenkezik tanári tapasztalataimmal.

Fogalom	Problémát jelzők aránya
egyed, egyedhalmaz	5,51%
kapcsolat-előfordulás, kapcsolat	20,38%
tulajdonság, tulajdonságérték	5,54%
elsődleges kulcs	7,39%
idegen kulcs	14,84%
Null érték	1,85%
funkcionális függőség	44,44%
többértékű függőség	42,63%
normálformák	68,55%
integritási kényszerek	22,25%

3-2. táblázat A fogalom megértésnél problémát jelzők aránya

A 3-2. táblázatban azt jeleztem, hogy az adatmodellezés különböző fogalmainak megértése a hallgatók hány százalékának jelentett problémát. A legproblémásabb fogalmak a normalizálással kapcsolatosak, a normálformák és a különböző függőségek. A modellezési fogalmak közül a kapcsolat és a kapcsolat-előfordulás, a relációs modell fogalmai közül az idegen kulcs és az integritási kényszerek jelentenek még problémát.

Tevékenység	Problémát jelzők aránya
0.-dik normálformájú táblázat felírása	41,3%
funkcionális függőségek felismerése	28,3%
többértékű függőségek felismerése	19,6%
elsődleges kulcs meghatározása	39,1%
normálformáknak való megfelelés megállapítása	69,6%
táblázatok szétbontása	26,1%
függőségi diagram felrajzolása	30,4%

3-3. táblázat A normalizálással kapcsolatos tevékenységek hallgatói megítélése

A normalizálási algoritmus lépéseinek megítélését mutatja a 3-3. táblázat. A táblázat adatai szerint a normálformák megértése és a táblázatok normalizáltsági fokának felismerése a legnehezebb tevékenység a hallgatók számára. Legkevesbé problémás a függőségek felismerése, a függőségi diagram felrajzolása és a táblázatok szétbontása a szétbontási szabály alapján.

A 3-4. táblázat adatai szerint, bár az SQL egyszerű struktúrájú, a nyelvi szabályok megértése, betartása és a lekérdezések kódolása problémát jelent a hallgatók harmadának. Jól látható a 3-4. táblázatban az összekapcsolási művelet és az alkérdéses lekérdezés kódolásának problémásabb volta is.

Tevékenység	Problémát jelzők aránya
nyelvi szabályok megértése	30,1%
nyelvi szabályok betartása, alkalmazása	39,1%
lekérdezések kódolása	43,5%
kiválasztási feltételek írása	8,7%
predikátumok használata	17,4%
aggregát függvények használata	19,6%
csoportosítás	13,0%
összekapcsolási műveletek	30,4%
alkérdéses lekérdezések	39,1%
objektumok létrehozása, módosítása	10,9%
táblázatok adatainak felújítása	8,7%
adatfelügyeleti utasítások	13,0%

3-4. táblázat SQL tanulása során problémát jelző hallgatók aránya

A hallgatók 97,8%-a válaszolt igennel arra a kérdésre, hogy tudta-e követni a tanári magyarázatot. A hallgatók 80,4%-a javasol több közös feladatmegoldást, és 67,4%-uk szerint hasznos lenne heti rendszerességgel gyakorló tesztet megoldani. A hallgatók többsége (87%) elégedett volt az adatbázis-kezelő rendszer nyújtotta lehetőségekkel, és ami nagyon öröndetes, javasolja modellező szoftverek használatát is (65%). Többen említették az órai munkával és a tanulással kapcsolatban is az időhiányt. Az óraszám növelésére nincs lehetőség, ez feszített tempót, kevesebb gyakorlást jelent.

Nagyon öröndetes, hogy sok hallgató használta az oktatási anyagokat (91,3% - 4,42) és a teszteket (87% - 4,17) a zárhelyire való felkészülés során (zárójelben azok ötfokozatú skála szerinti értékelése).

Jelenleg két zárhelyi dolgozatot kell írnia a hallgatóknak, és egy házi feladatot kell elkészíteni a félév során. A számonkérésnek ezt a módját a hallgatók megfelelőnek tartják. Öröndetes, hogy a házi feladat kiváltását zárhelyi dolgozattal csak kevesen javasolják. A házi feladat ad lehetőséget a tanultak rendszerezésére és alkalmazására a gyakorlatban. Az évek során a szóbeli vizsgákat felváltották az írásbeli számonkérések. A szóbeli vizsga visszaállítását a hallgatók sem javasolják.

A hallgatók átlagban néhány tizeddel rosszabb jegyet (3,19) adtak volna maguknak, mint amit ténylegesen kaptak (3,5). Ötfokozatú skálán 3,4 értékkel jelezték a hallgatók a tárgy hasznosságát. 15%-uk már tudta alkalmazni a tanultakat, munkahelyen,

vagy saját felhasználásra készített nyilvántartásban. Megkérdeztem azt is, hogy a hallgatók megszerzett tudásuk alapján milyen tevékenységre tartják magukat alkalmasnak. 20% válaszolta azt, hogy nem sajátította el olyan mélyen az anyagot, hogy alkalmazni tudja. 15%-22% százalék gondolja úgy, hogy képes kisebb adatbázisokat tervezni, interaktívan vagy az SQL nyelvvel kezelni őket, esetleg egyszerűbb programozási feladatot megoldani.

A házi feladatnál a megoldandó feladatot a hallgatók 82,6%-a egyedül találta ki és fogalmazta meg, az adatmodellt 73,9%, az SQL-lekérdezéseket 58,7%, az adatbázist kezelő alkalmazást 63% készítette el egyedül. A hallgatók szerint a házi feladat készítése során a legnagyobb nehézséget a megoldandó feladat megfogalmazása jelentette (32,6%). Nehezebb feladatnak tartották az Access alkalmazás objektumainak készítését is (28,3%), az adatmodell megalkotása és az SQL-lekérdezések megszerkesztése körülbelül azonos nehézségű a hallgatók véleménye szerint (22%-24%).

A hallgatók átlagosan egy napot dolgoztak a házi feladat elkészítésén, és munkájukat átlagosan 70% teljesítményűnek ítélik, bár véleményük szerint 2 napot kellett volna átlagosan dolgozni egy jeles szintű munka elkészítéséhez.

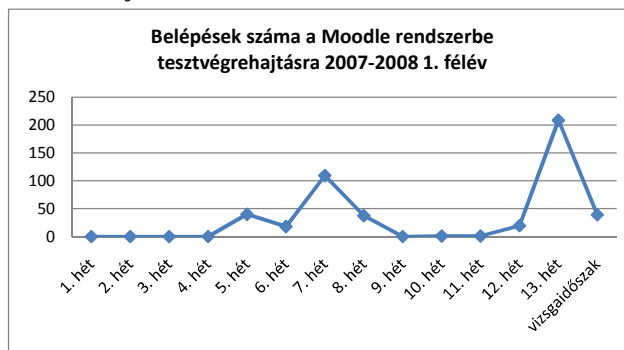
A hallgatók 39,1%-a kíván továbbra is foglalkozni adatbázis-kezeléssel. Többségük szakkönyv és a megfelelő szoftver beszerzése után az önálló tanulást választaná. Az Adatbázis programozás fakultatív tárgy iránt 21,7% érdeklődik (Czenky, 2008a).

A felmérést a 2008/2009 tanév őszi félévében megismételtem, az eredmény hasonló lett, mint az előző évi felmérésben.

3.1.2 A hallgatók tanulási szokásainak vizsgálata

A 2007/2008 tanév első félévének végén a Moodle rendszer naplófájljának adatai alapján megvizsgáltam az ABK kurzus hallgatóinak tanulási szokásait.

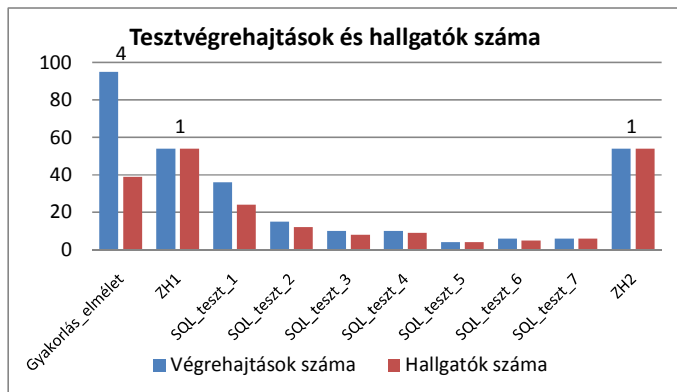
A 3-1. ábra a Moodle rendszerbe történő belépések számát mutatja. Az ábráról látható, hogy a hallgatók kampányszerűen tanulnak, a legnagyobb aktivitást a zárthelyi dolgozatok hetében mutatják.



3-1. ábra Belépések a Moodle rendszerbe a vizsgált félévben

A tesztek az adatmodellezésből a 4. héttől álltak rendelkezésre, az SQL nyelv tanulásakor pedig az első héttől kezdve. Az adatmodellezésből egyetlen teszt volt (gyakorlás_elmélet), az SQL nyelvből pedig hét. Ezen kívül mindkét témából volt próba teszt, zárthelyi tesztek, és az előző alfejezetben említett kérdőíves felmérés is teszt-ként jelent meg.

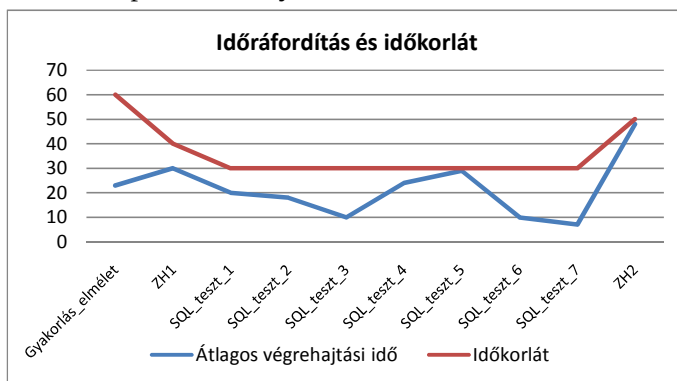
A 3-2. ábra tesztenként a végrehajtások számát mutatja. A diagramon a számok az engedélyezett tesztvégrehajtások számát jelzik, ahol nincs szám, ott nem volt ilyen korlátozás.



3-2. ábra Tesztvégrehajtások és hallgatók száma

Az ábráról látszik, hogy az adatmodellezés gyakorló tesztet (gyakorlás_elmélet), átlagosan 2,5-szer oldották meg a hallgatók. A félév második felében az aktivitásuk csökkent, az első SQL tesztet a hallgatóknak csak mintegy a fele oldotta a meg, a továbbiakat pedig még kevesebben.

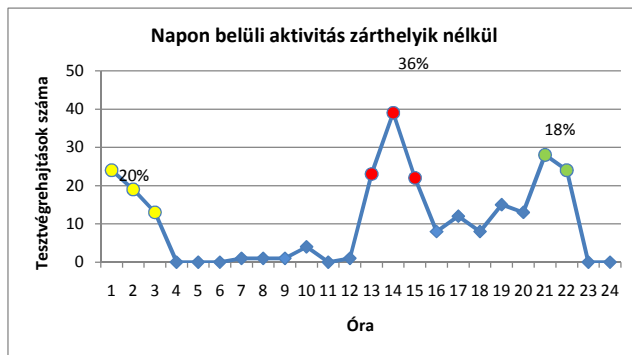
A teszteken időkorlát volt, ezt mutatja a 3-3. ábra. A hallgatók két teszt kivételével nem használták fel a rendelkezésre álló időt. Az elméleti teszt megoldására átlagosan 23 percet fordítottak a lehetséges 60 perc helyett. Ezt kevésnek tartom, magyarázza a közepes eredményt.



3-3. ábra Időráfordítás és időkorlát

Azt is megvizsgáltam, hogy milyen napokra esik a legtöbb tesztmegoldás. Ezek a napok a kedd, a szerda és a csütörtök, a többi napokon ezekhez viszonyítva a negyede a tesztmegoldások száma, a hétvégén pedig jelentéktelen.

Vajon a hallgatók tevékenysége mely napszakokban intenzívebb? A 3-4. ábrán a nap 24 órájában ábrázoltam a hallgatói aktivitást, a zárhelyi dolgozatokat nem vettem figyelembe. Az órák 13³⁰-15, 8¹⁵-9⁴⁵ és 15¹⁵-16⁴⁵ időpontokban voltak.



3-4. ábra Napon belüli aktivitás zárthelyik nélkül

A kiemelkedő aktivitást mutató órák: éjszaka 1-3, kora délután, 13-15 és este 21-22. Érdekes, hogy az este 23-1 közötti időszakban viszont egyáltalán nincs aktivitás (Czenky, 2008b).

A vizsgálatokat a 2009/2010-es tanév 2. félévének végén megismételtem. Ebben a tanévben már rendelkezésre álltak a heti tanulást támogató tesztek. Ebben az évben az őszi és a tavaszi félévben is oktattam az ABK kurzusok hallgatóinak az Adatbázis-kezelés tárgyat. Az őszi félévben az egyes témakörök tanítását követő héten írták a zárthelyiket, a tavaszi félévben viszont hallgatói kérésre minden zárthelyi tesztet egy napon írtak meg a hallgatók. Az őszi félévben a heti tesztmegoldások száma egyenletesebb, bár egyes zárthelyik előtt nagyon csekély, a tavaszi félévben viszont továbbra is kampányszerű a zárthelyi heteiben.

A napon belüli aktivitás is hasonló, mint a megelőző vizsgálatkor, aktív időszak lett a 10-13 órák közötti időszak is.

A tesztek megoldására biztosított időt továbbra sem használják ki a hallgatók, a rendelkezésre álló időnek átlagosan 40%-a alatt oldják meg a tesztek (Czenky, 2010b).

Év	A rendelkezésre álló időből felhasznált idő	Hallgatók aránya
2007	1/6	23,5%
	1/3	53%
	2/3	23,5%
2008	1/5	81%
	2/5	19%
2009, 2010	1/4	74%
	1/3	26%

3-5. táblázat A tesztek megoldásra fordított idő változása

Kérdésemre a hallgatók 60%-a jelezte, hogy élvezte a Moodle számítógépes tesztjeit, így könnyebb volt a tanulás. A tesztek megoldásra fordított idő az egymást követő években viszont csökkent, lásd 3-5. táblázat. Ez arra enged következtetni, hogy a cél a gondolkodás és a minél jobb eredmény elérése helyett, a helyes válaszok mihamarabbi megtekintése lett (Czenky, 2010c, 2013).

3.1.3 Vizsgálatok adatforrásai

A grafikus rajzolóprogramok használatának eredményesség vizsgálatához felhasznált adatforrások:

2007	BME	órán, papíron készített egyed-kapcsolat diagramok
2008	SZIE	a Dia programmal készített egyed-kapcsolat diagramok
2007	SZIE	órán, papíron készített Bachman-diagramok
2008	SZIE	a házi feladatok Toad Data Modeler programmal készített Bachman-ábrái

A pontszámok meghatározásához számba vettem a jól modellezett, a hibásan modellezett és a nem modellezett elemek számát, ezekre elemenként rendre 2, 1 és 0 pont járt. Az egységes pontozás végett az egy adott elemre kapott pontszámokat hasonlítottam össze, azaz minden elemnél az összes pontszámot elosztottam a modellezendő elemek számával. Ezt a módszert azért kellett alkalmazni, mert az órai feladatok során ugyanazt a feladatot, de a házi feladat során mindenki más feladatot oldott meg, és ezért változó volt a modellezendő elemek száma.

Az adatmodellezési példatár használatának eredményesség vizsgálatához az adatforrások a 2007-2010 közötti ABK kurzusok, valamint a KM3 2010 zárthelyi tesztjeinek eredményei. A KM3 kurzus zárthelyi tesztjében az elérhető maximális pontszám 25 pont volt. Az ABK kurzusoknál kétféle, az előzőtől eltérő pontozás volt, de ezeket a pontszámokat az összehasonlíthatóság érdekében átszámítottam 25 pontra.

A példatár használatáról kérdező felmérésben a KM3 kurzus nem minden hallgatója vett részt. A minta és a teljes kurzus homogenitásának vizsgálatát a félév végi érdemjegyek alapján végeztem el.

A fogalomtanulás eredményessége vizsgálatánál az adatforrások a Moodle tesztek kérdésenkénti eredményei voltak. A vizsgált kurzusok: ABK 2007-2008, ABK 2009-2010 és KM3 2010. A kérdéseket besoroltam a fogalomtanulás fázisai és témakörök szerint. A kérdésenként összesített eredmények vizsgálatához összesítettem a kérdésenkénti pontszámokat, majd elosztottam az adott kérdés megválaszolásának számával. Erre azért volt szükség, mert a véletlen kérdések miatt az egyes kérdéseket más-más számban oldották meg a hallgatók. Az adatbányászati és illeszkedési vizsgálatokat a kérdésenkénti pontszámokkal hajtottam végre.

A fogalomrendszerezés eredményessége vizsgálatának az adatforrásai a 2010-es és 2013-as feladatlapok eredményei. Valamennyi feladatra maximum 1 pontot adtam, az elérhető maximális pontszám felmérőnként 9 pont.

A hagyományos és az alternatív normalizálási módszerekkel történő normalizálás eredményessége vizsgálatánál az adatforrások a 2013-as felmérő dolgozatok eredményei. Valamennyi feladatnál a maximális pontszám 7 pont. A KM3 kurzusnál a cookbook módszer felmérőjét csak egy részminta oldotta meg, de ez a minta ugyanolyan eloszlású, mint a teljes sokaság. Ez utóbbi homogenitás vizsgálatot a félév végi érdemjegyek alapján végeztem.

Az SQL oktatóprogram használata eredményesség vizsgálatánál az adatforrások a 2011-es és 2012-es SQL zárthelyi dolgozatok pontszámai. A vizsgált három kurzusnál az egymást követő években a zárthelyi dolgozatok ugyanazok voltak, a maximális pontszámok a KM3 kurzusoknál 19,5 pont, a KDB kurzusoknál 40 pont, míg az MM kurzusoknál 50 pont.

A dolgozatot minden hallgató megírta. Közülük nem minden hallgató használta 2012-ben az SQL oktatóprogramot - KM3-94%, KDB-100%, MM-62%. A KM3 minta ugyanolyan eloszlású, mint a teljes kurzus, az MM minta szintén ugyanolyan eloszlású, mint a teljes kurzus. Ez utóbbi két homogenitás vizsgálatot a félév végi érdemjegyek alapján végeztem.

3.2 Módszer

Az előző alfejezetben felsorolt adatforrásokkal statisztikai és adatbányászati vizsgálatokat végeztem. Az alábbiakban ismertetem a végzett vizsgálatokat, csak azoknál a statisztikai próbáknál adom meg a próbafüggvényeket, amelyek nem közismertek. A közismert vizsgálatoknál irodalmi hivatkozással jelzem, hogy azok hol találhatók meg.

A statisztikai vizsgálatokat az R programnyelv segítségével hajtottam végre. Valamennyi vizsgálatnál a szignifikancia 0,05. Az adatbányászati vizsgálatokat az Alpha-Miner ingyenes adatbányászati programmal végeztem el.

3.2.1 Az alkalmazott statisztikai vizsgálati módszerek

Illeszkedésvizsgálatok

A Khi-négyszet próbával (Reimann, 1985, 261) vizsgáltam meg, hogy az adatsorok normális eloszlásúak-e. A Kolmogorov-Szmirnov (Reimann, 1985, 247) próbát használtam annak eldöntésére, hogy az adatsorok béta eloszlásúak-e. Ez utóbbi vizsgálatnál mivel a minták nagy elemszámúak, a kritikus érték táblázatból nem olvasható ki, azt Kolmogorov-Szmirnov próba kritikus értékeinek táblázata, 2014 alapján számoltam.

Eloszlások homogenitásának vizsgálata

Két vizsgált minta homogenitását a Khi-négyszet próbával (Hunyadi, Mundroczó, és Vita, 2000, 475) vizsgáltam.

Független, normális eloszlású minták szórásának és átlagának homogenitás vizsgálata

Ha az adatsorok normális eloszlásúak, akkor, mivel az adatsorok függetlenek, F-próbával (Reimann, 1985, 225) ellenőriztem a szórások egyezőségét. Ha a szórások megegyeznek, akkor T-próbával (Reimann, 1985, 223), ha nem, akkor Welch próbával (Reimann, 1985, 223) vizsgáltam az átlagok egyezőségét.

Független, nem normális eloszlású minták szórásának és átlagának homogenitás vizsgálata

Ha valamelyik vagy mindkét adatsor nem normális eloszlású, akkor a szórások egyezőségét Levene próbával, az átlagok egyezőségét Mann-Whitney próbával (Hunyadi, Mundroczó, és Vita, 2000, 507) vizsgáltam.

A Levene próba null hipotézise szerint a szórások megegyeznek, a próbafüggvénye

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k N_i (Z_{i\cdot} - Z_{\cdot\cdot})^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (Z_{ij} - Z_{i\cdot})^2},$$

ahol

- W a teszt eredménye
- k a különböző csoportok száma
- N az összes adatok száma a különböző csoportokban
- N_i az i-dik csoport adatainak száma
- $Z_{ij} = |Y_{ij} - \bar{Y}_i|$, $\bar{Y}_i$ az i-dik csoport átlaga
- $Z_{i\cdot}$ az i-dik csoport Z_{ij} értékeinek átlaga
- $Z_{\cdot\cdot}$ az összes Z_{ij} értékek átlaga

A null hipotézist el kell utasítani, ha $W > F_{\alpha, k-1, N-k}$, ahol $F_{\alpha, k-1, N-k}$ az F eloszlás értéke k-1 és N-k szabadságfok és α szignifikancia esetén (NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods, 2012, 1.3.5.10. alfejezet).

Nem független, normális eloszlású minták szórásának és átlagának homogenitás vizsgálata

Mivel a minták nem függetlenek, a függő minták szórására vonatkozó T-próbával ellenőriztem, hogy a szórások azonosak-e. Ha a szórások megegyeznek, akkor a kétmintás párosított T-próbával (NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods 2012, 7.3.1.1. alfejezet, Fazekas, 2009, 134) vizsgáltam meg, hogy az átlagok is megegyeznek-e. Ha a szórások nem egyeznek meg, akkor az átlagok egyezőségét Wilcoxon próbával (Pestman, 1998, 230) ellenőriztem.

A függő minták szórására vonatkozó T-próba null hipotézise, hogy a szórások megegyeznek, a próbafüggvénye

$$t = \frac{(s_N^2 - s_K^2)\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{4s_N^2 s_K^2 (1-r_{x_1 x_2}^2)}}$$

ahol

- S_N a nagyobb szórás
- S_K a kisebb szórás
- n a minta elemeinek száma
- r a korreláció

A próbafüggvény Student-féle t eloszlást követ, a null hipotézist elutasítjuk, ha a próbafüggvény értéke nagyobb, mint az n-2 szabadságfokkal és α szignifikancia szinttel számolt kritikus érték (Sheskin, 2000, 461).

Szignifikancia teszt a korrelációs együtthatóra

Szignifikancia tesztel ellenőriztem, hogy a kiszámított korrelációs együtthatók különböznek-e nullától (Hunyadi, Mundroczó, és Vita, 2000, 655).

3.2.2 Az alkalmazott adatbányászati vizsgálati módszerek

Az AlphaMiner programmal klaszterezést hajtottam végre, döntési fákat állítottam fel és társítási szabályokat kerestem (Han, Kamber, 2004).

4 Általam kidolgozott új oktatástámogató eszközök

Ebben a fejezetben az általam kidolgozott új oktatástámogató eszközöket mutatom be, úgymint Moodle kérdésbank, adatmodellezési példatár, alternatív normalizálási módszerek, adatmodellezés fogalomtérképei és végül az SQL oktatóprogram.

4.1 Moodle kérdésbank és tesztek

A 2007/2008-as tanév első félévétől használom az ABK tárgyat, majd később a többi tárgy oktatásában is a Moodle e-learninges oktatórendszert. Ezt a rendszert széles körben használják az oktatásban open source volta és nagyszámú oktatástámogató eszköze miatt. A rendszer többek között lehetővé teszi kérdésbank kialakítását, a kérdésekből generált tesztek használatát, oktatási anyagok elhelyezését a kurzusokban.

A kérdésbank kérdéseit 2007-től folyamatosan írtam, egy részüket az adatmodellezés, a másik részüket az SQL nyelv témakörben. Az adatmodellezés kérdéseket Czenky, 2005, Kovács, 2004 és Ullman, Widom, 2008 alapján dolgoztam ki. Az első két évben 92, 2009-től 250 adatmodellezési kérdés van a kérdésbankban. Az SQL kérdések írásához Czenky, 2005, Bhamidipati, 1999 és Stolnicki, 2003 könyveket használtam. Jelenleg az SQL nyelv utasításainak, szabályainak tanulását segítő 118 tesztkérdés található a kérdésbankban.

A Moodle kérdésbankok kérdéseinek nagy része az elméleti ismereteket számon kérő kérdés, Kotzer, Elran, 2012, Babo, Azevedo, 2013 és Sorensen, 2013 is ezt írják le. Ugyanakkor mindhárom forrás alkalmaz más típusú feladatokat, mint matematikai problémát felvető és feladatmegoldó feladatokat, táblázatok használatát vezetői problémák megoldásához, vagy kémiai számítási feladatokat.

Az általam létrehozott adatmodellezési kérdésbankban új az, hogy a kérdéseknek csak kis része, mintegy ötöde elméleti kérdés, többsége gyakorlati, kisebb modellezési feladat. Ezekkel a feladatokkal egyrészt a fogalomtanulás lépéseinek gyakorolását, másrészt a modellezési készség fejlesztését kívánom elősegíteni.

Jellemző	2007, 2008	2009, 2010
gyakorló tesztek száma	1	13
gyakorló teszten időkorlát	van	van
gyakorló teszt véletlen kérdések	igen	igen
gyakorló teszt próbálkozásszám	3	tetszőleges
gyakorló teszt jó válasz megmutatás	nem	igen
zárthelyi tesztek száma	1	6
zárthelyi teszten időkorlát	van	van
zárthelyi teszt véletlen kérdések	igen	nem

4-1. táblázat Adatmodellezési tesztek jellemzői ABK kurzusok

A kérdésbank kérdéseiből tesztek generáltak, a gyakorló tesztek az ismeretek elsajátítását segítik, a zárthelyi tesztek pedig az ismeretek számonkérését teszik lehetővé. Az ABK kurzusok adatmodellezési tesztjeinek jellemzőit a 4-1. táblázatban

foglaltam össze. Látható, hogy a kérdésszámok növelésével jelentősen megnőtt a gyakorló tesztek száma is.

A 4-2. táblázat az adatmodellezési gyakorló tesztek és kérdések témakörönkénti megoszlását mutatja az ABK 2009 és 2010 kurzusoknál.

Mivel a hallgatók a kérdőíves felmérésben jelezték, hogy jónak tartanák a hetenkénti tesztmegoldást, 2009-ben minden témakörben három további tesztet is készítettem az ABK kurzusoknak. A „gyakorlás előtt” tesztekkel az órai anyag megértését kívántam mérni. A tesztek az órák végén kellett megoldani a hallgatóknak. A gyakorlás eredményességének mérésére hoztam létre a „gyakorlás előtt kontroll” teszteket, melyek tartalmilag ugyanazok, mint a „gyakorlás előtt” tesztek, megoldásukat a gyakorlás után kértem a hallgatóktól. Az ismeretek elsajátításának mérése pedig a „gyakorlás után” tesztekkel történt, ezek a tesztek lettek a zárthelyi tesztek (Czenky, 2013).

Témakör	Elméleti tesztek száma	Gyakorlási tesztek száma	Kérdésbank kérdéseinek száma
Modellezési alapfogalmak		1	49
E-K modell		1	27
Relációs modell	1	2	51
Függőségek	1	1	39
Normalizálás	1	7	64
Függőségi diagramok		1	20

4-2. táblázat Adatmodellezési gyakorló tesztek és kérdésszámok megoszlása témakörönként ABK 2009, 2010 kurzusok

A kérdésbank SQL kérdéseiből témakörönként csoportosítva 7 tesztet hoztam létre. Megoldásukat az adott SQL témakör tanulása után javasoltam a hallgatóknak. A tesztek témaköreit és a kérdésszámokat a 4-3. táblázatban foglaltam össze (Czenky, 2014a).

Teszt	Témakör	Kérdésszám
SQL_teszt_1	SQL alapok, műveletek és függvények, SELECT és FROM záradékok	22
SQL_teszt_2	Aggregát függvények, predikátumok, WHERE záradék	21
SQL_teszt_3	GROUP BY, HAVING és ORDER BY záradékok	16
SQL_teszt_4	Alkérdeések, halmazműveletek	19
SQL_teszt_5	INSERT, UPDATE és DELETE utasítások	10
SQL_teszt_6	Adattípusok, DDL utasítások	20
SQL_teszt_7	DCL utasítások	9

4-3. táblázat SQL tesztek kérdésszámai

A további tárgyaknál (KM3, KDB, MM) az ABK kurzusnak létrehozott kérdésbankokat használom. Az adatmodellezési kérdésekből tárgytól függően 1-5 gyakorló

tesztet és egy, vagy ha a kurzus több csoportra tagozódott, akkor csoportonként egy zárthelyi tesztet generáltam. Ezeknél a kurzusoknál továbbra is 7 SQL teszt volt. Az adatmodellezés tesztekénél a tesztbeli véletlen kérdések használatát tekintve egy harmadik megoldást választottam. A kérdések nagy része véletlen kérdés, de az azonos sorszámú kérdések mindenkinek ugyanabból a témakörből és feladattípusból kerültek kiválasztásra. A tesztek utolsó 7-8 kérdése viszont mindenki számára ugyanaz, egy normalizálási feladatsor.

4.2 Adatmodellezési példatár

Az adatmodellezés, adatbázis-kezelés oktatása során általában a kitűzött cél, hogy a megfelelő elméleti ismeretek elsajátítása után a félév végére a hallgatók kisebb adatbázisokat meg tudjanak tervezni, majd az adatbázist számítógépen is létre tudják hozni, illetve abban végre tudják hajtani a különböző adatbázis műveleteket, lekérdezéseket.

A megfogalmazott cél elérését kérdések és feladatok megoldásával lehet elősegíteni, amik könyvekben, példatárakban és a weben jelennek meg, lásd 2.1 fejezet. Elmondható, hogy a felsorolt példatárak az elméleti ismeretek számonkérése mellett az adatmodellezés területén elsősorban különböző fajta komplett adatmodellek elkészítését kérik, illetve ahhoz kapcsolódóan tartalmaznak feladatokat.

Az adatmodellezési témakörökben közel 50 elméleti kérdéssel és 250 gyakorlati feladattal egy példatárat dolgoztam ki, mely 2010 szeptemberében nyomtatásban is megjelent. A kérdések, feladatok egy része a Moodle oktatórendszer kérdésbankjában is megtalálható, míg mások újak. Újdonság a példatárban, hogy a gyakorlati feladatok többsége kisebb modellezési feladat, a komplett adatmodell elkészítését kérő feladatok mellett. Hatékonyan segíti ez a példatár az ismeretek elsajátítását, a fogalomtanulást, a zárthelyi dolgozatra való felkészülést, a modellezési készség fejlesztését, a jobb adatbázis tervezést. Vizsgálatot is végeztem annak eldöntésére, hogy mennyire eredményes a példatárral való tanulás, e vizsgálat eredményét a következő fejezetben ismertetem.

Háromfajta kérdéstípust alkalmaztam a példatárban. A leggyakoribb a feleletválasztós kérdés, ahol a megadott válaszok közül kell a helyeseket kiválasztani. A párosító kérdéseknél két megadott oszlop elemeit, például fogalmak és definícióik, kell egymáshoz rendelni. A harmadik esetben a feladat a helyes válasz beírása a kipontozott helyre. Ezen kívül vannak a példatárban tervezési feladatok – normalizálási feladatsorok, E-K diagram és függőségi diagramkészítési feladatok.

Az első fejezet az elméleti ismereteket kéri számon különböző típusú kérdésekkel.

A második fejezet kérdései a modellezési alapfogalmak, mint egyed, egyedhalmaz, kapcsolat, tulajdonság stb., ismeretére vonatkoznak, a feladat ezek felismerése, tulajdonságaiknak és a köztük lévő kapcsolatoknak a meghatározása, egymáshoz rendelésük.

A harmadik fejezet kérdései a relációs modellhez kapcsolódnak. Rákérdezek a táblázatok tulajdonságainak ismeretére, arra, hogy mit ír le egy táblázat, milyen típusú egy adatmodellel leírt kapcsolat. Feladat továbbá kisebb táblázatokban az elsődleges kulcs meghatározása, az adatmodell racionalizálása táblázatok összevonásával.

A negyedik fejezet elsősorban kész E-K diagramok értelmezésével, relációs modellbe történő átírásával kapcsolatos kérdéseket tartalmaz, de a fejezet végén diagramkészítési feladatok is megtalálhatók.

Az ötödik fejezet a táblázatokban fennálló funkcionális és többértékű függőségek felismerésére vonatkozó kérdések mellett olyan feladatokat tartalmaz, melyek a normalizálás egyes lépéseit gyakoroltatják. A kérdések között megtalálhatók a lezártak és az elsődleges kulcsok meghatározására, a táblázatok normalizáltsági fokának felismerésére, a táblázatok szétbontására vonatkozó feladatok.

A hatodik fejezet nyolc feladatsora végigköveti egy-egy táblázat normalizálásának teljes folyamatát.

Egy táblázatban fennálló függőségeket grafikusán, diagramon is lehet ábrázolni. Ezen függőségi diagramok alapján a normalizálás is elvégezhető, lásd következő alfejezet. A példatár hetedik fejezete függőségi diagramok olvasásával és értelmezésével, a normalizálás során keletkező adatmodell felírásával kapcsolatos kérdéseket tartalmaz. A fejezet végén diagramkészítési feladatok találhatók.

A nyolcadik fejezetben helyeztem el a feladatok megoldásait. A példatár végén egy rövid elméleti összefoglaló található az ismeretek felelevenítésére, mely elsősorban definíciókat tartalmaz magyarázat nélkül (Czenky, 2010a).

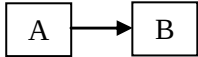
4.3 Alternatív normalizálási módszerek

A függőségi diagramokat régóta használják a táblázatokban fennálló függőségek szemléltetésére. Kétféle irányultságú diagramot szokás e célra használni, az attribútumok elrendezése lehet vízszintes és függőleges, lásd 2.2 fejezet. Kutatásomban új, hogy a függőségi diagramokat nem csupán szemléltetésre használom, hanem a normalizálás végrehajtására is.

Két új alternatív normalizálási módszert dolgoztam ki és vezettem be az oktatásba. Az egyik szerint a normalizálást a függőségi diagram alapján végzem el, a másik módszerben a normalizálást lépésekre bontottam, és az egyes lépésekhez tesztkérdéseket írtam, így jutottam egy-egy normalizálási teszthez.

A függőségi diagram alapján történő normalizáláshoz a függőségi diagram függőleges elrendezését használom, a diagramon a funkcionális és a többértékű függőségeket egyaránt megjelenítem.

Az ilyen függőségi diagramot az alábbi szabályok szerint kell megrajzolni (Smith, 1985, Date, 1990, Moniot, 2004):

- Az attribútumokat dobozba foglaljuk, nyíl mutat a meghatározó tulajdonságtól a meghatározott tulajdonsághoz.
- Az $A \rightarrow B$ funkcionális függőség grafikus jelölése: .
- Az $A C \twoheadrightarrow D$ többértékű függőség grafikus jelölése: .
- Minden attribútum csak egyszer jelenik meg a diagramon.
- Ha a funkcionális függőség bal oldalán egy nem csökkenthető attribútum halmaz áll, akkor ezeket az attribútumokat egy dobozba foglaljuk, a függőséget jelző nyíl a dobozból indul.

- Minden nyíl egy attribútumhoz vezet. Ez azt jelenti, hogy az Armstrong szétbontási szabály alapján azokat a funkcionális függőségeket, melyek jobb oldalán több attribútum szerepel, szétbontjuk több olyan funkcionális függőségre, melyekben a jobb oldalon csak egy attribútum van.
- Ha valamely reláció A, B, C attribútumai között az $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$ funkcionális függőségek állnak fenn, akkor a tranzitivitás miatt és $A \rightarrow C$ funkcionális függőség is fennáll, de a diagramon az utóbbit nem jelenítjük meg.
- Az alternatív kulcsoktól való funkcionális függőségeket nem jelenítjük meg a diagramon (Czenky, 2010d).

Az attribútum halmaz lezártjának előállítására is történhet a függőségi diagram felrajzolásának a segítségével. Felrajzolom a kulcsjelöltnek jelölt attribútumokat. Minden további lépésben egy új oszlopban bővítem a diagramot azoknak a funkcionális függőségeknek a meghatározott attribútumaival, melyeknek meghatározó tulajdonságait már tartalmazza a diagram. Ha az ábra az eljárás végén a reláció összes attribútumát tartalmazza, a bal szélső oszlop vagy oszlopkombináció kulcsjelöltet alkot (Czenky, 2010d).

Módszeremben új az is, hogy a normalizálás elvégzéséhez módosítottam a függőségi diagramot. A diagram bal szélső oszlopában nem az elsődleges kulcsot, hanem egy olyan superkulcs oszlopait ábrázolom, amely minden függőség meghatározó tulajdonságát tartalmazza. A diagramon ábrázolom a superkulcs elemei közt fennálló függőségeket is. Az ilyen módosított függőségi diagram alapján történő normalizálás során a legtöbb esetben elkerülhető a függőségvesztés.

A normalizálás menete nem változik, akkor sem, ha a függőségi diagram alapján végzem el azt. A normálformákat sértő funkcionális függőségeket önálló táblázatba kiemelem, a meghatározó tulajdonság lesz az új táblázatokban az elsődleges kulcs. A meghatározott tulajdonságokat a diagramról törölni kell, amit az attribútumok áthúzásával jelzek, így a diagram mindig azt mutatja, hogy az eredeti reláció hogyan változik. A meghatározó tulajdonságok idegen kulcsként az eredeti táblában és a diagramon maradnak.

A kiemelések két csoportba sorolhatók, először kiemelem az olyan függőségeket, melyekben a meghatározott tulajdonságok nem tartoznak a superkulcsokhoz, majd a superkulcs elemei között fennálló függőségeket emelem ki.

Az első csoportban a kiemelések sorrendiségére nem kell figyelni, az lehet például 3. NF - 2. NF - BCNF. Nem kell a BCNF-t sértő függőséggel kezdeni a kiemelést, mert ha ennek a függőségnek a meghatározó tulajdonságai további oszlopoktól függnének, ez utóbbi függőségek a superkulcs elemei közötti függőségeknél jelennek meg, és a BCNF-et sértő függőség kiemelése után is megmaradnak a diagramon. Az könnyen belátható, hogy a 2. NF — 3. NF vagy a 3. NF - 2. NF kiemelési sorrendek ugyanazokat a táblákat eredményezik. A superkulcs elemei közötti függőségeknél a szokásos kiemelési sorrendet alkalmazom (Czenky, 2001, 2014b).

A következőkben egy példát mutatok a módszer használatára. Tekintsük az alábbi táblázatot!

T (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L)

A táblázatban a következő funkcionális és többértékű függőségek állnak fenn:

- a./ $A \rightarrow B, C$
- b./ $D \rightarrow E, F$
- c./ $C, D \rightarrow G$
- d./ $I \rightarrow J, K, L$
- e./ $K \rightarrow L$
- f./ $D \rightarrow\rightarrow A, H$
- g./ $D \rightarrow\rightarrow I$

Az elsődleges kulcs meghatározásához meghatároztam az $\{A, D, H, I\}$ attribútum halmaz lezártját.

$\{A, D, H, I\}^+_1 = \{A, D, H, I\}$ a reflexivitás miatt

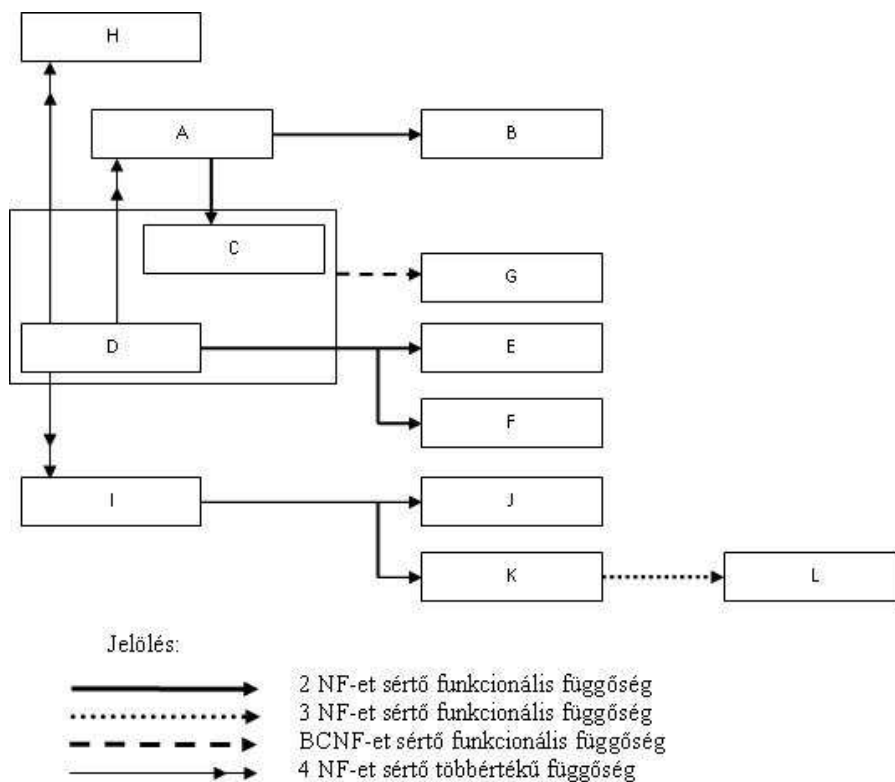
$\{A, D, H, I\}^+_2 = \{A, D, H, I, B, C\}$ az $A \rightarrow B, C$ függőség miatt

$\{A, D, H, I\}^+_3 = \{A, D, H, I, B, C, E, F\}$ a $D \rightarrow E, F$ függőség miatt

$\{A, D, H, I\}^+_4 = \{A, D, H, I, B, C, E, F, G\}$ a $C, D \rightarrow G$ függőség miatt

$\{A, D, H, I\}^+_5 = \{A, D, H, I, B, C, E, F, G, J, K, L\}$ a $I \rightarrow J, K, L$ függőség miatt

Mivel a lezárt a táblázat összes oszlopát tartalmazza, és ez egyik részhalmazára sem igaz, a táblázat elsődleges kulcsa az A, D, H, I oszlopkombináció lesz.



4-1. ábra Függőségi diagram

A felsorolt függőségek a következő normálformákat sértik:

a./	$A \rightarrow B, C$	2. NF
b./	$D \rightarrow E, F$	2. NF
c./	$C, D \rightarrow G$	BCNF
d./	$I \rightarrow J, K, L$	2. NF
e./	$K \rightarrow L$	3. NF
f./	$D \rightarrow \rightarrow A, H$	4. NF
g./	$D \rightarrow \rightarrow I$	4. NF

A függőségeket ábrázoltam diagramon, lásd 4-1. ábra. Az ábrán különböző vonaltípusokat használtam, attól függően, hogy a függőség hányadik normálformát sérti.

A függőségek kiemeléskor az ábra oszlopai szerint jobbról balra haladtam, így az alábbi táblázatokot kaptam. A táblázatokban az elsődleges kulcsokat félkövér, az idegen kulcsokat dőlt betűtípussal jelzem.

- (1) T1 (**K**, L)
- (2) ~~T2 (**A**, **B**)~~
- (3) T3 (**D**, E, F)
- (4) T4 (**I**, J, K)
- (5) T5 (**D**, **C**, G)
- (6) ~~T6 (**A**, **C**)~~
- (7) T7 (**D**, **A**, **H**)
- (8) T8 (**D**, **I**)

A (2) és a (6) táblázatok összevonhatók, mert ugyanaz az elsődleges kulcsuk, így a

- (2) T2 (**A**, B, C)

táblázatot kaptam.

A normalizálási teszt sorozatokban az egyes kérdések a normalizálás egyes lépéseinek végéig, az alábbiak szerint:

1. Funkcionális és többértékű függőségek felismerése.
2. Elsődleges kulcs meghatározása az attribútum halmaz lezártjának meghatározását követően.
3. Annak meghatározása, hogy a táblázatban fennálló funkcionális függőségek hányadik normálformát sértik.
4. Annak megállapítása, hogy hányadik normálformában van a táblázat szétbontása előtt.
5. Táblázat szétbontása.
6. A szétbontott táblázatok elsődleges kulcsának meghatározása.
7. A szétbontott táblázatokban az idegen kulcsok meghatározása.

Az elmondottak szemléltetésére bemutatok egy normalizálási kérdéssort. A 3. és 6. kérdésnél a jobb oldalon álló válaszlehetőségeket egy kombinált listában jeleníti meg a Moodle rendszer, a hallgatóknak abból kell a jó választ kiválasztani.

1. Milyen funkcionális függőségek állnak fenn az alábbi táblázatban?

Autókölcsönzés (Rendszám, Autótípus, Gyártókód, Gyártónév, Kölcsönzőkód, Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím, Dátum, Időtartam)

- egy autót csak egy személy kölcsönöz
- egy személy több autót is kölcsönözhet
- ugyanazt az autót egy személy többször is kölcsönözheti más időpontban
- az időtartam napokban van megadva
- a legrövidebb kölcsönzési idő egy nap
- minden autót csak egy gyártó gyárt
- minden kölcsönzőnek csak egy lakcíme van

a) Kölcsönzőkód → Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím

b) Rendszám → Autótípus, Gyártókód, Gyártónév

c) Rendszám, Kölcsönzőkód → Dátum, Időtartam

d) Gyártókód → Gyártónév

e) Rendszám, Dátum → Időtartam, Kölcsönzőkód, Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím

2. Mi lesz az alábbi táblázatban az elsődleges kulcs az előző kérdésben kiválasztott funkcionális függőségek mellett?

Autókölcsönzés (Rendszám, Autótípus, Gyártókód, Gyártónév, Kölcsönzőkód, Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím, Dátum, Időtartam)

a) Rendszám, Kölcsönzőkód

b) Kölcsönzőkód

c) Gyártókód

d) Rendszám, Dátum

e) Rendszám

3. Az alábbi táblázatban fennálló funkcionális függőségek hányadik normálformát sértik?

Autókölcsönzés (Rendszám, Autótípus, Gyártókód, Gyártónév, Kölcsönzőkód, Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím, Dátum, Időtartam)

a) Kölcsönzőkód → Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím 2. NF

b) Gyártókód → Gyártónév 3.NF

c) Rendszám → Autótípus, Gyártókód, Gyártónév BCNF

4. Hányadik normálformában van az alábbi táblázat a második kérdésben meghatározott elsődleges kulcs és az első kérdésben kiválasztott funkcionális függőségek esetén?

Autókölcsönzés (Rendszám, Autótípus, Gyártókód, Gyártónév, Kölcsönzőkód, Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím, Dátum, Időtartam)

a) 0. NF

b) 1. NF

- c) 2. NF
 - d) 3. NF
 - e) BCNF
 - f) 4. NF
5. Milyen táblázatokra bontható az alábbi táblázat?
- Autókölcsönzés (Rendszám, Autótípus, Gyártókód, Gyártónév, Kölcsönzőkód, Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím, Dátum, Időtartam)
- a) Autókölcsönzés (Rendszám, Dátum, Időtartam)
 - b) Autók (Rendszám, Autótípus)
 - c) Autókölcsönzés (Rendszám, Dátum, Időtartam, Kölcsönzőkód)
 - d) Autók (Rendszám, Autótípus, Gyártókód)
 - e) Kölcsönzők (Kölcsönzőkód, Kölcsönzőnév, Kölcsönzőcím)
 - f) Gyártók (Gyártókód, Gyártónév)
6. A szétbontás után a táblázatokban mi lesz az elsődleges kulcs?
- | | |
|----------------|-----------------|
| Autók | Gyártókód |
| Autókölcsönzés | Kölcsönzőkód |
| Gyártók | Rendszám |
| Kölcsönzők | Rendszám, Dátum |
7. A szétbontás után a táblázatokban mely oszlopok jelennek meg idegen kulcsként is?
- a) Rendszám
 - b) Kölcsönzőkód
 - c) Gyártókód
 - d) Dátum

4.4 Az adatmodellezés fogalomtérképei

A fogalomtérképeket az 1970-es évek elején történő megalkotásuk óta rendszeresen használják az oktatásban a különböző tudományterületek fogalmai összefüggéseinek bemutatására, lásd 2.3 fejezet. Kutatásomban új, hogy az adatmodellezés fogalmai közti összefüggések pontosabb és teljesebb tükrözése érdekében megszerkesztettem az ebben a fejezetben bemutatott adatmodellezési fogalomtérképeket. Ezek a fogalomtérképek az egyed-kapcsolat és a relációs modell fogalmainak összefüggéseit írják le. A fogalomtérképek használatában újdonság az, hogy őket nem szemléltetésre, hanem a hallgatók ismereteinek rendszerezésére, tudásuk elmélyítésére használom.

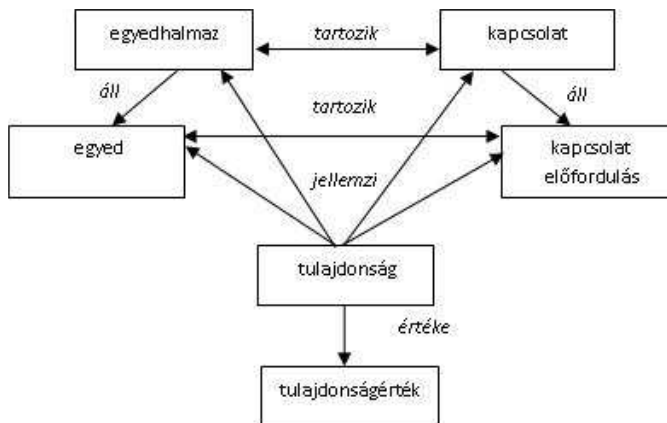
Az első négy ábra az E-K modell, a többi a relációs modell fogalmainak összefüggéseit írja le.

Az 4-2. ábra a modellezési alapfogalmak közti összefüggéseket mutatja. Az ábra hordoz szerkezeti információt (áll), kapcsolati információt (tartozik), leíró informá-

ciót (jellemzi) és tartalmazási információt (értéke). Ezeket az összefüggéseket nem lehet hierarchikus rendszerben megjeleníteni, mivel nem hierarchikus osztályzásról van szó.

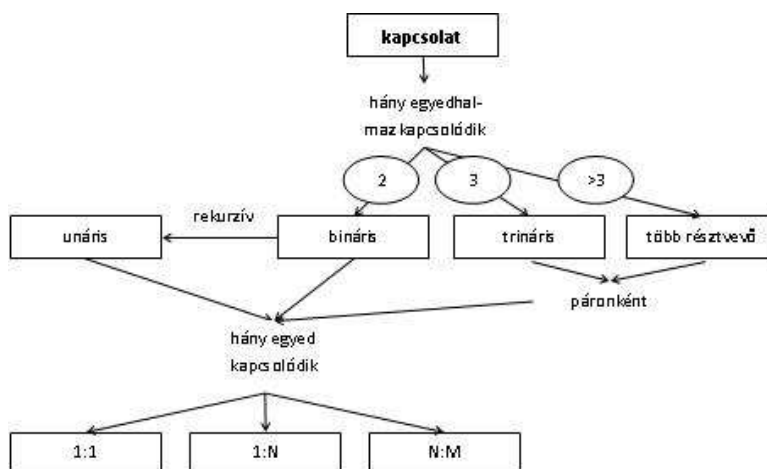
A 4-3. ábra a kapcsolatok osztályozását írja le. Az osztályozás két szempont szerint történhet:

- típus szerint – a kapcsolat számossága,
- a résztvevő egyedhalmazok száma szerint – a kapcsolat foka.



4-2. ábra A modellezési alapfogalmak közti összefüggések

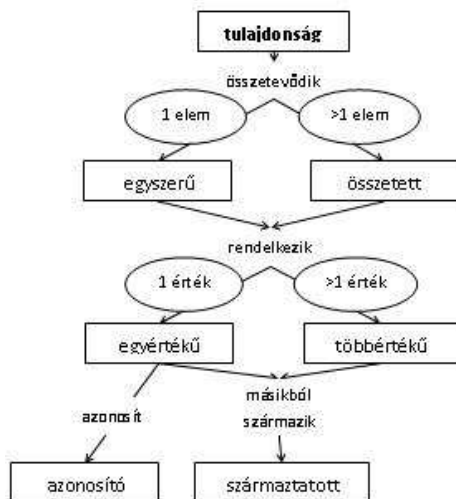
Hierarchikus rendszerben ez két hierarchia megrajzolását jelenti, míg a fogalomtérkép egyszerre tartalmazza mindkét szempont szerinti osztályozást. Ez felel meg jobban a gyakorlatnak, mivel a kapcsolatokat egy időben mindkét szempont szerint szoktuk osztályozni. Az ábra alkalmas annak az információnak a jelzésére is, hogy a típus szerinti osztályozást csak egy vagy két egyedhalmaz egyedei között végezzük el. A résztvevő egyedhalmazok száma szerinti osztályozásban az általános fogalmak, azaz az egyedhalmazok, míg a típus szerinti osztályozásban a konkrét egyed előfordulások közti kapcsolatok jelennek meg.



4-3. ábra Kapcsolatok osztályozása

A 4-4. ábra a tulajdonságok osztályozását mutatja, melyet egyszerre több szempont szerint is elvégzünk. Az osztályozás történhet:

- a felépítés szerint (egyszerű, összetett),
- az adatértékek száma szerint (egyértékű, többértékű, azonosító),
- az azonosítási képesség szerint (azonosító, nem azonosító),
- az adatértékek forrása szerint (származtatott, nem származtatott).



4-4. ábra Tulajdonságok osztályozása



4-5. ábra Egyedhalmazok osztályozása

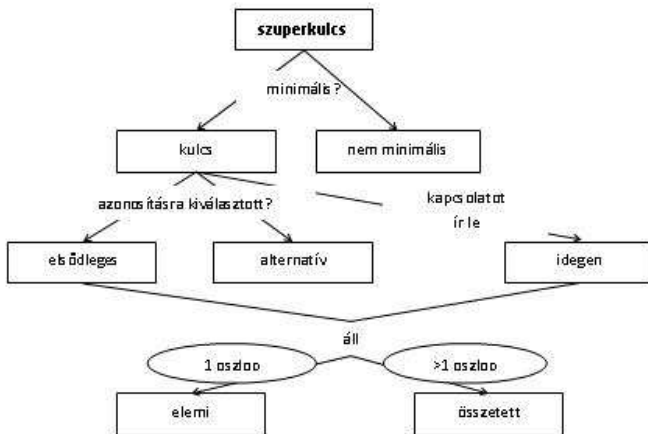
Hierarchikus rendszerben a négyféle osztályozás négy hierarchia megrajzolását jelenti, míg fogalomtérképen valamennyi információ egyszerre megjeleníthető. Az ábra nem tartalmazza a nem azonosító és nem származtatott tulajdonságot, mivel az osztályozásnál csak az azonosító és a származtatott fogalmakat használjuk. Az érték szerinti osztályozásnál megjeleníthető lenne a Null érték is, de ezt a fogalmat a relációs modellnél tanítom, ezért nem szerepeltettem az ábrán.

A 4-5. ábra az egyedhalmazok osztályozását mutatja. Ez a fogalomtérkép szinte egy hierarchia, a különbség az, hogy az ábrán az osztályozás szempontjai is megjelennek.

Az utolsó három ábra a relációs modellhez kapcsolódik. Az 4-6. ábrán a kulcsok osztályozása látható, a bal és a jobb oldali ág is gyakorlatilag egy hierarchia az osztályozási szempontok feltüntetésével. A kulcsok osztályozásánál általában eltekintenek az idegen kulcs feltüntetésétől és csak az azonosítói funkcióban szerepet játszó kulcsokat adják meg. Fontossága miatt én az idegen kulcsot is feltüntettem a fogalomtérképen. A felépítés szerinti megkülönböztetés (elemi vagy összetett) általában csak az elsődleges kulcsnál szokásos. Mivel az idegen kulcs mindig kapcsolatban áll valamilyen elsődleges kulccsal, én annál is alkalmaztam.

A 4-7. ábra a normálformák kapcsolatát írja le. Ezt egymásba ágyazott halmazokkal szokás ábrázolni, jelezve, hogy az egyre magasabb normálformáknak egyre kevesebb táblázat tesz eleget. Ezt az információt az én megoldásom is tartalmazza, de azért jobb a fogalomtérképes ábrázolás, mert így szerepelhetnek az ábrán azok a

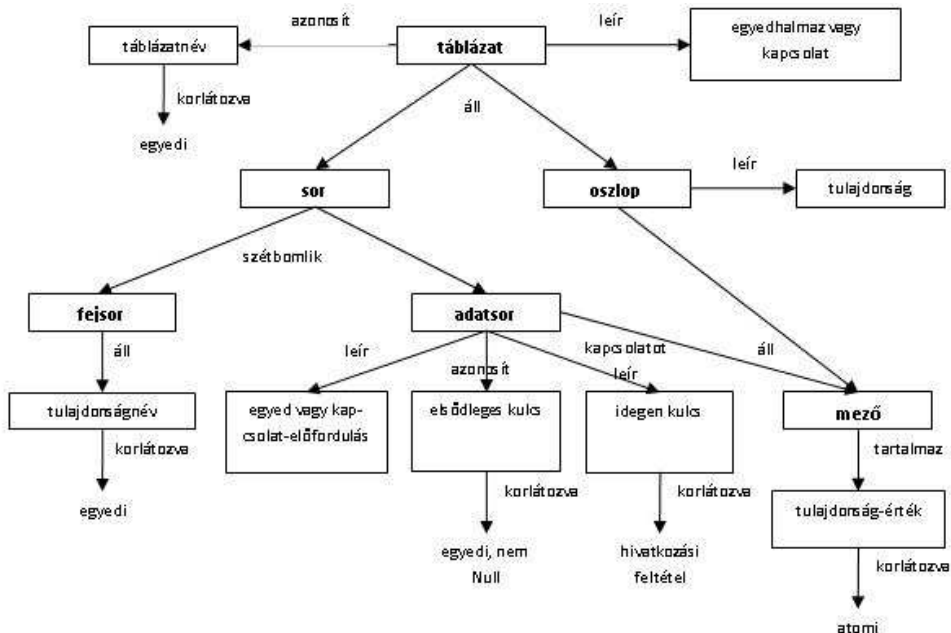
feltételek, amik a normálformák teljesülését biztosítják, a nyilak pedig egyúttal jelzik a normalizálás menetét is.



4-6. ábra Kulcsok osztályozása



4-7. ábra Normálformák közti összefüggések



4-8. ábra Relációs modell táblázat fogalmának fogalomtérképe

A 4-8. ábra a relációs modell táblázat fogalmával kapcsolatos fogalmak közti viszonyokat mutatja meg. Ez az ábra hordoz információt

- a táblázat felépítéséről,

- a táblázat egyes elemei által leírt dolgokról,
- egyes elemek tartalmáról,
- a táblázat egyes elemeinek azonosításáról,
- az elsődleges és idegen kulcsra vonatkozó integritási kényszerekről,
- egyes elemekre vonatkozó megszorításokról.

Rész	Tartalom	Kitüntetett szerep	Megszorítás a tartalomra	Azonosítás - Integritási kényszer	Kapcsolat leírás - Integritási kényszer
Táblázat	Egyedhalmaz és/vagy kapcsolat			Táblázatnév - egyedi	
Fej sor	Tulajdonságok (oszlopok)	Elsődleges kulcs Idegen kulcs	Különbözők	Tulajdonságnév (oszlopnév) - egyedi	
Sorok	Egyed és/vagy kapcsolat-előfordulás		Különbözők	Elsődleges kulcs értékei – értékalapú azonosítás	Idegen kulcs értékei - értékalapú kapcsolatleírás
Mezők	Tulajdonságérték		Atomi érték	Egyedi érték, nem Null	Hivatkozási feltétel

4-4. táblázat A relációs modell táblázat fogalmával kapcsolatos fogalmak összefüggései

Az általam megszerkesztett fogalomtérképek közül ez a legbonyolultabb, ennek kitöltése okozta a legtöbb gondot a hallgatóknak. Ezért a relációs modell táblázat fogalmával kapcsolatos fogalmak közti összefüggéseket összefoglaltam egy táblázatba is, ezt a táblázatot használhatták a hallgatók az ábra kitöltéséhez – lásd 4-4. táblázat (Czenky, Kormos, 2014).

4.5 SQL oktatóprogram

Az SQL nyelv tanításának szokásos eszköze valamelyik adatbázis-kezelő rendszer, aminek használata több problémát is felvet. A rendszer otthoni használatához a hallgatóknak a szerver és/vagy kliensprogramot telepíteni kell, amit nem minden hallgató tud megoldani. Az adatbázis-kezelő rendszerek nem adnak visszajelzést a megszerkesztett utasítások helyességéről, és ha nem magyar a kommunikációs nyelvük, akkor a hibajelzéseiket sem érti minden hallgató. További probléma, hogy nincs információ arról, hogyan tanulják a hallgatók az SQL nyelvet. A megoldás weben futó, magyar nyelvű oktatóprogram megírása, ami ezeket a problémákat kiküszöböli. Az általam írt új SQL oktatóprogram megírásával a következő célokat kívántam megvalósítani:

- időtől és tértől függetlenül bármikor használhassák a hallgatók,
- súgó, utasítástípus kijelzés és záradék megjelenítés támogassa az utasítások megszerkesztését,
- tananyag és tutoriálok támogassák az SQL nyelv tanulását,
- a lekérdezés helyességéről kapjanak visszajelzést a hallgatók,
- az esetleges hibákat magyar nyelvű hibajelzés jelezze,

- minden hallgatói műveletet naplózzon a rendszer.

A 2.5.3 fejezetben bemutatam néhány weben futó SQL oktatóprogramot. Az általam írt programnak új, a tárgyalattól eltérő a felhasználói felülete, újak az utasítások szerkesztését és az SQL tanulását támogató eszközei, magyar nyelvűek a visszajelzései, valamint új az is, hogy minden hallgatói műveletet naplóz, ami információt nyújt arról, hogyan tanulják a hallgatók az SQL nyelvet.

Az oktatóprogram egy ASP.NET alkalmazás, C# nyelven íródott, mely az MS SQL Server Express adatbázisok eléréséhez az ADO.NET objektumkönyvtárat használja. Az oktatóprogramot 2012 nyarán írtam, a hallgatók a 2012/2013 tanév első félévétől használhatták.

Az oktatóprogram funkciói:

- használati útmutató megjelenítése,
- bejelentkezés és kijelentkezés,
- adatbázis választás, adatbázis leírás és séma megjelenítése,
- kérdésválasztás,
- SQL utasítás szerkesztés és futtatás, eredmény kijelzés, visszajelzés az eredményről, hibajelzés, az utasítás szerkesztését támogató rövid és hosszú súgó, valamint az ideális megoldás záradékainak megjelenítése, következő kérdés választása,
- SQL leírás megjelenítése,
- tutoriálok megjelenítése (csoportosítás, összekapcsolás, alkérdés, halmazműveletek),
- e-mailküldés a tanárnak.

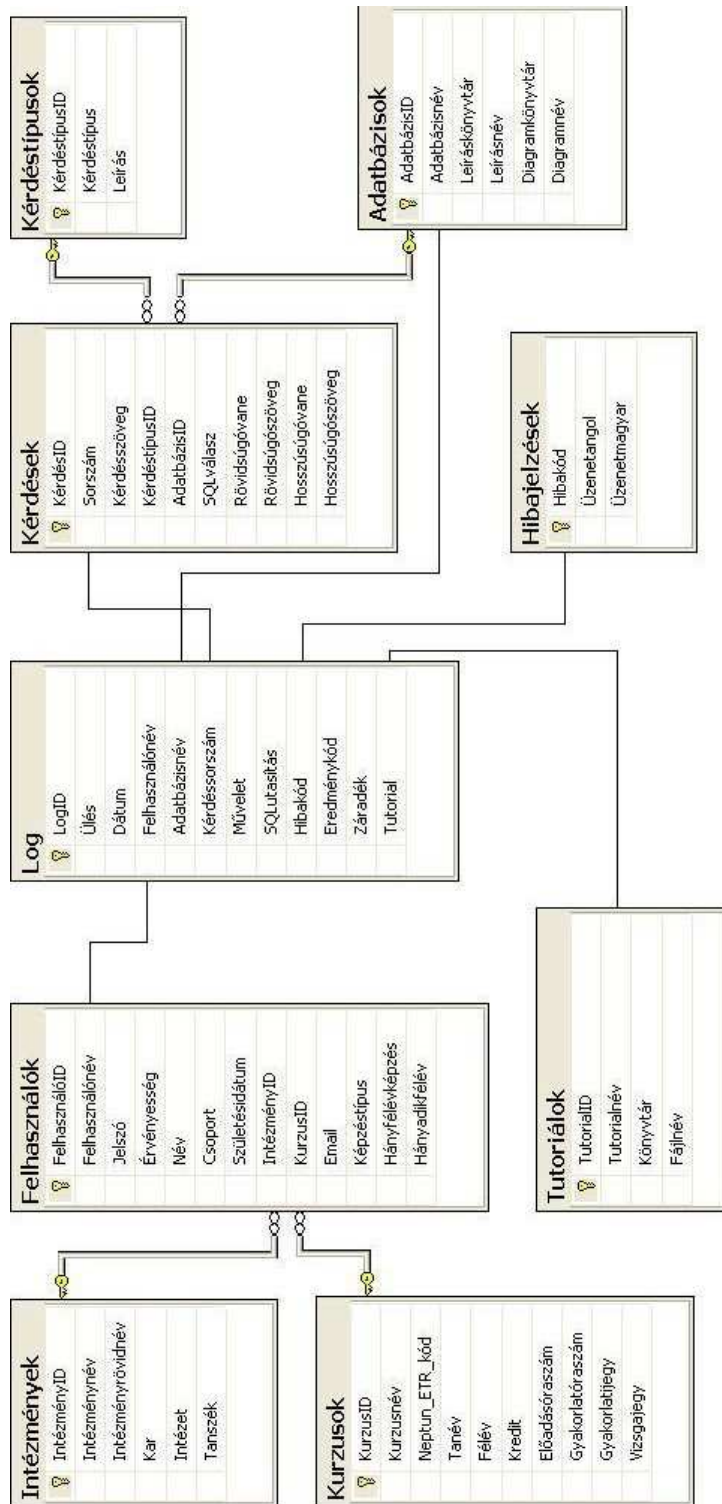
Az oktatóprogram MS SQL Server Express adatbázisokkal dolgozik. Jelenleg három adatbázisban, CD, Iskola, Videó hajthatnak végre lekérdezéseket a hallgatók.

Az oktatóprogram futásához szükséges adatokat, mint felhasználók adatai, kérdések, ideális megoldások, napló, stb. szintén MS SQL Server Express adatbázisban tárolok. Az adatbázis táblázatait és azok kapcsolatait a 4-9. ábra mutatja. Az ábrán a kétvonalas kapcsolatok a szokásos elsődleges és idegen kulcs kapcsolatok. Az adatbázis-tervezés szabályaival ellentétben, a napló funkciót betöltő Log táblát nem az elsődleges idegen kulcs kapcsolattal kapcsoltam a többi táblához, ezt mutatják az ábrán az egyvonalas vonalak. Azért jártam így el, hogy a Log táblázat szemmel is jól olvasható legyen.

A kérdések száma jelenleg 152, de tervezem további kérdések írását is. A 4-5. táblázat a kérdések kategóriákba sorolását tartalmazza. Természetesen kiválasztás, csoportosítás, aggregát függvény, rendezés a többi kategóriában is előfordul.

Kategória	Művelet	Kérdésszám	Megoszlás
I.	kiválasztás, aggregát függvény, rendezés	60	39,5%
II.	csoportosítás	27	17,8%
III.	összekapcsolás	26	17,1%
IV.	alkérdés	39	25,7%

4-5 táblázat Kérdéskategóriák és kérdések megoszlása



4-9. ábra SQL oktatóprogram adatbázisának kapcsolati diagramja

A kérdéseket a SELECT utasítás záradékai és a táblázatban feltüntetett kategóriáknak megfelelő sorrendben tárolom az adatbázisban, egytől folyamatos sorszámmal ellátva. A hallgatók ebben a sorrendben haladhatnak végig a kérdéseken, ha a kérdésválasztásnál a „következő kérdés” funkciót választják.

Az oktatóprogramban jelenleg csak a SELECT utasítás futtatható, de bármilyen, tehát lehetőség van az utasítások több lépésben történő szerkesztésére és futtatására, csak ez esetben az eredmény helyességének kijelzése nem lesz korrekt.

Az SQL utasítások szerkesztését egy rövid és egy hosszú sűgő támogatja, melyben azt írtam le, hogy milyen relációs műveleteket kell az utasításban megvalósítani. Minden kérdéshez egy utasítástípust rendeltem, mely a használandó záradékokra és nyelvi elemekre utal. Például az SFWGJUA jelzés azt jelenti, hogy a SELECT, FROM, WHERE, GROUP BY záradékok mellett az összekapcsolási műveletet, alkérdést és aggregát függvényt is tartalmaz az ideális megoldás.

Hibátlan megoldás esetén vagy három hibás futtatás után a hallgatók megjeleníthetik az ideális megoldás záradékait. A korlátozás célja, hogy a hallgatók próbálkozzanak az utasítások megszerkesztésével, és ne a záradékok megtekintésével kezdjék a munkát.

Az oktatóprogram a hallgatói utasítást az SQL Server Express adatbázis kezelőben futtatja, majd megjeleníti az eredményt, végül az eredményt összeveti az ideális megoldás eredményével. Ennek során a $(H \setminus I) \cup (I \setminus H) = \emptyset$ összefüggés teljesülését vizsgálja, ahol H a hallgatói megoldás, I az ideális megoldás. Ha a bal oldali művelet sor eredménye az üres halmaz, és a két megoldás eredményhalmazainak elemszáma egyenlő, akkor a két megoldás eredménye egyforma. Ez nem minden esetben jelenti azt, hogy az utasítások is megegyeznek. Például egyedi sorok lekérdezése megvalósítható a DISTINCT kulcsszó és a csoportosítás használatával is, vagy bizonyos alkérdést tartalmazó utasítások eredménye megegyezhet az összekapcsolást használó utasítások eredményével.

Az oktatóprogram hibajelzései megegyeznek az MS SQL Server Express adatbáziskezelő hibajelzéseivel, magyar és angol nyelvűek. A hibajelzések táblázatát a program írja, feljegyez minden először előforduló hibajelzést. A hibajelzések magyar fordítását én írom be a táblába.

A napló tábla minden hallgatói műveletet rögzít. Minden bejelentkezéskor a megkezdett munkafolyamat egy egyedi azonosítót kap, amit a felhasználói névből, az aktuális dátumból és időpontból képezek (Ülés oszlop). SQL utasítás futtatásakor naplózásra kerül az adatbázisnév, kérdéssorszám, a megszerkesztett SQL utasítás, az eredménykód és a hibakód is. Záradékmegjelenítéskor a záradék neve, tutoriál választáskor a tutoriál neve íródik be a táblába (Czenky, 2014a).

Az SQL oktatóprogram kipróbálásához szükséges adatok:

URL: it.gek.szie.hu/sqloktato

Felhasználói név: qwerty

Jelszó: Abc12345

5 Kutatási eredmények

Ebben a fejezetben a 3.2 alfejezetben ismertetett módszerekkel végzett vizsgálataim eredményeit mutatom be. Az eredményeket táblázatokba rendeztem, az eredmények szemléltetésére ábrákat is használtam.

5.1 Grafikus rajzolóprogramok használatának eredményességvizsgálata

Ebben az alfejezetben 1. tézisem szerint bemutatom, hogy grafikus modellező program használatával az egyed-kapcsolat modell egyedhalmazait és tulajdonságait ugyanolyan eredményességgel, a kapcsolatokat viszont szignifikánsan jobban modellezik a hallgatók, mint papíron. Bemutatom azt is, hogy a relációs modell grafikus modellező programmal készített Bachman ábráin a kapcsolatokat, az elsődleges kulcsokat és az idegen kulcsokat szignifikánsan jobban modellezik a hallgatók, mint papíron.

Az általam a BME-n és a SZIE-n tanított gépészmérnök hallgatók számára nem új a grafikus rajzoló programok használata. Megelőző tanulmányaik során mindkét intézményben használták már a CAD ismeretek tanulása során az AutoCAD programot. Így a hallgatók ismerik a gépi diagramrajzolás előnyeit és hátrányait is.

Olyan ingyenes diagramszerkesztő programokat kerestem, melyek alkalmasak a Chen-féle jelölésű E-K diagramok és a Bachman diagramok, megszerkesztésére, valamint könnyen installálhatók és kezelhetők, van hozzájuk súgó esetleg tutorial, és tudják exportálni a diagramot valamely jól ismert képfájl formátumba (Czenky, 2009).

5.1.1 A rajzoló programok alkalmazása

Kutatásaim során két olyan ingyenes grafikus programot találtam, melyekkel az adatbázis-tervezésben használt diagramokat meg lehet rajzolni. A Dia program, mely magyar nyelvű, a Chen-féle jelölésű egyed-kapcsolat diagramok rajzolását teszi lehetővé, az angol nyelvű Toad Data Modeler programmal pedig a relációs modellek Bachman-diagramját lehet megrajzolni.

A 2008/2009 tanév első félévében a házi feladatok készítésében kötelezően előírtam ezeknek a programoknak a használatát. A kontroll csoportok a megelőző tanévben az órán, papíron készítették el a megfelelő diagramokat.

5.1.2 Vizsgálati eredmények

Az adatmodellek, diagramok értékelésének lehetséges módjait a 2.6 fejezetben ismertettem. A feladatok javítása során én a jól, a hibásan és a nem modellezett elemeket vettem számba és ezek pontszámaiból képeztem egy új indexet alapelemenként

$$I = \frac{n_1 \cdot p_1 + n_2 \cdot p_2 + n_3 \cdot p_3}{\sum_{i=1}^3 n_i}$$

ahol n_1 a jól, n_2 a hibásan és n_3 a nem modellezett elemek száma, a p_i pedig az egy elemért járó pont. Minél nagyobb az index értéke, annál helyesebb a modellezés. Az indexet minden hallgatónál minden alapelem fajtára és kulcsra kiszámítottam. Vizsgálatomban új az is, hogy nem a diagramért járó összesített pontszámokat, hanem az azonos típusú alapelemek, kulcsok adatsorait hasonlítottam össze.

A vizsgálatba három kurzust vontam be, 2008-ban ugyanannak a kurzusnak a hallgatói használták a házi feladat készítésére a grafikus programokat, lásd 5-1. táblázat. Ez utóbbi kurzus hallgatói létszáma 9 fő volt, közülük csak 8 fő készítette el géppel az E-K diagramot, de a két minta eloszlása ugyanolyan ($p=0,98403$). A másik két kurzus minden hallgatója részt vett a vizsgálatban. Az eredmények tehát reprezentatívnak tekinthetők.

Év	Intézmény	Feladat-típus	Feladat	Létszám	Eszköz	Csoport típus
2007	BME	órai	E-K	12	papír	kontroll
2008	SZIE	házi	E-K	8	program	
2007	SZIE	órai	Bachman	25	papír	kontroll
2008	SZIE	házi	Bachman	9	program	

5-1. táblázat A vizsgált kurzusok jellemzői – rajzolóprogramok használatának eredményességvizsgálata

	Eredményesség (%)								
	Egyedhalmaz			Kapcsolat			Tulajdonság		
E-K	Jó	Hibás	Nem	Jó	Hibás	Nem	Jó	Hibás	Nem
2007	86,11	13,89	0,00	45,83	12,50	41,67	73,61	9,26	17,13
2008	89,66	6,90	3,45	80,00	16,00	4,00	78,36	13,45	8,19

5-2. táblázat E-K diagram rajzolásának eredménye

Az E-K modellezés eredményét az 5-2. táblázat, a Bachman-diagram rajzolásának eredményét az 5-3. és az 5-4. táblázatok tartalmazzák.

Az 5-2. táblázat adatai azt mutatják, hogy a hallgatók mindhárom modellezési alapelemet jobban modellezzik a gépi rajzolásnál. Különösen szembetűnő ez a kapcsolatok modellezésénél.

	Eredményesség (%)								
	Egyedhalmaz			Kapcsolat			Tulajdonság		
Bachman	Jó	Hibás	Nem	Jó	Hibás	Nem	Jó	Hibás	Nem
2007	87,50	5,36	7,14	61,45	28,92	9,64	79,51	14,47	6,02
2008	78,9	10,5	10,5	75,0	12,5	12,5	84,9	7,8	7,3

5-3. táblázat Bachman-diagram rajzolásának eredménye – alapelemek modellezése

Az 5-3. és 5-4. táblázatok adatai szerint az egyedhalmaz kivételével a további alapelemeket és a kulcsokat jobban modellezték a hallgatók a gépi rajzolásnál.

Bachman	Eredményesség (%)			
	Elsődleges kulcs		Idegen kulcs	
	Jó	Hibás	Jó	Hibás
2007	66,47	33,53	67,59	31,25
2008	84,0	16,0	78,0	22,0

5-4. táblázat Bachman-diagram rajzolásának eredménye – kulcsok modellezése

Annak eldöntésére, hogy a gépi rajzolás jobb eredménye szignifikáns-e, modellezési alapelemenként és kulcsokként megvizsgáltam, hogy a két év eredményeinek eloszlása megegyezik-e. A vizsgálatot a feladatonként összesített pontszámokkal is elvégeztem. Az eloszlások vizsgálata előtt minden adatsornál megvizsgáltam, hogy az normális eloszlású-e vagy sem. Az eredményeket az 5-5. és 5-6. táblázat tartalmazza. A szignifikancia szint minden vizsgálatnál 0,05.

	Egyedhalmaz	Kapcsolat	Tulajdonság	Összes pont
2007 Khi-négyzet p/értékelés	1.544e-05 nem normális	0.002905 nem normális	0.3916 normális	0,2615 normális
2008 Khi-négyzet p/értékelés	0.004631 nem normális	0.004631 nem normális	0.3679 normális	0,3679 normális
szórás p/teszt/érték elés	0.9838 Levene teszt azonos	0.0002439 Levene teszt nem azonos	0.7255 F-teszt azonos	0,1043 F-teszt azonos
átlag p/teszt/érték elés	0.8943 Mann-Whitney teszt azonos	0.1455 Mann-Whitney teszt azonos	0.1189 T-teszt azonos	0,1189 T-teszt azonos

5-5. táblázat Egyed-kapcsolat modellek rajzolásának értékelése

	Egyedhalmaz	Kapcsolat	Tulajdonság	Elsődleges kulcs	Idegen kulcs	Összes pontszám
2007 Khi-négyzet p/értékelés	1,7e-09 nem normális	0,007951 nem normális	0,369 normális	0,1585 normális	0,483 nem normális	0,3023 normális
2008 Khi-négyzet p/értékelés	0,001019 nem normális	0,08677 normális	0,2636 normális	0,01639 nem normális	0,01639 nem normális	0,4594 normális
szórás p/teszt/érték elés	0.07749 Levene teszt azonos	0,6737 Levene teszt azonos	0,1964 F-teszt azonos	0,9317 Levene teszt azonos	0,7064 Levene teszt azonos	0,2996 F-teszt azonos
átlag p/teszt/érték elés	0.7426 Mann-Whitney teszt azonos	0,3925 Mann-Whitney teszt azonos	0,7792 T-teszt azonos	0,2054 Mann-Whitney teszt azonos	0,405 Mann-Whitney teszt azonos	0,5269 T-teszt azonos

5-6. táblázat Bachman-diagramok rajzolásának értékelése

Az 5-5. táblázat szerint a kapcsolat modellezés eredményei nem azonos eloszlásúak, elmondható tehát, hogy a gépi rajzolás eredménye ez esetben szignifikánsan jobb. Az eredmények szerint az egyedhalmazokat és a tulajdonságokat kézi és gépi rajzolás esetén is ugyanúgy modellezzik a hallgatók.

Az 5-6. táblázat adatai azt mutatják, hogy a minden alapelemnél és kulcsnál, valamint az összesített eredménynél a vizsgált két év adatsorai azonos eloszlásúak. Nem sikerült tehát igazolnom, hogy a Bachman ábránál a kapcsolatokat és a kulcsokat szignifikánsan jobban modellezzik a hallgatók a gépi rajzolásnál.

5.2 Adatmodellezési példatár használatának eredményességvizsgálata

2. tézisem szerint megmutatom, hogy az adatmodellezési példatár használatával történő felkészülést követően a hallgatók ugyanolyan jó vagy szignifikánsan jobb eredményt érnek el, mint az elektronikus tesztekkel történő felkészülés után. Megmutatom azt is, hogy a hallgatók egyformán hasznosnak tartják a példatárral, illetve az elektronikus tesztekkel történő felkészülést.

5.2.1 Felkészülési módok előnyei és hátrányai

Az 5-7. táblázatban foglaltam össze a teszttel és példatárral történő felkészülés előnyeit és hátrányait saját tapasztalataim és Hutter, Magyar és Mlinarics, 2005 alapján.

Előny vagy hátrány	Elektronikus teszt	Példatár
önálló tanulásra alkalmas	igen	igen
számítógépes infrastruktúrát igényel	igen	nem
a hallgató egyedül osztja be az idejét	igen	igen
időtől és földrajzi elhelyezkedéstől függetlenül rendelkezésre áll	igen	igen
a hallgató saját tanulási igényeire tud fókuszálni	igen	igen
a megoldásra időkorlát van	igen	nem
a hallgató időközönként konzultálhat az oktatójával (chat)	igen	nem
többször használható	igen	igen
a hallgató számára általában ingyenes	igen	nem
csoportmunka	nem	igen
a hallgató jegyzetet tud készíteni a feladatok mellett	nem	igen
a hallgató a kérdések között kereshet	nem	igen

5-7. táblázat Teszt és példatár használatának előnyei és hátrányai

Az elektronikus teszteknel a számítógépes infrastruktúra szükségessége ma már nem tekinthető hátránynak, mert minden hallgatónak van számítógépe. Az hátrány, hogy a példatár nem ingyenes, de a példatár olcsó a magyar informatikai könyvekhez viszonyítva, és a hallgató a vásárláskor 20% árengedményt kap. A példatárból tanuló

hallgatóknak is van konzultáció, de nem elektronikus úton, hanem tanteremben előre kijelölt időpontban.

A példatár használat mellett szól két tény: azt tapasztaltam, hogy a hallgatók csoportosan tanultak, ez az elektronikus tesztek megoldására nem jellemző. A konzultációk során a példatárba a hallgatók rövid jegyzeteket írhatnak, a feladat leírás és az útmutató később is rendelkezésre áll. Az elektronikus tesztek megoldását követően is szoktunk értékelést tartani, de a jegyzet és a kérdés együtt ez esetben később nem áll rendelkezésre, mert a hallgatók a kérdésbankban nem tudnak keresni, a kérdések leírására pedig nincs idő (Czenky, 2013).

Látható tehát, hogy mindkét felkészülési módnak vannak előnyei és hátrányai, hogy melyiket javaslom inkább a hallgatóknak, azt a vizsgálat eredménye dönti el.

5.2.2 Vizsgálati eredmények

A vizsgálatba a következő kurzusokat zárthelyi dolgozat eredményeit vontam be, lásd 5-8. táblázat. A felmérésben a kurzusok minden hallgatója részt vett, az eredmény tehát reprezentatívnek tekinthető.

Tárgynév	Rövidítés	Szak	Képzés-típus	Év	Felkészülés	Lét-szám
Adatbázis-kezelés	ABK	gépész-mérnök	BSc, nappali	2007-2010	teszt	83
Számítás-technika III.	KM3	környezetmérnök	BSc, nappali	2010	példatár	72

5-8. táblázat A vizsgált kurzusok – példatár használatának eredményességvizsgálata

A pontszámok megoszlását mutató gyakorisági diagram szerint jobb eredményt értek el a KM3 kurzus hallgatói. Az ABK kurzus átlaga 17,6, szórása 3,4, míg a KM3 kurzus hasonló adatai 19,2 és 4,1 szintén azt mutatják, hogy a KM3 eredménye jobb. Annak eldöntésére, hogy szignifikáns-e ez a jobb eredmény a következő vizsgálatokat végeztem el:

1. Pearson –féle Khi-négyzet próbák annak ellenőrzésére, hogy az adatok normális eloszlásúak-e.
2. Kolmogorov-Szmirnov teszt az eloszlások azonosságának vizsgálatára.
3. Levene teszt a szórások homogenitásának vizsgálatára.
4. Mann-Whitney teszt az átlagok homogenitásának vizsgálatára.

A vizsgálati eredmények és értékelésük 0,05 szignifikancia szint esetén:

1/a Pearson-féle Khi-négyzet próba ABK adatsor

$$P = 11.6988, \text{ p-value} = 0.2308$$

Az adatsor normális eloszlású.

1/b Pearson-féle Khi-négyzet próba KM3 adatsor

$$P = 21.6667, \text{ p-value} = 0.009998$$

Az adatsor nem normális eloszlású.

2. Kolmogorov-Szmirnov teszt

$$D = 0.2749, \text{ p-value} = 0.005884$$

Az adatsorok nem azonos eloszlásúak.

3. Levene teszt

$$\text{Test Statistic} = 3.9212, \text{ p-value} = 0.04948$$

A szórások nem azonosak.

4. Mann-Whitney teszt

$W = 2193$, $p\text{-value} = 0.004365$

Az átlagok nem azonosak.

A vizsgálati eredmények szerint az adatsorok eloszlása nem azonos, a KM3 kurzus eredménye szignifikánsan jobb.

5.2.3 Hallgatói felmérés az adatmodellezési példatárról

2010-ben a félév végén kérdőíves felmérésben kértem a hallgatók véleményét a példatárról. A kérdőívet 48 hallgató töltötte ki, de az elvégzett Khi négyzet próba alapján a teljes kurzus és a kérdőívet kitöltő hallgatók mintája a félévvégi jegyeket tekintve ugyanolyan megoszlású-e ($p=0,9965$), a felmérés tehát reprezentatív.

A következő két kérdés vonatkozott arra, hogy a hallgatók melyik felkészülési módot támogatják inkább:

1. A példatár használata vagy a gyakorló teszt megoldása segítette-e jobban a felkészülését?
2. A következő évek hallgatóinak melyik felkészülési módot javasolná?

A hallgatói válaszok megoszlását az 5-9. táblázat mutatja.

	1. kérdés	2. kérdés
egyik sem	2,1%	
példatár	23,4%	15,2%
gyakorló teszt	19,1%	17,4%
mindkettő	53,2%	67,4%

5-9. táblázat Felkészülési módok hallgatói támogatottsága

A táblázat adatai szerint a legtöbb hallgató mindkét felkészülési módot támogatja. A példatárat kicsit több hallgató találta jobbnak a felkészülésben, mint a tesztet, de a különbség nem jelentős. A következő évfolyamnak közel annyian ajánlanák a példatárat, mint a tesztet.

5.3 A fogalomtanulás eredményességvizsgálata

3. tézisem szerint megmutatom, hogy a Moodle kérdésbank kérdései számának és a tesztek számának növelésével, illetve a példatár használatával szignifikánsan jobbá tehető a fogalomtanulás. Megmutatom, hogy adatbányászati módszerrel meghatározható, hogy a fogalomtanulás mely fázisokban és témakörökben a legproblémásabb. Megmutatom továbbá, hogy illeszkedésvizsgálattal igazolható, hogy a Moodle tesztek kérdésenkénti eredményei általában béta eloszlásúak.

5.3.1 A fogalomtanulás lépései és témakörei

A 2.3 fejezetben már tárgyaltam a fogalomtanulás lépéseit, melyek közül ebben a vizsgálatban a fogalom definíciójának és tulajdonságainak ismeretét, a fogalomazonosítás és a fogalomrealizálás végrehajtását vizsgálom.

A felsorolt lépéseken túl további három, a fogalmak elsajátításának mérését szolgáló feladattípust is vizsgálók:

- A modellezési alapfogalmak tanulása során a fogalmak összerendelése olyan feladatokat takar, mint annak meghatározása, hogy milyen egyedhalmazok között áll fenn a kapcsolat, vagy a tulajdonságok milyen egyedhalmazhoz vagy kapcsolathoz rendelhetők. A relációs modell tanulása során pedig a fogalom összerendelési feladatokban a kérdés a következő: milyen modellezési alapfogalmat (egyedhalmaz, kapcsolat vagy mindkettő) ír le a táblázat.
- Az E-K modellezésnél a különböző modell fogalmainak megfeleltetése az E-K diagram relációs modellé történő átírásával kapcsolatos feladatokat jelent.
- A függőségi diagramoknál a különböző ábrázolás fogalmainak megfeleltetése a függőségi diagrammal és sémával leírt függőségek és táblázatok megfeleltetését jelenti.

A kérdéseket a következő témakörökhöz soroltam be: modellezési alapfogalmak, E-K modell, relációs modell, függőségek, normalizálás, függőségi diagramok.

Mivel a Moodle kérdésbank kérdéseit több éven keresztül írtam, az első vizsgált kurzusnál nem minden feladattípushoz és témakörhöz volt kérdés.

5.3.2 Vizsgálati eredmények

A teszteredmények értékelésének lehetséges módjait a 2.6 fejezetben tárgyaltam. Az eredmények vizsgálatában új egyrészt az, hogy nem a tesztenkénti, hanem a kérdésenkénti eredményeket vizsgálom, így kívánom eldönteni, hogy az oktatásba bevezetett változtatások – kérdésbank kérdésszámának növelése és példatár alkalmazása – hatására javultak-e szignifikánsan az eredmények. Másrészt új az is, hogy a tesztkérdéseket besoroltam a fogalomtanulás lépései és a témakörök szerint, és így is összehasonlítom az eredményeket. Újdonság továbbá, hogy döntési fák felállításával kívánok, választ kapni arra, hogy az egyes feladattípusokban és témakörökben milyen eredmény várható. Végül új az is, hogy egy egyszerű helyettesítés alkalmazásával megmutatom, hogy a kérdésenkénti pontszámokra béta eloszlás illeszthető.

A vizsgálatba bevont kurzusokat mutatja az 5-10. táblázat.

Tárgynév	Rövidítés	Szak	Képzéstípus	Év	Létszám
Adatbázis-kezelés	ABK1	gépészmérnök	BSc,	2007-2008	64
	ABK2		nappali	2009-2010	19
Számítás-technika III.	KM3	környezetmérnök	BSc, nappali	2010	71

5-10. táblázat Kurzusok jellemzői – fogalomtanulás eredményességvizsgálata

A kurzusok felkészülési módját, a rendelkezésre álló kérdések, gyakorló és zárthelyi tesztek számát mutatja az 5-11. táblázat.

A vizsgálatba a gyakorló és zárthelyi tesztek eredményeit vontam be. A példatárból történő felkészülés eredményeiről nincs információ, mert annak rögzítését nem kértem a hallgatóktól. Öt adatsort vizsgáltam, kettő az összes teszt eredményeit tartalmazza, míg három az egyes kurzusok zárthelyi tesztjeinek eredményeit.

Összesítettem a kérdésenkénti pontszámokat, majd elosztottam az adott kérdés megválaszolásának számával. Erre azért volt szükség, mert a véletlen kérdések miatt az egyes kérdéseket más-más számban oldották meg a hallgatók.

Kurzus	Felkészülési mód	Kérdésbank/példatár kérdéseinek száma	Gyakorló tesztek száma	Zárthelyi tesztek száma
ABK1	teszt	92	5	1
ABK2	teszt	250	14	6
KM3	példatár	300	1	1

5-11. táblázat Oktatási körülmények a fogalomtanulás eredményességének vizsgálatánál

Minden adatsornál megvizsgáltam, hogy azok normális eloszlásúak-e, majd adatsoranként meghatároztam az átlagokat és szórásokat, az eredményeket az 5-12. táblázat tartalmazza. Minden vizsgálatnál a szignifikancia 0,05.

Teszt/Jellemző	Adatsor				
	ABK1 összes	ABK2 összes	ABK1 ZH	ABK2 ZH	KM3 ZH
Khi-négyzet p/értékelés	0,8554 normális	0,0002466 nem normális	0,1009 normális	0,00375 nem normális	0,02123 nem normális
átlag	0,6012	0,7002	0,7287	0,6825	0,7550
szórás	0,1668	0,1766	0,1692	0,1667	0,1394

5-12. táblázat Normalitás vizsgálatok eredménye, átlagok és szórások - fogalomtanulás eredményességvizsgálata

Az átlagokra és szórásokra végzett homogenitás vizsgálatok eredményeit az 5-13. táblázatban foglaltam össze.

	ABK1 összes ABK2 összes	ABK1 ZH ABK2 ZH	ABK1 ZH KM3 ZH	ABK2 ZH KM3 ZH
szórás p/teszt/értékelés	0,2366 Levene próba azonos	0,8116 Levene próba azonos	0,1498 Levene próba azonos	0,3648 Levene próba azonos
átlag p/teszt/értékelés	1,516e-06 Mann-Whitney próba nem azonos	0,173 Mann-Whitney próba azonos	0,2846 Mann-Whitney próba azonos	0,02343 Mann-Whitney próba nem azonos

5-13. táblázat Homogenitás vizsgálatok eredményei – fogalomtanulás eredményességvizsgálata

Az 5-12. táblázat adatai szerint az ABK2 összes adatsor átlaga jobb, mint az ABK1 összes adatsor átlaga. A KM3 ZH adatsor átlaga pedig jobb a másik két ZH adatsor átlagánál. A KM3 ZH adatsor szórása pedig a legkisebb az adatsorok szórásai közül. Az ABK2 ZH eredményei rosszabbak, mint az ABK1 ZH eredményei. Az okokat

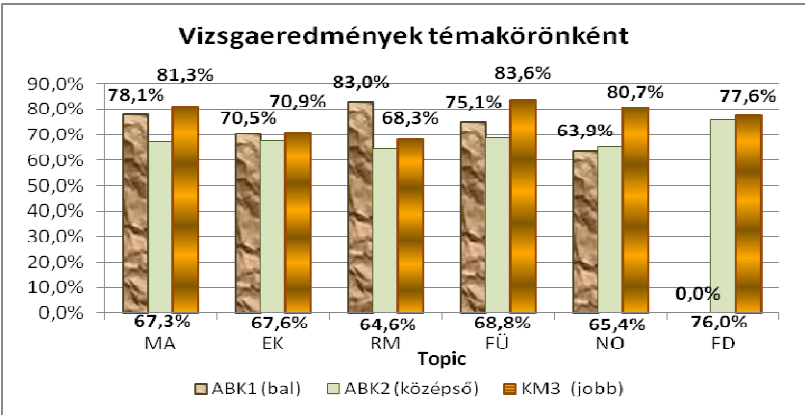
keresve megvizsgáltam, hogy a hallgatók mennyi időt fordítottak a gyakorló tesztek megoldására. Azt tapasztaltam, hogy az ABK2 kurzus hallgatói rövidebb idő alatt oldották meg a gyakorló teszteket – lásd 3-5. táblázat, úgy tűnik, hogy inkább a tesztek lezárása után bemutatott helyes megoldásokra voltak kíváncsiak. Így a modellező készségük kevésbé fejlődött, ami szerepet játszhatott a zárhelyi eredményekben is.

Az 5-13. táblázat adatai azt mutatják, hogy az ABK2 összes eredménye az ABK1 összes eredményénél, a KM3 ZH eredménye pedig az ABK2 ZH eredményénél szignifikánsan jobb. Tehát a kérdésszámok és tesztek számának növelésével, illetve a példatár használatával szignifikánsan jobb eredményt értek el a hallgatók (Czenky, 2015).

A kérdésenként és témakörönként elért eredmények vizsgálatához a kérdéseket besoroltam a fogalomtanulás lépései és a témakörök szerint. Az eredményeket ábrázoltam diagramon, lásd 5-2. és 5-3. ábra. Az ábrákon alkalmazott rövidítések jelentését az 5-14. táblázat tartalmazza.

Elméleti témakör	Rövidítés	Feladat típusa	Rövidítés
Modellezési alapfogalmak	MA	definíció megadása	D
E-K modell	EK	tulajdonság ismerete	T
Relációs modell	RM	fogalomazonosítás	A
Függőségek	FÜ	fogalomrealizálás	R
Normalizálás	NO	fogalmak összerendelése	Ö
Függőségi diagramok	FD	különböző modell fogalmainak megfeleltetése	M
		különböző ábrázolás fogalmainak megfeleltetése	K

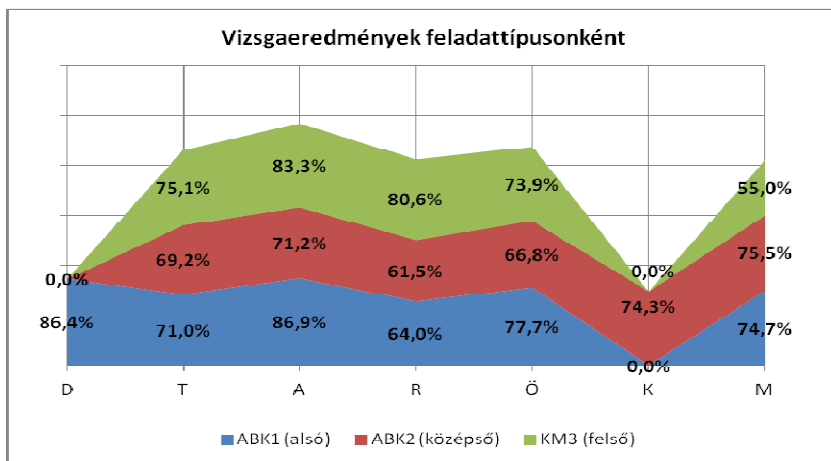
5-14. táblázat Az ábrákon alkalmazott rövidítések



5-1. ábra Témakör szerint összesített eredmények

Az 5-2. ábra szerint a legrosszabb lett az eredmény az egyed-kapcsolat modell és a normalizálás témakörökben, míg a legjobb a modellezési alapfogalmak és a függőségi diagramok témakörökben. Az 5-3. ábra alapján az mondható, hogy a fogalomrealizálás és a különböző modell fogalmainak megfeleltetése volt a legproblémásabb tevékenység, míg a definíciók megadása és a fogalomazonosítás ment a hallgatóknak a legjobban.

Ezt a kérdés adatbányászati módszerrel tovább vizsgáltam, remélve, hogy pontosabban meghatározhatom, hogy mely témakörök és feladattípusok problémásak a hallgatók számára.



5-2. ábra Feladattípus szerint összesített eredmények

Az ABK1 összes adatsor kérdésenként elért pontszámaival döntési fát készítettem témakörönként és feladattípusonként, azért, hogy meghatározzam, milyen pontszámok várhatók az egyes feladattípusoknál és témakörönként, lásd 5-15. és 5-16. táblázat. A döntési fák azt is megmutatják, hogy mely feladatok végrehajtása és mely témakörök tanulása a legproblémásabb a hallgatók számára.

Feladat	Pont	Megbízhatóság(%)	Megalapozottság(%)
fogalmak összerendelése	1	28,7	4,8
fogalom definíciójának megadása	1	68,7	19,1
fogalom tulajdonságainak ismerete	1	44,6	31,1
fogalomazonosítás	1	47,8	9,3
fogalomrealizálás	0	40,6	27,1
különböző modell fogalmainak megfeleltetése	1	33,6	8,6

5-15. táblázat Döntési fa feladattípusonként, ABK1 összes

Témakör	Pont	Megbízhatóság(%)	Megalapozottság(%)
E-K modell	1	32,0	17,8
Függőségek	1	23,7	4,7
Modellezési alapfogalmak	1	47,0	28,2
Normalizálás	0	51,1	26,8
Relációs modell	1	64,9	22,5

5-16. táblázat Döntési fa témaköröként, ABK1 összes

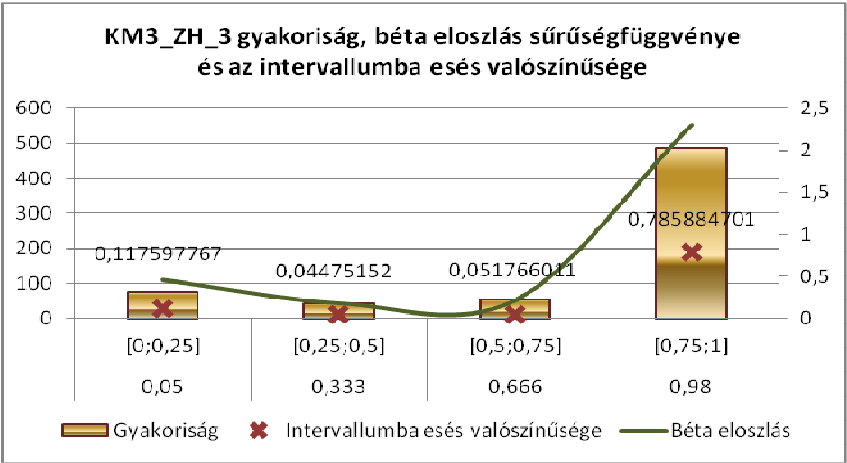
Az 5-15. táblázat azt mutatja, a fogalomrealizálás a legkevésbé eredményes lépése a fogalomtanulásnak. A többi feladattípusnál a várható pontszám 1 pont. Az 5-16. táblázat szerint a legrosszabb eredmény a normalizálásnál várható, a többi témakör-

ben a várható pontszám 1. Az ABK2 összes adatsornál hasonló döntési fát nem tudott felállítani a rendszer, valószínűleg minden témakörben az 1 pont a várható. A KM3 ZH adatsoránál a kérdéssorszám szerint tudtam döntési fát készíteni, mert e kurzus zárthelyi tesztjében a témakörök tanítási sorrendje szerint tettem fel a kérdéseket, lásd 5-17. táblázat. Ez lehetőséget ad a témakörök szerint várható pontszámok meghatározására is.

Szabály	Pont	Megbízhatóság (%)	Megalapozottság (%)
Kérdésszám: <= 14 Témakörök: modellezési alapfogalmak, relációs modell, E-K modell	1	49,32	63,6
Kérdésszám: > 14 AND <= 16 témakörök: függőségek, függőségi diagram,	0	50,83	9,1
Kérdésszám > 16 AND <= 19 témakör: normalizálás, elsődleges kulcs meghatározása, a függőségek mely normálformát sértik, hányadik normálformában van a táblázat	0	40,53	13,6
Kérdésszám > 19 Témakör: normalizálás, táblázat szétbontás, elsődleges és idegen kulcs kijelölés	1	44,26	13,6

5-17. táblázat Döntési fa kérdéssorszám szerint, KM3 ZH

Bár a megbízhatóság értékei közepesek, az 5-17. táblázat megerősíti a hallgatói megítélést, hogy a függőségek és a normalizálás a legnehezebb témakörök.



5-3. ábra Kérdésenként elért pontszámok gyakorisági diagramja

A döntési fák eredményei arra ösztönöztek, hogy jobban megvizsgáljam a tesztkísérletekben megválaszolt kérdések pontszámait. Mi az oka, hogy a várható pontszámok többségben a legfelső intervallumba esnek, a legrosszabb várható pontszámok pedig a legalsóba? A KM3 kurzus egyik csoportja vizsga tesztjeinek pontszámait figyelembe véve gyakorisági diagramot készítettem, lásd 5-4. ábra. Az ábráról látható, hogy az elért pontszámok közül a legtöbb az 1 pont, a második legtöbb a 0 pont. A gyakorisági diagram menete és az, hogy a pontszámok 0 és 1

közötti értékek, azt sugallják, hogy ezek az adatsorok béta eloszlásúak. Kolmogorov-Szmirnov próbával illeszkedés vizsgálatot végeztem homogén tesztek-re.

Az elvégzett vizsgálatoknál azt tapasztaltam, hogy a nulla értéknél nagy a különbség, amit az okoz, hogy a béta eloszlás eloszlásfüggvényének értéke nullában nulla, a számított valószínűség viszont különbözik nullától, mert sok a nulla pontos eredmény. A nulla értéket, egy kicsi, de nullától különböző értékkel, nevezetesen 0,05-el helyettesítettem. Ez az érték az eredményesség szempontjából nullának tekinthető, viszont megszünteti a nagy különbséget. Így már sikerült igazolni homogén tesztek többségénél, hogy a kérdésenkénti pontszámok béta eloszlásúak, lásd 5-18. táblázat (Czenky, 2014c).

Csoport	Elem szám	alfa	béta	D	D _{kritikus}	Béta eloszlású?
ABK1_ZH_1	441	0,3670	0,1326	0,0743	0,065	nem
ABK1_ZH_2	315	0,3856	0,0739	0,0619	0,0769	igen
ABK2_ZH_alapfogalmak	133	0,4429	0,2090	0,0807	0,1179	igen
ABK2_ZH_relációs	95	0,1265	0,0650	0,0794	0,1401	igen
KM3_ZH_1_2	484	0,3164	0,1651	0,08	0,062	nem
KM3_ZH_3	660	0,3351	0,0688	0,0512	0,0529	igen

5-18. táblázat Illeszkedésvizsgálatok eredménye – béta eloszlás

5.4 Fogalomtérképek használatának eredményességvizsgálata

Az adatmodellezés tanítása során a fogalomrendszerezést kezdetben olyan feladatlapokkal segítetttem, amelyekben a fogalmak osztályozásának üres hierarchikus ábráit, a fogalmak közti összefüggéseket leíró üres Venn diagramokat, illetve a relációs modell fogalmainak összefüggéseit leíró táblázatokat kellett a hallgatónak kitölteni (2010-ben végrehajtott fogalomrendszerező felmérés). A hierarchikus rendszerek azonban az összefüggések leírásában némileg korlátozottak, a Venn diagramok és táblázatok kitöltése pedig nem hozta a várt eredményt, ezért megszerkesztettem az adatmodellezés fogalomtérképeit (lásd 4.4 fejezet) és a 2013-ban végrehajtott fogalomrendszerező felmérésben használtam is azokat.

4. tézisemhez kapcsolódóan bemutatom, hogy a fogalomrendszerezés eredményességét növeli, ha fogalomhierarchiák és Venn diagramok helyett az informálisabb fogalomtérképeket használom a fogalomrendszerezéshez.

5.4.1 Fogalomrendszerező felmérések feladatlapjai

2010-ben az ABK kurzus fogalomrendszerező felmérésének feladatai ugyanazok voltak, mint a 2013. felmérés feladatai, de a hallgatónak hierarchikus ábrákat, Venn diagramokat és táblázatokat kellett kitölteni, lásd 5-19. táblázat.

A 2013-as felmérés feladatlapja kilenc feladatot tartalmazott, lásd 5-20. táblázat. A feladatlap ábráinak üresen hagyott téglalapjaiba kellett beírni a megfelelő fogalom

nevét. Az ábrákat a hallgatók a vizsga előtt nem látták. Könnyítésként a fogalmakat a feladatlapon felsoroltam. Az ábrák bizonyos téglalapjaiba én írtam be előre a fogalom nevét, ezeket a 4.4 alfejezet ábráin félkövér betűtípussal jelöltem.

Feladat-sorszám	Leírás
1	modellezési alapfogalmak összefüggéseinek megadása fogalomtérképpel
2	egyedhalmazok osztályozása, hierarchikus ábra
3	kapcsolatok osztályozása, hierarchikus ábra
4	tulajdonságok osztályozása, Venn diagram
5	a relációs modell táblázatához kapcsolódó fogalmak közti összefüggések megadása, táblázatok kitöltése
6	kulcsok osztályozása, Venn diagram
7	normálformák közti kapcsolatok megadása, Venn diagram
8	függőségek osztályozása, hierarchikus ábra
9	táblázatokkal végrehajtható műveletek osztályozása, hierarchikus ábra

5-19. táblázat A 2010-es fogalomrendszerező felmérő feladatai

Feladat-sorszám	Leírás
1	modellezési alapfogalmak összefüggéseinek megadása (4-2. ábra)
2	kapcsolatok osztályozása (4-3. ábra)
3	tulajdonságok osztályozása (4-4. ábra)
4	egyedhalmazok osztályozása (4-5. ábra)
5	kulcsok osztályozása (4-6. ábra)
6	a relációs táblázathoz kapcsolódó fogalmak összefüggési (4-8. ábra)
7	függőségek osztályozása, hierarchikus ábra
8	normálformák közti kapcsolatok megadása (4-7. ábra)
9	táblázatokkal végrehajtható műveletek osztályozása, hierarchikus ábra

5-20. táblázat A 2013-as fogalomrendszerező felmérő feladatai

5.4.2 Vizsgálati eredmények

A vizsgálatba bevont kurzusok jellemzőit az 5-21. táblázatban foglaltam össze.

Tárgynév	Rövidítés	Szak	Képzés típus	Heti óraszám (e+gy)	Év	Lét-szám
Adatbázis-kezelés	ABK	gépészmérnök	BSc, nappali	0+2	2010	10
Alkalmazott informatika	MM	műszaki menedzser	MSc, levelező	0+2	2013	27
Környezeti adatbázisok	KDB	környezet-mérnök	MSc, nappali	2+2	2013	9
Számítástechnika III.	KM3	környezet-mérnök	BSc, nappali	2+2	2013	37

5-21. táblázat Kurzusok jellemzői – fogalomtérképes felmérés eredményességvizsgálata

A felmérésben minden kurzus minden hallgatója részt vett, az eredmény tehát reprezentatívnak tekinthető.

A 2010-es és a 2013-as fogalomrendszerező felmérés eredményei alapján kiszámoltam az átlagokat, a szórásokat és megvizsgáltam, hogy az adatsorok normális eloszlásúak-e. Az eredményeket az 5-22. táblázat tartalmazza. A szignifikancia szint minden vizsgálatnál 0,05.

Jellemző	KM3	KDB	MM	ABK
p/Khi-négyzet teszt/normális el- oszlású-e	0,1076 igen	0,4594 igen	0,2152 igen	0,8495 igen
átlag	6,591	6,777	6,673	5,752
szórás	1,288	1,491	0,882	1,372

5-22. táblázat Normalitás vizsgálatok eredménye, átlagok és szórások - fogalomtérképes felmérés eredményességvizsgálata

	ABK - KM3	ABK - KDB	ABK - MM
szórás	0,7309	0,8028	0,07588
p/teszt/érté- kelés	F-próba azonos	F-próba azonos	F-próba azonos
átlag	0,07796	0,1368	0,0211
p/teszt/érté- kelés	T-próba azonos	T-próba azonos	T-próba nem azonos

5-23. táblázat Homogenitás vizsgálatok eredményei - fogalomtérképes felmérés eredményességvizsgálata

A táblázat adatai szerint a 2013-as felmérésben részt vevő mindhárom kurzus átlaga jobb, mint a 2010-es felmérésben részt vevő ABK kurzus átlaga, kettőnek pedig a szórása is kisebb az ABK kurzus szórásánál.

Az átlagokra és szórásokra vonatkozó homogenitás vizsgálatok eredményeit az 5-23. táblázat tartalmazza.

A táblázat adatai azt mutatják, hogy az MM kurzus eredménye szignifikánsan jobb a fogalomtérképes felmérésben, mint a 2010-es felmérés eredménye. Vizsgálataim szerint a KM3 kurzus eredménye 0,08 szignifikancia esetén jobb szignifikánsan, mint az ABK kurzus eredménye. A KDB kurzusnál a szignifikánsan jobb eredményt nem sikerült igazolni. Két minta elemszáma is kicsi, célszerű lenne a vizsgálatokat nagyobb elemszámmal megismételni.

5.5 Alternatív normalizálási módszerek alkalmazásának eredményességvizsgálata

5. tézisemhez kapcsolódóan statisztikai vizsgálatokkal igazolom, hogy a hallgatók az alternatív normalizálási módszerekkel szignifikánsan jobban tudnak normalizálni, mint a hagyományos módszerrel.

A vizsgálatba négy normalizálási módszert vontam be:

- hagyományos normalizálás,
- normalizálás függőségi diagram alapján (4.3 alfejezet),
- normalizálás teszttel (4.3 alfejezet),
- normalizálás cookbook módszerrel (2.2 alfejezet).

5.5.1 Vizsgálati eredmények

A vizsgálatba résztvevő kurzusok jellemzői az 5-24. táblázatban láthatók.

Tárgynév	Rövidítés	Szak	Képzés típus	Heti óraszám előadás+gyakorlat	Év	Lét-szám
Környezeti adatbázisok	KDB	környezet-mérnök	MSc, nappali	2+2	2013	9
Számítás-technika III.	KM3	környezet-mérnök	BSc, nappali	2+2	2013	37

5-24. táblázat Kurzusok jellemzői – alternatív normalizálási módszerek eredményességvizsgálata

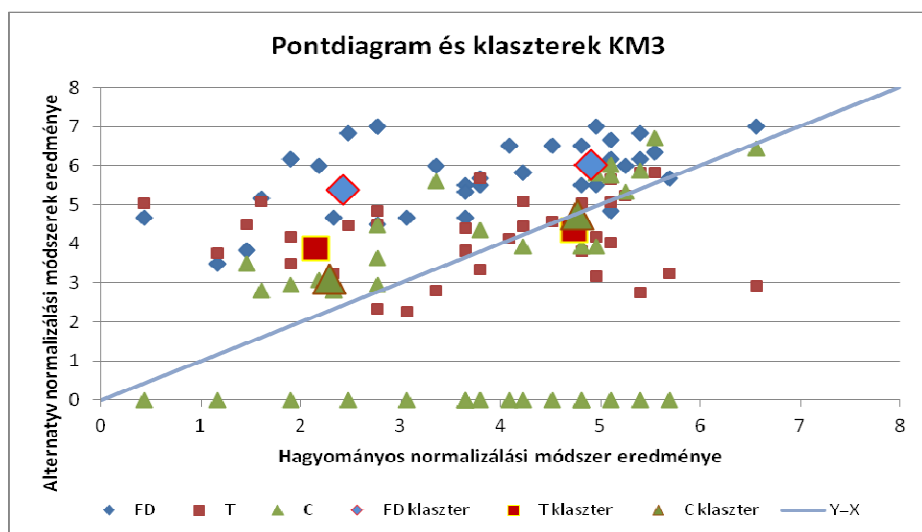
A KM3 kurzusnál a cookbook módszer felmérőjét csak egy részminta oldotta meg, de ez a minta a félév végi érdemjegyeket tekintve ugyanolyan eloszlású, mint a teljes sokaság ($p=0,6767$). A szignifikancia szint valamennyi vizsgálatnál 0,05.

A KDB kurzus vizsgálati eredményeit nem ismertetem részletesen, csak összefoglalom az eredményeket. Ellenőriztem, hogy az adatsorok normális eloszlásúak-e. Úgy találtam, hogy mind a négy adatsor normális eloszlású. Az átlagok mindegyik módszernél közepes teljesítményt jeleznek. A függőségi diagrammal történő normalizálás eredményének átlaga a legnagyobb és szórása a legkisebb, míg a cookbook módszerrel történő normalizálás eredményének átlaga a legkisebb és szórása a legnagyobb. A páronként elvégzett statisztikai próbák azt mutatják, hogy mindegyik alternatív módszer eredményeinek eloszlása megegyezik a hagyományos módszer eredményének eloszlásával. Ennél a kurzusnál tehát nem sikerült igazolni, hogy az alternatív módszerekkel a hallgatók szignifikánsan jobban normalizálnak.

Jellemző	Módszer				
	Hagyományos	Függőségi	Teszt	Cookbook	Hagyományos részminta
p/Khi-négyzet teszt/normális-e	0,09091 igen	0,8515 igen	0,4733 igen	0,3783 igen	0,05252 igen
átlag	3,764	5,734	4,179	4,421	3,783
szórás	1,486	0,92	0,958	1,325	1.551
jobb eredményt ért el, mint a hagyományos módszerrel		91,81%	62,16%	78,95%	

5-25. táblázat Normalitás vizsgálatok eredménye, átlagok és szórások - alternatív normalizálási módszerek eredményességvizsgálata

A KM3 kurzusnál is meghatároztam az átlagokat és a szórásokat, valamint azt, hogy az egyes alternatív módszereknél a hallgatók hány százalékának lett jobb az eredménye, mint a hagyományos módszernél. Megvizsgáltam azt is, hogy az egyes adatok normális eloszlásúak-e. Az elérhető maximális pontszám 7 volt minden feladatonál. Az átlagokat és szórásokat az 5-25. táblázat mutatja. Vizsgálatom szerint mind a négy módszer eredménye normális eloszlású.



5-4. ábra Pontdiagramok és klaszterek KM3

Az 5-25. táblázat adatai szerint a hallgatók a legjobb eredményt a függőségi diagrammal történő normalizálással érték el. A táblázat utolsó sorának adatai azt mutatják, hogy az alternatív módszerekkel történő normalizálás mindegyikénél a hallgatók többsége jobb eredményt ért el, mint a hagyományos módszernél.

Az 5-5. ábrán a hagyományos módszer eredményeinek függvényében ábrázoltam az alternatív módszerek eredményeit. Az ábrán megjelenítettem az $Y=X$ egyenest is. Az egyenes fölött látható jelölők azt jelzik, hogy az adott alternatív módszerrel jobb eredményt értek el a hallgatók, mint a hagyományos módszerrel.

Adatsoronként meghatároztam két-két klasztert is, melyek az átlagnál jobban mutatják az eredmények megoszlását. A cookbook módszer adatsoránál a klaszterek meghatározásakor csak a feladatot megoldók eredményeit vettem figyelembe – a nulla értékeket figyelmen kívül hagytam. Az ábrán, az X tengelyen megjelenő jelölők mutatják, hogy milyen eredményt értek el a hagyományos módszernél azok, akik a cookbook módszer feladatát nem oldották meg.

Az 5-5. ábra is azt mutatja, hogy a legjobb eredményt a függőségi diagrammal történő normalizálással érték el a hallgatók, ezt követi a cookbook módszer, majd a tesztmegoldás eredménye.

A KM3 kurzusnál is megvizsgáltam, hogy a hagyományos módszer eredményének eloszlása megegyezik-e valamelyik alternatív módszer eredményének eloszlásával. A vizsgálat eredményét az 5-26. táblázat mutatja.

Jellemző	Vizsgálati módszerek és eredmények		
	Hagyományos - függőségi	Hagyományos - teszt	Hagyományos - cookbook
szórás p/teszt/értékelés	0,002316 függő mintákra vonatkozó T-próba nem azonos	0,011125 függő mintákra vonatkozó T-próba nem azonos	0,266405 függő mintákra vonatkozó T-próba azonos
átlag p/teszt/értékelés	1.94e-07 Wilcoxon-próba nem azonos	0.1534 Wilcoxon-próba azonos	0.005415 kétmintás párosított T-próba nem azonos

5-26. táblázat Homogenitás vizsgálatok eredményei - alternatív normalizálási módszerek eredményességvizsgálata

A táblázat adatai szerint az eloszlások egyik esetben sem azonosak. Elmondható tehát, hogy valamennyi alternatív módszer eredménye szignifikánsan jobb, mint a hagyományos módszer eredménye.

Kiszámítottam a KM3 kurzus eredményssorai közötti korrelációs együtthatókat, annak megállapítása céljából, hogy van-e összefüggés és milyen erős az egyes adat-sorok között. Az együtthatókat az 5-27. táblázat tartalmazza. Szignifikancia teszttel ellenőriztem, hogy a kiszámított korrelációs együtthatók különböznek-e nullától.

Úgy találtam, hogy a hagyományos és teszt módszerek eredményei közötti korrelációs együttható valójában nulla, tehát e között a két adatsor között semmilyen kapcsolat nincs. A hagyományos és függőségi diagrammal történő normalizálás eredményei között közepes erősségű kapcsolat van. Az 5-27. táblázat harmadik adata azt mutatja, hogy a hagyományos és a cookbook módszer eredményei között erős kapcsolat van.

Jellemző	Hagyományos - függőségi	Hagyományos - teszt	Hagyományos - cookbook
korrelációs együttható	0,4464	0,0681	0,8247

5-27. táblázat Korrelációs együtthatók KM3

A következő vizsgálatokkal választ kerestem arra a kérdésre, hogy a hagyományos módszerrel egy adott eredmény elérése esetén, milyen eredmény várható az egyes alternatív módszerekkel.

Elért és várható eredmény		Megbízhatóság	Megalapozottság
Hagyományos	Függőségi diagram		
1	5	35,7%	37,8%
2	4	75%	21,6%
>2	5	60%	40,5%

5-28. táblázat Döntési fa a hagyományos és függőségi diagrammal történő normalizálás eredményei között KM3

Döntési fákat kerestem a hagyományos és az alternatív módszerek eredményei között, lásd 5-28. és 5-29. táblázatok. A táblázatok azokat az eredményeket tartalmazzák, amelyeknél a megbízhatóság vagy a megalapozottság 40% feletti. A hagyományos és cookbook módszer eredményei között nem tudott döntési fát készíteni a program.

Elért és várható eredmény		Megbízhatóság	Megalapozottság
Hagyományos	Teszt		
≤ 3	3	40,6%	86,5%
> 3	1	60%	16,5%

5-29. táblázat Döntési fa a hagyományos és teszttel történő normalizálás eredményei között KM3

Az 5-28. táblázat adatai szerint a hagyományos módszerrel elért bármilyen eredmény esetén jó vagy jeles eredmény várható a függőségi diagrammal történő normalizáláskor. Az 5-29. táblázat adatai azt mutatják, hogy akik jobban hajtották végre a hagyományos normalizálást, rosszabbul oldották meg a tesztet.

Társítási szabályokat is kerestem, lásd 5-30. táblázat. A talált szabályoknál a megalapozottság értékek nagyon alacsonyak, ennek oka a minta nem túl nagy elemszáma. A táblázat első két szabálya összhangban van a döntési fák adataival. Az utolsó előtti szabály azt jelzi, hogy azok a hallgatók nem oldották meg a cookbook módszerrel történő normalizálási feladatot, akik kettes érdemjegyet szereztek a hagyományos normalizálásnál. Valóban ők voltak a legtöbben, de az 5-5. ábra X tengelyen található jelölői jelzik, hogy ennél több hallgató nem oldotta meg ezt a feladatot. Az utolsó szabály azt mutatja, hogy akik a legjobb eredményt érték el a hagyományos módszerrel, némileg rosszabb eredményt értek el a cookbook módszerrel.

	Megbízhatóság	Megalapozottság
Hagyományos=>Függőségi diagram		
2=>4	66,67%	16,21%
Hagyományos=>Teszt		
5=>1	100%	2,7%
Hagyományos=>Cookbook		
2=>0	54,5%	16,2%
5=>4	50%	2,7%

5-30. táblázat Társítási szabályok KM3

5.6 SQL oktatóprogram használatának eredményesség-vizsgálata

6. tézisemhez kapcsolódóan bemutatom, hogy az SQL oktatóprogrammal tanuló hallgatók szignifikánsan jobb eredményeket értek el, mint az oktatóprogramot nem használó hallgatók. Bemutatom azt is, hogy az SQL oktatóprogram napló táblázata adatainak elemzésével információt nyerhetek arról, hogyan tanulják a hallgatók az

SQL nyelvet. Végül ismertetem, hogyan értékelték a hallgatók az SQL oktatóprogramot.

5.6.1 Vizsgálati eredmények

A vizsgálatban részt vevő kurzusok jellemzőit az 5-31. táblázatban foglaltam össze.

Tárgynév	Rövidítés	Szak	Képzés-típus	Maximális pont	Év	Létszám
Alkalmazott informatika	MM	műszaki menedzser	MSc, levelező	50	2011 2012	27 21
Környezeti adatbázisok	KDB	környezetmérnök	MSc, nappali	40	2011 2012	17 11
Számítástechnika III.	KM3	környezetmérnök	BSc, nappali	19,5	2011 2012	13 16

5-31. táblázat Kurzusok jellemzői – SQL oktatóprogram használatának eredményességvizsgálata

A dolgozatot minden hallgató megírta, az azonos kurzusoknál az egymást követő két évben ugyanaz volt a dolgozat. Nem minden hallgató használta 2012-ben az SQL oktatóprogramot (KM3-94%, KDB-100%, MM-62%). Így a 2012-ben vizsgált minták létszámai: KM3-15 fő, KDB-11 fő, MM-13 fő. A KM3 minta ugyanolyan eloszlású, mint a teljes kurzus ($p=0,9897$), az MM minta szintén ugyanolyan eloszlású, mint a teljes kurzus ($p=0,4826$). Így vizsgálati eredményeink reprezentatívak. A vizsgálatoknál a szignifikancia 0,05.

Mind a hat adatsornál kiszámítottam az átlagokat és a szórásokat, majd illeszkedés vizsgálatokkal megvizsgáltam, hogy az adatsorok normális eloszlásúak-e. Az eredményeket az 5-32. táblázat tartalmazza.

Teszt/Jellemző	Adatsor					
	KM3 2011	KM3 2012	KDB 2011	KDB 2012	MM 2011	MM 2012
Khi-négyzet p/értékelés	0,1154 normális	0,5319 normális	0,001786 nem normális	0,04417 nem normális	0,006951 nem normális	0,1154 normális
átlag	7,038	11,7	32,705	34,636	40,037	40,692
szórás	3,55	5,96	4,119	6,148	9,44	7,250

5-32. táblázat Illeszkedés vizsgálatok eredményei, átlagok és szórások - SQL oktatóprogram használatának eredményességvizsgálata

Az 5-32. táblázat adatai azt mutatják, hogy mindhárom kurzusnál a 2012-es zárthelyi dolgozat eredményeinek átlaga jobb, mint a 2011-es zárthelyi dolgozatok átlaga. Az átlagok és szórások azonosságára páronként elvégzett homogenitás vizsgálatok eredményeit az 5-33. táblázat tartalmazza.

A táblázat adatai szerint a KM3_2012 eredménye szignifikánsan jobb, mint a KM2_2011 eredménye. A KDB kurzusnál 0,06 szignifikancia szintnél mondható el,

hogy a 2012-es év eredménye jobb, mint a 2011-es év eredménye. Az MM kurzusnál ezt nem sikerült igazolni (Czenky, 2014a).

	KM3 2011 KM3 2012	KDB 2011 KDB 2012	MM 2011 MM 2012
szórás p/teszt/értékelés	0,0787 F-próba azonos	0,05278 Levene próba azonos	0,3566 Levene próba azonos
átlag p/teszt/értékelés	0,02085 T-próba nem azonos	0,3145 Mann-Whitney próba azonos	0,9074 Mann-Whitney próba azonos

5-33. táblázat Homogenitás vizsgálatok eredményei - SQL oktatóprogram használatának eredményességvizsgálata

5.6.2 Hogyan tanulják a hallgatók az SQL nyelvet?

Az SQL oktatóprogram minden hallgatói műveletet naplóz, ennek a naplótáblának alapján foglalom össze, hogy miként tanulják a hallgatók az SQL nyelvet. Bár több mint 20 éve tanítom az SQL nyelvet, de eddig soha nem volt információm arról, hogy egy-egy SQL lekérdezés megszerkesztése után hány futtatás, hibajavítás szükséges a hibátlan, jó eredményű megoldás eléréséhez.

A kérdésválasztási és futtatási adatokat az 5-34. táblázatban foglaltam össze. Az első számomra meglepetést okozó tény, hogy egy-egy bejelentkezés során átlagosan 9-12 kérdés megválaszolásával foglalkoztak a hallgatók. Én ennél hosszabb munkamene-tekre számítottam.

	KM3	KDB	MM
kurzus hallgatóinak száma	16	11	21
használta az oktatóprogramot	15 (94%)	11 (100%)	13 (61,9%)
összes bejelentkezés	99	99	137
összes kérdésválasztás	913	1172	1711
egy bejelentkezésre eső kérdésválasztás	9	12	12
összes futtatás	1814	2790	3925
szintaktikailag hibátlan	929 (51,2%)	1464 (52,5%)	2259 (57,6%)
hibátlan és jó eredmény	455 (25,1%)	841 (30,1%)	992 (25,3%)
30-nál több futtatást végrehajtottak száma	6 (40%)	10 (90,9%)	9 (69,2%)
egy hallgató átlagos futtatás (>30)	280	279	430
egy hallgató átlagos futtatás (<30)	15	5	14

5-34. táblázat Kérdésválasztási és futtatási adatok kurzusonként

Az 5-34. táblázatban mindhárom kurzus adatai azt mutatják, hogy az összes futtatás közel fele szintaktikailag hibás, és az összes futtatásnak csak közel harmada hibátlan és eredményét tekintve jó. Ha ezt az utolsó adatot összehasonlítjuk a kérdésválasztás darabszámával, azt látjuk, hogy a kérdések közel 30%-50%-nál feladja a hallgató, nem jut el a helyes megoldáshoz.

Külön-külön meghatároztam az átlagos futtatásszámot azoknál, akik 30-nál kevesebb, és azoknál, akik 30-nál több futtatást hajtottak végre, ez jobban tükrözi a valóságot, mint a kurzusátlag. Az első csoportba tartozó hallgatók nem végeztek érdemi munkát, mindössze néhány kérdéssel kipróbálták az SQL oktatóprogramot.

Mindegyik kurzusban voltak olyan hallgatók, akik az összes lekérdezést megoldották, némelyiket többször is. A maximális futtatásszámok és maximális hibátlan, jó eredményű megoldások száma az ő esetükben: 479 – 136 (KM3), 530 – 191 (KDB) és 749 – 188 (MM). Ezen hallgatók mindegyike hibátlan zárthelyi dolgozatot írt, bizonyítva, hogy az SQL oktatóprogram nagyon jól használható az SQL nyelv meg tanulására.

Művelet	KM3	KDB	MM
Bejelentkezés	99	99	137
Adatbázis leírás megjelenítése	16 (16,1%)	20 (20,2%)	57 (41,4%)
Diagram megjelenítése	33 (33,3%)	58 (58,6%)	23 (16,8%)

5-35. táblázat Adatbázis leírás és diagram megjelenítés

Az 5-35. táblázatban foglaltam össze, hogy a bejelentkezést követően a hallgatók hányszor nyitották meg az adatbázis leírást és az adatbázis diagramot.

Az adatbázisok egyszerűek, a leírást elég egyszer elolvasni. A táblázat adatai szerint, a hallgatói létszámot figyelembe véve, ezt a hallgatók meg is tették. A lekérdezések szerkesztését segítő adatbázis diagramot viszont célszerű minden munkamenetben megnyitni. Mint ahogy a táblázat adatai mutatják, sajnos önálló munkájuk során a hallgatók nem így tettek. Ez lehet a magyarázata, hogy az egyik leggyakoribb hiba futtatáskor az érvénytelen oszlopnév (lásd 5-38. táblázat).

Az 5-36. táblázatban kérdéskategóriánként (lásd 4-5. táblázat) osztályoztam a kérdésválasztásokat. A táblázat adatai azt mutatják, hogy a hallgatók a lekérdezések szerkesztését az első kérdéseknél kezdik és az első kategória kérdéseiből oldják meg a legtöbbet. A hallgatóknak csak kis része jut el a többi kategória kérdéseire.

Kategória	KM3	KDB	MM
I.	55,0%	47,5%	58,0%
II.	20,5%	17,3%	18,4%
III.	11,6%	16,2%	12,4%
IV.	12,9%	18,9%	11,3%

5-36. táblázat Kérdésválasztás kérdéskategóriánként

Az 5-37. táblázat azt mutatja, hogy milyen segítséget vettek igénybe a hallgatók a lekérdezések szerkesztése során. Azt vártam, hogy a rövid és a hosszú sűgő megtekintése nagyságrendjében meg fogja haladni a záradékok megtekintését, annál is inkább, mert ez utóbbi megtekintése a már említettek szerint korlátozott. Ezzel ellen-

tétben a rövid súgót két kurzusban a hallgatók kevesebb, mint negyede a hosszú súgót kevesebb, mint ötöde tekintette meg. A harmadik kurzusnál a megtekintők száma elenyésző volt. A záradék megtekintés mindhárom kurzusnál 60% körüli, illetve a feletti volt.

Művelet	KM3	KDB	MM
Kérdésválasztás	913	1172	1711
Rövid súgó	222 (24,3%)	254 (21,7%)	63 (3,7%)
Hosszú súgó	159 (17,4%)	203 (17,3%)	65 (3,8%)
Záradék megjelenítés	547 (59,9%)	778 (66,4%)	1481 (86,6%)

5-37. táblázat Súgó és záradék megjelenítés

Azt is megvizsgáltam mindhárom kurzusnál, hogy az egyes kategóriákban melyik záradékot nézték meg a hallgatók legtöbbször. Azt tapasztaltam, hogy az I. kategóriában (kiválasztási feltétel és aggregát függvények) a WHERE záradékot nézték meg legtöbbször. A második kategóriában (csoportosítás) a GROUP BY záradékot, a harmadik kategóriában (összekapcsolás) a FROM záradékot, míg a negyedik kategóriában (alkérdések) az alkérdéseket tartalmazó WHERE záradékot nézték meg a legtöbben. Ez megfelel a várakozásaimnak. Amit viszont nem vártam, hogy a második legtöbbször megjelenített záradék a SELECT záradék volt. Ennek oka lehet, hogy gyakori hiba volt az eredmény ellenőrzésnél, hogy a hallgatói megoldás és az ideális megoldás SELECT oszloplistája nem egyezett, ennek javítása szintén a SELECT záradék megtekintésére ösztönzött.

Az egyéb segítségeket az összes 335 bejelentkezés során elenyésző számban vették igénybe a hallgatók. A három kurzusban együtt csak 16-szor nyitották meg az SQL leírást, 31-szer nézték meg a tutoriálokat, és mindössze kétszer küldtek e-mailt. A tutoriálok mindegyikét megnyitották egyszer-kétszer, de leginkább az alkérdések használatát tanító tutoriált nézték meg.

Az 5-38. táblázatban a leggyakoribb futási hibákat foglaltam össze. A leggyakoribb két hiba a szintaktikai hiba, mely az SQL utasítások szintaktikai szabályainak nem elégséges ismeretére utal, illetve az érvénytelen oszlopnév, ami azt jelzi, hogy az adatmodellre nem jól emlékeznek a hallgatók. A többi hiba is arra utal, hogy az SQL nyelv szabályait nem ismerik eléggé a hallgatók. Úgy gondoljuk, hogy a hibák számát lényegesen csökkenteni lehetne, ha a rendelkezésre álló leírásokat és oktatóanyagokat gyakrabban használnák a hallgatók.

Hiba leírása	KM3	KDB	MM
Szintaktikai hiba	24,40%	24,1%	32,8%
Hibás kulcsszó	12,70%	17,6%	11,8%
Érvénytelen oszlopnév	36,60%	22,8%	18,8%
Kétértelmű oszlopnév	5,60%	5,7%	2,5%
Nem logikai kifejezés feltételként	6,60%	6,1%	9,8%
Az oszlop nem szerepel aggregát függvény argumentumaként vagy a GROUP BY záradékban	4,30%	8,9%	11,7%

5-38. táblázat Futási hibák gyakorisága

Az 5-39. táblázat adatai szerint a szintaktikailag hibátlan utasítások futtatásának közel felében egyezik csak az eredmény az ideális megoldások eredményével. Az eredmény nem ellenőrizhető, ha az utasítás ORDER BY záradékot tartalmaz, vagy ha a SELECT listája nem egyezik az ideális megoldás SELECT listájával (Czenky, 2014a).

Az ellenőrzés eredménye	KM3	KDB	MM
Rendezés miatt nem ellenőrizhető	14,4%	5,8%	5,4%
A SELECT listákban az oszlopok száma vagy adattípusa nem egyezik	10,9%	11,5%	10,9%
Az eredmények nem egyeznek	25,5%	25,1%	39,2%
Az eredmények egyeznek	49%	57,4%	43,9%

5-39. táblázat Eredmény ellenőrzés

5.6.3 Az SQL oktatóprogram hallgatói értékelése

2012-ben a félév végén rövid kérdőíves felmérést végeztem az SQL oktatóprogramról. A KM3 ($p=0,5069$) és a KDB ($p=0,518$) kurzusoknál a kérdőívet kitöltő hallgatók mintája ugyanolyan eloszlású az év végi érdemjegyek tekintve, mint a teljes kurzus. Az MM kurzusban mindössze öt hallgató válaszolt a kérdéseimre, ez a minta nem olyan eloszlású, mint a teljes kurzus ($p=0,023$).

Megkértem a hallgatókat, hogy ötfokozatú skálán értékeljék az oktatóprogramot. A KM3 kurzus hallgatói 4,75-re értékelték az oktatóprogramot, a KDB kurzus hallgatói 4,85-re, míg az MM kurzus hallgatóinál ez az érték 4,2 volt.

A „Mit tett, ha futtatás során hibajelzést kapott?” kérdésre adott válaszokat az 5-40. táblázatban foglaltam össze.

Válasz	KM3	KDB	MM
áttertem a következő kérdésre	27,27%	0,00%	0,00%
megpróbáltam a hibát segítség nélkül kijavítani	63,64%	100,00%	75,00%
megnéztem a rövid és/vagy hosszú sűgöt	72,73%	85,17%	75,00%
megnéztem a záradékot	63,64%	85,71%	75,00%
megnéztem az SQL leírást	36,36%	14,29%	25,00%
megnéztem a megfelelő tutoriált	0,00%	0,00%	50,00%
abbahagytam a munkát, kiléptem a programból	0,00%	0,00%	0,00%

5-40. táblázat Válaszok a „Mit tett, ha futtatás során hibajelzést kapott?” kérdésre

A táblázat adatai szerint a KDB és az MM kurzusok MSc-s hallgatói tudatosabban dolgoztak, különösen igaz ez az első kurzus hallgatóira. Az KM3 hallgatóinak negyed része feladta a feladat megoldását. Az MM kurzus hallgatói vették igénybe leginkább a segítségüket.

Szöveges értékelést is adtak a hallgatók:

- A program nagyon egyszerűen kezelhető, átlátható és igazán jól használható.
- A programmal eredményesen lehetett felkészülni a zárthelyi dolgozatra.

- Komoly segítséget nyújt a program az SQL nyelv megértéséhez.
- A program használatával jobban átláthatóvá vált számomra az SQL nyelv.
- Jó lenne, ha a zárthelyi dolgozatot is ebben lehetne írni.

A fenti pozitív vélemények mellett jelezték a hallgatók, hogy zavaró volt számukra, hogy a zárthelyi dolgozatot másik adatbázis-kezelő rendszerben, az Accessben kellett írniuk, bár a két adatbázis-kezelő SQL nyelvjárása közti néhány különbségre felhívtam a hallgatók figyelmét.

6 Összefoglalás

Kutatásaimat 2007 és 2013 között végeztem a Szent István Egyetem gépészmérnök, környezetmérnök és műszaki menedzser hallgatók körében. A kutatás kezdetén felmérést végeztem a gépészmérnök hallgatók körében, hogy megismerjem véleményüket az oktatásról, valamint, hogy megtudjam milyen fogalmakat, témaköröket, feladattípusokat és tervezési módszereket tartanak problémásnak. Tanulási szokásaikat két félévben is vizsgáltam, mely elsősorban a számonkérések ütemezésében volt segítségemre.

A vizsgált időszakban fő célkitűzésem egy elméletileg megalapozott, gyakorlatorientált oktatást eredményesebbé tenni részben általam kidolgozott új, részben a szakirodalomból és oktatási gyakorlatból átvett oktatási eszközök és módszerek felhasználásával.

Kidolgoztam egy Moodle kérdésbankot és összeállítottam egy adatmodellezési példatárat. Ezekben újdonság, hogy az elméleti ismeretekre vonatkozó kérdések és a komplett adatmodellek készítését előíró feladatok mellett, a feladatok nagy része kisebb modellezési feladat. Ezek a feladatok a fogalomtanulást, problémamegoldást, az adatmodellezési készség fejlesztését segítik. Az adatbázis-tervezést – E-K modellezés, normalizálás – ingyenes grafikus modellező szoftverek használatával és alternatív normalizálási módszerek kidolgozásával kívántam eredményesebbé tenni. Kidolgoztam két új normalizálási módszert, a függőségi diagram alapján történő, illetve a teszttel történő normalizálást, és alkalmaztam őket az oktatásban. Az adatmodellezés területén kidolgoztam új, az egyed-kapcsolat modell és a relációs modell fogalmai közti összefüggéseket leíró fogalomtérképeket. A fogalomtérképeket általában szemléltetésre használják, többek között adatmodellek leírására vagy adatbázis-kezelő rendszerek fogalmai közti összefüggések megjelenítésére. Az én oktatási gyakorlatomban új, hogy a fogalomtérképeket fogalomrendszerezésre használom. Az SQL nyelv tanulásának támogatására egy új, webes felületen futó SQL oktatóprogramot írtam. Ezt a programot bárhol és bármikor elérhetik a hallgatók. Az oktatóprogram megszünteti azokat a hátrányokat, amit az adatbázis-kezelő rendszerek használata jelent. Többek között támogatás nyújt az utasítás szerkesztéséhez, visszajelzést ad az utasítások eredményének helyességéről, nyelvi leírással és tutoriálokkal segíti a tanulást és hibajelzései is magyar nyelvűek.

Vizsgálatokat végeztem, hogy ezek az eszközök és módszerek szignifikánsan eredményesebbé tették-e az oktatást. Ezeknél a vizsgálatoknál új mutatót és új módszereket is alkalmaztam. A továbbiakban tézisenként foglalom össze az eredményeket.

Az E-K diagram rajzolásakor a kapcsolatokat modellezzik a hallgatók a legtöbb hibával, míg a relációs modellt leíró Bachman diagramoknál a kapcsolatokat, az elsődleges és idegen kulcsokat. 1. tézisem hipotézisei szerint ezeket az elemeket szignifikánsan jobban modellezzik a hallgatók, ha a diagramokat grafikus rajzoló programmal készítik el, mert a programmal történő rajzolás arra készíteti a hallgatókat, hogy jobban átgondolják a feladatot, pontosabban azonosítsák a modellezési alapelemeket, a köztük fennálló kapcsolatokat.

A vizsgálat során egy új mutatót képeztem, hogy modellezési alapelemenként és kulcsonként kapjak egy-egy mérőszámot. A vizsgálatban új az is, hogy nem az ösz-

szesített pontszámokat vizsgáltam, hanem modellezési alapelemenként és kulcsoneként hasonlítottam össze az eredményeket.

Vizsgálatom szerint a programmal rajzolt diagramokon a jelzett elemeket jobban modellezzik a hallgatók, de csak az E-K diagram kapcsolatainak modellezésénél sikerült igazolnom, hogy ez szignifikáns, a Bachman diagramok rajzolásánál nem.

Ennek az eredménynek a következménye lehet, hogy nem használok a továbbiakban az oktatásban grafikus rajzoló programot. Ennek ellentmond az az oktatási gyakorlat, amit én is ismertettem a 2. fejezetben, melynek során intelligens oktatórendszerrel tanítják külföldi intézményekben eredményesen az E-K modellezést. Ellentmond az is, hogy a gépi rajzolásnak az eredményesség mellett még számtalan előnye van:

- a diagramok áttekinthetőbbek,
- a géppel rajzolt diagramok könnyebben javíthatók,
- a programmal rajzolt diagramok ellenőrzése könnyebb,
- a diagramokat egyes grafikus programok képesek ellenőrizni.

Ezen okok és az E-K modellnél bizonyított szignifikánsan jobb eredmény miatt úgy döntöttem, hogy a következő években is géppel kell megrajzolni a diagramokat a házi feladatban, de nem tettem kötelezővé az általam választott programok használatát.

Az eredmény értékeléséhez az is hozzátartozik, hogy a vizsgált minták kicsi elemszámúak, célszerű lett volna a vizsgálatot a következő években megismételni nagyobb létszámú kurzusban. Ezt sajnos nem tudtam megtenni, mert hasonlóan kis létszámú kurzusokat tanítottam, majd az ABK kurzusok tanítása meg is szűnt, a 2010 utáni kurzusoknál pedig nem volt házi feladat.

A 2. tételben hivatkozott adatmodellezési példatár elkészült, és nyomtatásban is megjelent 2010-ben. Feladatai a tanított adatmodellezési témakörök mindegyikét felölelik, és segítik a fogalom- és algoritmustanulást, a modellezési és problémamegoldó készség fejlesztését.

Sikerült igazolnom a 2. tétel hipotézisét, hogy az adatmodellezési példatár segítségével készülő hallgatók a zárthelyi dolgozatban szignifikánsan jobb eredményeket értek el, mint azok a hallgatók, akik az elektronikus tesztek segítségével készültek.

Vizsgálatom következménye az lehetne, hogy csak a példatárat használom a továbbiakban az oktatásban, az elektronikus tesztek nem. Két ok miatt van továbbra is helye az elektronikus teszteknek az oktatásban. Egyrészt mivel a hallgatóknak a vizsgán is tesztet kell megoldaniuk, lehetőséget kell adni a hallgatóknak, hogy ezt a számonkérési módot kipróbálják. Másrészt a hallgatók körében végzett felmérés szerint a hallgatók több mint fele mindkét felkészülési módot hasznosnak tartja. Azok közül a hallgatók közül, akik csak az egyik felkészülési módot jelölték meg, kicsivel többen tartották hasznosnak a példatárat. A hallgatók kétharmada mindkét felkészülési módot javasolná későbbi évfolyamok hallgatóinak. Közel egyforma azon hallgatók aránya, akik csak az egyik vagy csak a másik felkészülési módot ajánlják a leendő hallgatóknak.

Oktatási gyakorlatomban így továbbra is mindkét felkészülési mód támogatott, bár kétségtelen, hogy a példatárnak nagyobb a súlya, de kurzustól függően továbbra is rendelkezésére áll a hallgatóknak 1-5 gyakorló Moodle teszt.

A 3. tézisemhez kapcsolódó vizsgálatokban új, hogy nem a teszteredményeket, hanem a feladat típusonként és témakörönként besorolt kérdések eredményeit hasonlítottam össze. Új továbbá, hogy a statisztikai vizsgálatok mellett adatbányászati vizsgálatot is végeztem. Nevezetesen döntési fák felállításával válaszoltam meg azt a kérdést, hogy mely feladat típusok és témakörök a legproblémásabbak a hallgatók számára. Vizsgálatomban új az is, hogy nemcsak a tesztek eredményeinek, hanem a kérdésenkénti eredményeknek az eloszlását is megvizsgáltam.

3. tézisem azon hipotézisét, hogy a Moodle kérdésbank kérdései számának és a tesztek számának növelése után szignifikánsan jobbák lettek az eredmények az összes tesztet figyelembe véve, mint a kérdésszám növelése előtt, sikerült igazolni. A kurzusok zárthelyi tesztjeinek eredményeire ez nem mondható el.

A nyomtatott példatárból készülő hallgatók zárthelyi eredményeinek átlaga jelentősen nagyobb, szórása kisebb, mint az elektronikus tesztekkel készülő hallgatók zárthelyi eredményeinek hasonló adatai. A tézis azon hipotézisét is igazolni tudtam, hogy az elektronikus tesztekkel készülő kurzus zárthelyi eredményeinél a példatárral készülő kurzus zárthelyi eredményei szignifikánsan jobbák.

Vizsgálataim azt mutatták, hogy a témakörök közül a függőségek és a normalizálás tanítása a legproblémásabb. A feladat típusok közül a fogalomrealizálás a legrosszabb eredményű. Ugyanezt az eredményt kaptam a döntési fák segítségével, melylyel meg tudtam határozni, hogy az egyes témakörökben és feladat típusokban milyen eredmény várható. A fentebb felsorolt problémás területeken a várható pontszám 0, míg a többi területen 1.

A döntési fák eredményei arra ösztönöztek, hogy megvizsgáljam a kérdésenkénti pontszámok megoszlását, és próbáljam meghatározni e pontszámok eloszlását. Sikerült bizonyítanom, hogy a vizsgált kurzusok homogén tesztjei kérdésenkénti pontszámainak többsége béta eloszlású.

Vizsgálatom következménye az lehet, hogy egyrészt a Moodle kérdésbankot bővítem a függőség és a normalizálás témakörökbe tartozó kérdésekkel, valamint fogalomrealizálási feladatokkal. Ezt a példatárnál csak egy újabb kiadás esetén tudom megtenni. Másrészt alternatív normalizálási módszerek használatával próbálom a normalizálás tanulásának eredményességét javítani.

Vizsgálatom további következménye, hogy a kérdésenkénti pontszámok eloszlásának ismerete lehetőséget ad arra, hogy a becsült eloszlás alapján meghatározzam, hogy egy adott tesztnél egy adott pontszámot milyen valószínűséggel érnek el a hallgatók.

Megrajoltam a 4. tézisben hivatkozott adatmodellezési fogalomtérképeket, melyek az adatmodellezési fogalmak közti összefüggéseket és a fogalmak közti hierarchikus kapcsolatokat jelenítik meg.

Sikerült igazolnom 4. tézisem hipotézisét, hogy a fogalomrendszerezés eredményességét növeli, ha fogalomhierarchiák és Venn diagramok helyett az informálisabb fogalomtérképeket használom a fogalomrendszerezéshez.

Vizsgálatom eredménye mellett el kell mondani, hogy a fogalomtérképek használatának vannak előnyei a hierarchikus és a Venn diagrammal történő osztályozással szemben:

- hierarchikus osztályozással vagy Venn diagrammal sem lehet leírni bizonyos összefüggéseket, mert azok nem a fogalmak alá-, fölé- vagy mellérendeltségi

kapcsolatát írják le, például a modellezési alapfogalmak között, relációs táblázattal kapcsolatos fogalmak között,

- egyes fogalmakat több szempont szerint lehet osztályozni, de ezeket csak több önálló hierarchiával lehet leírni, például tulajdonságok; ezzel szemben a fogalomtérképekkel leírható a több szempont szerinti osztályozás is,
- a fogalomtérképek előnye, hogy azon megjelennek az osztályozás szempontjai is,
- a fogalomtérképeken olyan információk is megjelenhetnek, amik a hierarchikus osztályozásnál nem, például a fogalmakra tett megszorítások (Czenky, Kormos, 2014).

Vizsgálatom következménye, hogy megtartom a jelenlegi oktatási gyakorlatot és a fogalomtérképeket használom továbbra is a fogalomrendszerezésre.

5. tézisemhez kapcsolódóan bemutattam, hogy a relációs táblázatok oszlopai között fennálló funkcionális és többértékű függőségeket grafikusán megjelenítő függőségi diagramok segítségével a normalizálás teljes folyamata végrehajtható, beleértve a lezárt meghatározását is. Az eljáráshoz módosítottam a függőségi diagramot megrajzolását. A függőségi diagram rajzolásakor a bal szélső oszlopban nem csak az elsődleges kulcsot tüntetem fel, hanem azt a szuperkulcsot, melytől a többi attribútum függ. Ezzel elérem, hogy nem kell a BCNF-et sértő funkcionális függőség kiemelésével kezdeni a normalizálást, és elkerülhető az esetleges függőség elvesztése is. Bemutattam azt is, hogy összeállíthatók olyan Moodle tesztek, amelyek alkalmasak a normalizálás folyamatának gyakoroltatására.

A legnagyobb létszámú kurzusnál igazolni tudtam mindhárom alternatív normalizálási módszer (normalizálás függőségi diagram alapján, normalizálás tesztel, cookbook módszer) esetén 5. tézisem hipotézisét, hogy az alternatív módszerekkel szignifikánsan jobban normalizálnak a hallgatók. Ugyanezt a kis létszámú kurzusoknál nem sikerült igazolni.

Vizsgálatom során úgy találtam, hogy a hagyományos módszer és a tesztel történő normalizálás eredményei között nincs kapcsolat. A hagyományos és a függőségi diagrammal történő normalizálás eredményei között közepes erősségű, míg a hagyományos és a cookbook módszer eredményei között erős kapcsolat van. Azok a hallgatók, akik jobb eredményt értek el a hagyományos módszerrel, jobb eredményt értek el a cookbook módszerrel is.

A döntési fák adatai szerint a hagyományos módszerrel elért bármilyen eredmény esetén jó vagy jeles eredmény várható a függőségi diagrammal történő normalizáláskor. Továbbá azok a hallgatók, akik jobban hajtották végre a hagyományos normalizálást, rosszabbul oldották meg a tesztet. A társítási szabályok keresése részben igazolta a döntési fák adatait, részben azt jelzi, hogy akik a legjobb eredményt érték el a hagyományos módszerrel, némileg rosszabb eredményt értek el a cookbook módszerrel.

Vizsgálatom következménye, hogy ezután is megtartom a jelenlegi oktatási gyakorlatot, továbbra is tanítom a vizsgált alternatív normalizálási módszereket.

Az SQL oktatóprogramot megírtam, webes felületen fut a tanszék egy éjjel-nappal működő szerverén, így a hallgatók bármikor használhatják.

Egy kurzus esetén bizonyítani tudtam 6. tézisem azon hipotézisét, hogy az SQL oktatóprogrammal tanuló hallgatók zárthelyi dolgozat eredményei szignifikánsan

jobbak, mint azoknak a hallgatóknak a zárthelyi eredményei, akik nem használták az oktatóprogramot.

Az SQL oktatóprogram naplótáblája adatainak elemzésével részletes információt kaptam

- kérdésválasztás és futtatás számáról,
- adatbázis leírás és adatbázis diagram megjelenítési gyakoriságáról,
- kérdésválasztások számáról kérdéskategóriánként,
- súgó- és záradékmegjelenítés gyakoriságáról,
- futtatási hibák gyakoriságáról,
- a lekérdezések eredménye ellenőrzéséről.

A naplótábla adatai azt mutatták, hogy az összes futtatás közel fele szintaktikailag hibás, és az összes futtatásnak csak közel harmada hibátlan és eredményét tekintve jó. Ezt az utolsó adatot összehasonlítva a kérdésválasztás darabszámával, azt látható, hogy a kérdések közel 30%-nál feladja a hallgató, nem jut el a helyes megoldáshoz. Az adatbázis leírást átlagosan a bejelentkezések 26%-ban, az adatbázis diagramot a 36%-ban nyitották meg a hallgatók. Ez utóbbi lehet a magyarázata annak, hogy az egyik leggyakoribb hiba futtatáskor az érvénytelen oszlopnév. A naplótáblázat adatai azt mutatták, hogy a hallgatók a lekérdezések szerkesztését az első kérdéseknél kezdték és az SFW típusú kérdésekből oldották meg a legtöbbet. A hallgatóknak csak kis része jutott el a csoportosítás, a join és az alkérdés kérdéseikhez. A súgót a hallgatók kevesebb, mint negyede tekintette meg, a záradék megtekintés 60% körüli, illetve a feletti volt. A leggyakoribb két futási hiba a szintaktikai hiba, mely az SQL utasítások szintaktikai szabályainak nem elégséges ismeretére utal, illetve az érvénytelen oszlopnév, ami azt jelzi, hogy az adatmodellre nem jól emlékeznek a hallgatók. A többi hiba is arra utal, hogy az SQL nyelv szabályait nem ismerik eléggé a hallgatók. A lekérdezés eredmények ellenőrzése azt mutatta, hogy a szintaktikailag hibátlan utasítások futtatásának közel felében egyezik csak az eredmény az ideális megoldások eredményével.

Jó gyakorlatnak bizonyult az oktatóprogram bevezetése az oktatásba, a hallgatók szívesen és eredményesen dolgoztak az oktatóprogrammal. Ezt jelzi a hallgatók értékelése és szöveges véleménye. Vizsgálatom következménye, hogy az SQL oktatóprogramot továbbra is használhatják a hallgatók.

Összességében elmondhatom, hogy azokat az oktatási eszközöket és módszereket, melyek eredményesebbé tették a tanítást továbbra is meg kell tartani az oktatásban.

A következő években bővíteni lehet a Moodle kérdésbankot, meg lehet vizsgálni, hogy a fogalomtérképeket használni lehet-e az oktatás más területein is, például az SQL nyelv tanításában. Javítani és új funkciókkal bővíteni lehet az SQL oktatóprogramot, további alternatív normalizálási módszereket lehet keresni és megvizsgálni az oktatásba történő bevezethetőségüket, ezáltal még eredményesebbé téve az oktatást.

7 Summary

At Szent István University I executed my research between 2007 and 2013 among the mechanical engineer, environmental engineer and engineering manager students. At the beginning of the research I conducted a survey among the mechanical engineering students to get acquainted with their opinion about the education and to know which concepts, topics, task types and design methods do they find problematic. I examined their learning habits over two semesters which primarily assisted me in timing of exams.

In the examined period my main goal was to make a theoretically well established, practice-oriented education even more efficient using tools and methods partly self-developed and partly taken from technical literature and educational practice. I have developed a Moodle question bank and compiled a data modelling exercise book. The novelty about them beside the questions related to theoretical knowledge and tasks which require the creation of a whole data model is that most of the questions are smaller modelling tasks. These tasks support the concept learning, the problem solving and the development of data modelling abilities. I wished to make database design – E-R modelling and normalization – more efficient using free of charge graphical modelling software and developing alternative normalization methods. I developed two new alternative normalization methods namely the normalization based on dependency diagram and normalization with test and applied them in the education. On the field of data modelling I have drawn new concept maps describing relationships between concepts of entity-relationship and relational models. Concept maps are usually used for demonstration of data model descriptions or for visualization of relations among the concepts of database management systems. In my educational practice it is novelty to use concept maps for concept systematization. I wrote a new SQL tutoring system running on web surface to support the learning of SQL language which can be accessed by students any time and from any place. The tutoring system terminates the disadvantages caused by the use of database management systems. Among others it provides support for editing statements, sends feedback about correctness of the result of statements and supports the learning with language documentation and tutorials and its error messages are in Hungarian. The purpose of my analysis was to prove if these tools and methods significantly improved the education. At these analyses I applied new index and new methods. Hereinafter I summarize the result by theses.

Students make the most mistakes at modelling relationships in case of drawing E-R diagrams, while at drawing Bachman diagrams describing relational model they model the relationships, the primary and the foreign keys worst. According to the hypothesis of my first theses students model these elements significantly better if they draw diagrams with graphical drawing programs, because drawing with program inspires them to think over the problem better and to identify basic modelling elements and existing relationships among them more precisely.

In the course of the examination I composed a new index to get a new index-number by basic modelling elements and keys. It is new in the analysis that I did not exam-

ine summarized scores but I compared the results by basic modelling elements and keys.

By my examination, on the diagrams drawn with program students model the signed elements better, but significant difference I managed to prove only at modelling relationships of E-R diagrams, not in case of drawing Bachman diagrams.

As a consequence of this result I may suspend using graphical drawing programs in the education. It contradicts to the educational practice I introduced in the 2nd chapter in which in foreign institutes E-R modelling is taught by intelligent tutoring systems in an effective way. It is also contradictory that drawing with computer has countless further advantage beside the efficiency:

- the diagrams are more clear-cut,
- the diagrams drawn with computer are more easy to revise,
- the diagrams drawn with program more easy to verify,
- some graphic programs are able to verify the diagrams.

Because of these reasons and the proved significantly better result in E-R modelling I decided that in next years the students will have to draw the diagrams with computer program at home work, but I did not make obligatory the use of program selected by me.

It belongs to the assessment of results that the examined samples include low number of students. It would have been expedient to repeat the analysis in the following semesters in courses with higher headcount. Unfortunately it could not be done as the headcount was similarly low in my following courses too and later the teaching of ABK courses was discontinued, and at the courses after 2010 there was no home work.

The data modelling exercise book referred in 2nd theses was finished and published in 2010. Its tasks cover all taught data modelling topics and support the concept and algorithm learning, the development of modelling and problem solving abilities.

I succeeded in proving the hypothesis of 2nd thesis that students preparing with data modelling exercise book achieved significantly better result than students preparing with electronic tests.

The consequence of my examination may be that henceforth I use only the data modelling exercise book in education and the electronic tests do not. There are two reasons of still using electronic tests in education. One is that students have to solve test in the exam too therefore should an opportunity for trial is necessary to be offered. On the other hand according to a survey conducted among students more than half of them consider both ways of preparation useful. Out of those students who marked only one of the ways useful chose more the exercise book. 2/3 of the students recommend both ways of preparation for the students of following semesters. The proportion of those students who recommend only one or the other kind of preparation type for future students are near equal.

Henceforth in my education practice both preparation types remained accepted although there is no doubt that exercise book plays a greater role. Depending on the course 1-5 Moodle tests are still available for students

It means a new approach in the examinations related to 3rd theses that I compared not only test results but the results of the questions classified by task types and topics. Furthermore beside statistical analysis I added data mining examinations too.

Namely the question of what task types and topics were most problematic for students I answered by making decision trees. In my examination it is also new that I examined not only the distribution of results but the distribution of results by questions too.

Considering all tests I succeeded in proving the hypothesis of the 3rd thesis that after increasing the number of questions of Moodle question bank and tests the results have become significantly better. Though the same I cannot be claimed for the result of exam tests.

The mean of results of the exam test of those students who prepared with the help of printed exercise book is remarkably higher the standard deviation is lower than the counterpart data of the exam result of those students who prepared with electronic tests. I also managed to prove the hypothesis of the thesis that the exam results of the course prepared with exercise book are significantly better than the results of the course prepared with electronic tests.

My examinations showed that out of all topics the teaching of dependences and normalization were the most problematic. Among the task types the concept realization had the worst result. I got the same result with the help of decision trees, with which I could determine what result was expectable in topics and task types. In problematic areas listed above the expected score is 0 while in other 1.

The results of the decision trees inspired me to check the distribution of the scores achieved by questions. At examined courses I managed to prove that the main part of question scores of homogeneous tests has beta distribution.

The consequence of my examination may be that I should improve the Moodle question bank with questions related to dependences and normalization topics and concept realization tasks. Within case of the exercise book this can happen only at the new edition. On the other hand I can try to improve the efficiency of learning normalization with using alternative normalization methods.

Further consequence of my examination is that knowing the distribution of question scores enables me based on the estimated distribution to determine that in case of a certain test a certain achieved score is reached at what level of probability. I drawn the data modelling concept maps referred in 4th thesis which describe connections and hierarchical relationships between data modelling concepts.

I succeeded in proving the hypothesis of 4th thesis that it increases the efficiency of concepts systematization if I use more informal concept maps to concept systematization instead of concept hierarchies and Venn diagrams.

Beside the result of my examination we have to say that the use of concept maps has several advantages compared to the hierarchical classification and classification with Venn diagram:

- in hierarchical classification or with Venn diagram you cannot describe some connections because they do not describe the subordinate, superior or coordinate contact of concepts, for example between basic concepts of data modelling or between concepts related to table concept of relational model,
- the concepts can be classified according to several aspects, but these can only be described with more individual hierarchy, for example attributes, while with the help of concept maps more classification aspects can be described,

- the advantage of concept map is that the view-points of the classification also appear,
- concept maps can include information which cannot appear in hierarchical classification, for example the restrictions done for the concepts (Czenky, Kormos, 2014).

As a consequence of my examination I do further continue the present educational practice and I use the concept maps for concept systematization in the future.

In connection with the 5th thesis I demonstrated that using dependency diagrams visualizing graphically the functional and multivalued dependences existing between columns of relational tables you can execute the whole process of normalization including the determination of the closure. For the procedure I modified the drawing of the dependency diagram. At drawing of dependency diagram I marked not only the primary key in the first left column but also included the super key of which the other attributes depend. This ensures that the normalization should not be begun with taking out the functional dependency violating the BCNF and you can avoid the loss of dependency. I also represented that you can compile Moodle tests which are suitable for practicing the full process of normalization.

At the course with the highest headcount in case of all three alternative normalization methods (normalization by dependency diagram, normalization with test and cookbook method) I managed to prove the hypothesis of 5th thesis that students normalize significantly better with alternative normalization methods. I could not prove the same at the small headcount courses.

During my examination I found that there is no relationship between the results of the conventional normalization and normalization with test. There is medium intensity relation between the results of conventional normalization and normalization by dependency diagram, while there is strong relationship existing between the result of conventional and cookbook method. Those students who achieved better result with conventional method achieved better result with cookbook method too.

According to data of decision trees in case of any result achieved with conventional method you can expect class or first mark at normalization by dependency diagram. Furthermore those students who executed better the conventional normalization achieved worse results at the test. The finding of association rules partly proved the data of decision trees, while partly indicates that those who achieved the best result with conventional method got slightly worse result with cookbook method.

The consequence of my examination is that I insist on the present educational practice and teach the examined alternative methods henceforward.

I wrote the SQL tutoring system which runs on web surface of a server of department operated day and night so students can use it anytime.

In case of one course I succeeded in proving the hypothesis of the 6th thesis that the exam results of students prepared with SQL tutoring system are significantly better than the exam results of those students who did not use it.

Analysing the data of log table of SQL tutoring system I got detailed information about

- the number of question selection and running,
- the frequency of viewing database description and database diagram,
- the number of question selection by question category,

- the frequency of viewing help and clauses,
- the frequency of running errors,
- the verification of the result of the queries.

The data of the log table showed that almost half of the total running is syntactically incorrect and only near one third of total running is errorless and has good result. Comparing the latter data with the number of question selection you can see that in case of almost 30% of the questions the students gave up and do not get to the correct solution. Students opened the database description on average in 26% of logins while the database diagram in 36%. This can explain that at running the most frequent error was the invalid column name. The data of the log table showed, that students began editing the queries with the first questions, and solved most questions from SFW type. Only a minor part of the students got to the questions of grouping, join and subselect. Less than $\frac{1}{4}$ of students viewed the help while the number of viewing clauses was 60% or above. The two most frequent running errors were syntax error which refers to the not satisfactory knowledge of syntactical rules of SQL statements and invalid column name which indicates that students do not remember the data model properly. Other errors also imply that students do not have satisfactory knowledge about the rules of SQL language. The verification of the results of the queries showed, that the result corresponded to the result of the ideal solution only at almost half of the running of syntactically errorless statements.

It proved to be a good practice to introduce tutoring system into education, students worked with tutoring system gladly and effectively. This is indicated by the assessment of students and their written opinions. As a consequence of my examination students can use the SQL tutoring system also in the future.

Finally I can say that those educational tools and methods which made teaching more effective should be kept henceforward. In the following years the Moodle question bank can be improved, and we can examine if the use the concept maps can be introduced in other fields of education for example in the teaching of the SQL language. SQL tutoring system can be improved and broadened with new functions, further alternative normalization methods can be identified and it can be examined if they can be introduced into education, in order to make the education even more efficient.

Irodalomjegyzék

- Ambrus, A. (1995). Bevezetés a matematika didaktikába ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- AlAjmi, M., Shakir, K. (2013) Data Mining In Learning Management System Utilizing Moodle, Proceedings of INTED2013.
- Allen, S., Terry, E. (2005). Beginning Relational Data Modeling, Apress, Berkeley.
- Arruarte, A., Calvo, I., Elorriaga, J. A., Larrañaga, M., Conde, A. (2014). Collaborative and Multilingual Approach to Learn Database Topics Using Concept Maps, The Scientific World Journal, Volume 2014, Article ID 654397, 8 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/654397>.
- Atzeni, P., Ceri, S., Paraboschi, S., Torlone, R. (1999). Database Systems - Concepts, Languages and Architectures, McGraw-Hill, <http://www.webml.org/dbbook/>, (Goodle, 2014.08.03).
- A Venn- diagram és alkalmazása (2014). <http://www.refkol.ro/foiskola/Masodik%20fokozati%20vizsga%20temakorei/> (Google, 2014.12.14).
- Babo, R., Azevedo, A. (2013). Planning and Implementing a new Assessment Strategy using an e-Learning Platform, Proceedings for the 12th European Conference on eLearning: ECEL 2013 Ed.: Dr Mélanie Ciussi, Dr Marc Augier, pp. 8-16.
- Barabás P., Kovács, L., Szűcs, M. (2011). Adatbázis példatár, Miskolci Egyetem, Általános Informatikai Tanszék, Kelet-Magyarországi Informatika Tananyag Tárház, www.inf.unideb.hu/kmitt/konvkmitt/adatbazis_peldatar/book.xml.html, http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0046_adatbazis_peldatar/adatok.html.
- Barnes, S., Kuzma, J. (2009). Empirical study in teaching first-year database students, 7th International Workshop on Teaching, Learning and Assessment of Databases, 6 July 2009, University of Birmingham.
- Békessy, A., Demetrovics, J. (2005). Adatbázis-szerkezetek, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bhamidipati, K. (1999). SQL programozói referenciakönyv, Panem, Budapest.
- Blanco, M., Ginovart, M. (2012). "On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses". In: "Mathematical e-learning". Universities and Knowledge Society Journal (RUSC). vol. 9, no. 1. pp. 354-370, <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-blanco-ginovart/v9n1-blanco-ginovarteng>.
- Bock, D. B. (1997). Entity-Relationship Modeling and Normalization Error, Journal of Database Management, Issue 1, 1-9.
- Buza, A. (2012). Az adatbázis-kezelés alapjai, Dunaújvárosi Főiskolai Kiadó, Dunaújváros.
- Cañas, A. J., Coffey, J. W., Carnot, M. J., Feltovich, P., Hoffman, R. R., Feltovich, J., Novak, J. D. (2003). A Summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support. Report from the Institute for Human and Machine Cognition. Pensacola, FL.
- Celko, J. (2002). SQL felsőfokon, Kiskapu Kiadó, Budapest.

- Chen, P. (1976). The entity-relationship model-Toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems* 1, 1 (Mar.), 9-36.
- Chilton, M. A., McHaney, R., Chae, B. (2006). Data modeling education: The changing technology, *Journal of Information Systems Education*, 17(1), 17-20.
- Chung, P. T. (2006). Database System I., http://myweb.brooklyn.liu.edu/pchung/CS148_F06_HW4.html, (Google, 2014.11.2).
- CIS 480 – Database Management Systems (2014). <http://cobhomepages.cob.isu.edu/parkerkr/courses/CIS4480/conceptMap/> (Google, 2014.12.14).
- Claxton, J., McDougall, P.A. (2000). Measuring the Quality of Models, <http://www.tdan.com/view-articles/4877/> (Google, 2014.11.2).
- Codd, E. (1970). A relational model for large shared data banks. *Communications of the ACM* 13, 6 (June), 377-387.
- Coleman Prior, J. (2003). Online Assessment of SQL Query Formulation Skill, *Proceedings of the fifth Australasian conference on Computing education*, 2003, Vol. 20, 247-256.
- Constantino-González, M., Suthers, D. D. (2001). Coaching Collaboration by Comparing Solutions and Tracking Participation, *European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning*, *Proceedings of the First European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning*, Maastricht, 173-180.
- Cope, R. T., Kolen, M. J. (1990). A Study of Methods for Estimating Distributions of Test Scores, *ACT Research Report Series*, 1990. 5.
- Coronel, C., Morris, S. (2013). *Database Systems: Design, Implementation, & Management*, Cengage Learning.
- Czenky, M. (2001). *Adatmodellezés, SQL és Access alkalmazás*, ComputerBooks Kiadó, Budapest.
- Czenky, M. (2005). *Adatmodellezés, SQL és Access alkalmazás, SQL Server és ADO*, ComputerBooks Kiadó, Budapest.
- Czenky, M. (2008a). Adatbázis-kezelés oktatás hallgatói szemmel, *Informatika a felsőoktatásban 2008 Konferencia*, Debrecen, p. 9, <http://www.agr.unideb.hu/if2008/kiadvany/papers/A45.pdf> (Google, 2012.01.27).
- Czenky, M. (2008b). Hallgatók tanulási szokásainak és eredményességének elemzése, *Agria Média 2008 Konferencia*, szerkesztette: Dr. Nádasi András, lektor: Dr. Falus Iván, Dr. Kotschy Beáta, EKF Líceum Kiadó, 324-341.
- Czenky, M. (2008c). Adatbázis-kezelés oktatása a Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karán, *Gép folyóirat Mérnök-informatika különszám*, XIX. Évfolyam, 2008/3, 3-6.
- Czenky, M. (2008d). Az SQL nyelv tanítása, *Proceeding of I. Informatika Szakmódszertani Konferencia*, Szombathely, CD.
- Czenky, M. (2009). Graphical Programs in the Teaching of the Database Management (Grafikus programok az adatbázis-kezelés tanításában), *Journal of Applied Multimedia*, 4. / IV. /2009, www.jampaper.eu (JAM090403e.pdf, JAM090403h.pdf).
- Czenky, M. (2010a). *Adatmodellezési példatár*, ComputerBooks, Budapest.
- Czenky, M. (2010b). Hallgatói tevékenységek elemzése a Moodle naplófájljai alapján, *MoodleMoot 2010 Konferencia*, Gödöllő, poszter bemutató.

- Czenky, M. (2010c). Moodle tesztek használatának eredményesség vizsgálata, II. Oktatás-Informatikai Konferencia Tanulmánykötet, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 59-64.
- Czenky, M. (2010d). Normalization based on dependency diagram, Teaching Mathematics and Computer Science, 8 1. 121-132.
- Czenky, M. (2011). The Examination of the Efficiency of the Teaching of SQL, Kitekintés-Perspective, XV. évfolyam, különszám, Békéscsaba, 244-252.
- Czenky, M. (2012) Teaching of database programming for mechanical engineering students, Proceedings of the 8th International Conference on Applied Informatics, Eger, Hungary, 2010. január 27-30, (ISBN 978-963-9894-72-3), editor: Attila Egri-Nagy, Emőd Kovács, Gergely Kovásznai, Gábor Kusper, Tibor Tómacs, BVB Nyomda es Kiadó Kft, Eger, 2012, Volume 1, pp. 411-421 - IOPORT.06073694.
- Czenky, M. (2013). Electronic Test or Printed Exercise Book? Which Individual Mode of Preparation is More Effective?, International Journal of Engineering Pedagogy, Volume 3, Issue 1, pp. 12-18, <http://online-journals.org/index.php/ijep/article/view/2306>, <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v3i1.2306>.
- Czenky, M. (2014a). How Do the Engineer Students Learn the SQL Language?, International Journal of Engineering Pedagogy, Volume 4, Issue 1, pp. 18-23, <http://journals.sfu.ca/onlinejour/index.php/i-jep/article/view/3207>, <http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v4i1.3207>.
- Czenky, M. (2014b). The Efficiency Examination of Teaching of Different Normalization Method, International Journal of Database Management Systems (IJDMS) Vol. 6. No. 2. April 2014, 1-18, <http://airccse.org/journal/ijdms/papers/6214ijdms01.pdf>, DOI: 10.5121/ijdms.2014.620.
- Czenky, M. (2014c). Moodle tesztek eredményeinek eloszlás vizsgálata, VI. Oktatás-Informatikai Konferencia Tanulmánykötet, Budapest, szerkesztő/szakmai lektor: Ollé János, 220-235.
- Czenky, M. (2015). An Examination of the Effectiveness of Teaching Data Modelling Concepts, International Journal of Database Management Systems (IJDMS) referált folyóirat által elfogadva.
- Czenky, M., Kormos, J. (2014). Concept systematization with concept maps in data modelling, Teaching Mathematics and Computer Science, közlésre elfogadva 2014. április.
- Daro, I., Nagy-Szakál, Z. (2000). Adatbázis-kezelés, Kossuth Kiadó
- Darwen, H. (2014). Exercises on Relational Database Theory, <http://bookboon.com/en/exercises-on-relational-database-theory-ebook>.
- Date, C. J. (1990). An Introduction to Database System, Addison - Wesley Publishing Company, New York.
- Dekeyser, S., de Raadt, M., Lee, T. Y. (2007). Computer assisted assessment of SQL query skills, ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 242, Proceedings of the eighteenth conference on Australasian database - Volume 63, Ballarat, Victoria, Australia, 53 – 62.
- Defining Quality Metrics (2014), pr.hec.gov.pk/Chapters/347S-7.pdf, (Google, 2014.11.2).

- Demetrovics, J., Molnár, A., Thalheim, B. (2007). Relációs adatbázisok funkcionális függőségi rendszereinek grafikus axiomatizációja, *Alkalmazott matematikai Lapok*, 24, 223-264.
- Douglas, P., Barker, S. (2004a). Dependency Theory E-Learning Tool, *Proceedings of the International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'04)*, 151-155.
- Douglas, P., Barker, S. (2004b). A Logic Programming E-Learning Tool For Teaching Database Dependency Theory, *Proceedings of the First International Workshop on Teaching Logic Programming: TeachLP 2004*, 12, 71-80.
- Elmasri, R., Navathe, S. B. (1994). *Fundamentals of database systems*, Benjamin/Cummings, Redwood City, California.
- Enright, J., Chu, B., Zaïane, O. R. (2008). Intelligent Functional Dependency Tutoring Tool, http://www.researchgate.net/publication/228980709_Intelligent_Functional_Dependency_Tutoring_Tool, (Google, 2014.08.20).
- Falus, I. (szerk.) (2003). *Didaktika, elméleti alapok a tanulás tanításához*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Fazekas, I. (szerk.) (2009). *Bevezetés a matematikai statisztikába*, Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Fisher, I. E. (2011) *The Application of Concept Maps to the Instruction of Accounting Information Systems*, *Review of Business Information Systems*, Volume 4, Number 4, pp. 25-32.
- Gulutzan, P., Pelzer, T. (2003). *SQL teljesítményfokozás*. Kiskapu Kiadó.
- Gajdos, S. (2006). *Adatbázisok*, Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- Gyurkó, Gy. (2011). *Informatikus szakmai ismeretek példatár*, BGF, Budapest
- Halassy, B. (1994). *Az adatbázis tervezés alapjai és titkai*, IDG Magyarországi Lapkiadó Kft, Budapest.
- Hall, L., Gordon, A. (1998). A Virtual Learning Environment for Entity Relationship Modelling, *Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education*, 345-349.
- Han, J., Kamber, M. (2004). *Adatbányászat: koncepciók és technikák*, Panem, Budapest.
- Hartmann, S., Link, S. (2006). On a problem of Fagin concerning multivalued dependencies in relational databases, *Theoretical Computer Science* 353, 53 – 62.
- Healey, R. G. (1991). Database Management Systems. in *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (edited Maguire, D. J., Goodchild, M. F., Rhind, D. W.) Longmans: London. 251-267.
- Hunyadi, L., Mundroczó, Gy., Vita, K. (2000). *Statisztika*, Aula, Budapest.
- Hutter, O., Magyar, G., Mlinarics, J. (2005). *E-learning 2005*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Kátai, Z., Nyakóné Juhász, K., Zsakó, L. (2008). Mivel foglalkozik az Informatika szakmódszertan?, *Informatika a felsőoktatásban 2008 Konferencia*, Debrecen.
- Katona, E. (2013). *Adatbázisok*, Szegedi Tudományegyetem, Informatikai Tanszékcsoport, 2013, <https://www.inf.u-szeged.hu/~katona/adatb.htm>, (Google, 2014. 08.03).

- Kearns, R., Shead, S., Fekete, A. (1997). A teaching system for SQL. In Proceedings of the 2nd Australasian Conference on Computer Science Education. (Melbourne, Australia, 2 - 4 July 1997), 224 - 231.
- Keberle, N. G., Utkin, I. V. (2012). Teaching Conceptual Modeling in ER: Chen Worlds, ICTERI 2012 CEUR-WS Vol. 848, 222-227.
- Kende, M., Kotsis, D., Nagy, I. (2002). Adatbázis kezelés az ORACLE rendszerben, Panem, Budapest.
- Kende, M., Nagy, I. (2005). Oracle példatár, Panem, Budapest.
- Kennedy, D. (2000). Database Design and the Reality of Normalisation, Proceeding of the 13th Annual Conference of the NACCCQ, Wellington, July 2000, http://www.in-site.co.nz/misc_links/papers/kennedy167.pdf, (Google, 2010.01.31).
- Király, Z. (2007). Adatbázis-kezelés példatár: Access programmal az Office XP-ben, DF Kiadói Hivatal, Dunaújváros
- Kolmogorov-Szmirnov próba kritikus értékeinek táblázata (2014). http://www.cas.usf.edu/~cconnor/colima/Kolmogorov_Smirnov.htm (Google, 2014.08.02).
- Kotzer, S., Elran, Y. (2012). Learning and teaching with Moodle-based E-learning environments, combining learning skills and content in the fields of Math and Science & Technology, Proceedings of 1st Moodle Research Conference, Heraklion, Crete-Greece, September, 14 - 15, 2012, pp. 122-131.
- Kovács, L. (2004). Adatbázisok tervezésének és kezelésének módszertana, ComputerBooks, Budapest.
- Kozminsky, L., Nathan, N., Kozminsky, E. (2008). Using Concept Mapping to Construct New Knowledge while Analyzing Research Data: The Case of the Grounded Theory Method, Proceedings. of the Third International Conference on Concept Mapping, A. J. Cañas, P. Reiska, M., Åhlberg, J. D. Novak, Eds. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, Volume 2, 704-708.
- Környezetmérnök BSc tantárgyi tematikáinak forrásai, (2014) (Google, 2014.06.20): <http://mki.rkk.uni-obuda.hu/tantargyak/kip-bsc>
http://kornyezet-bsc.pmmik.pte.hu/data/2011/0404/535/bsc_kornyezetmernok2010.pdf.
- Környezetmérnök MSc tantárgyi tematikáinak forrásai, (2014) (Google, 2014.06.21): <http://www.ch.bme.hu/oktatas/targyak/>
http://www.eng.unideb.hu/index.php?pageid=halo_kornyezetmernoki_mesterszak
http://www.mfk.uni-miskolc.hu/3_g_iiiiiii.html
<http://www.emk.nyME.hu/index.php?id=2633&L=1&id=2633>
http://pe.targygraf.hu/kornyezetmernok_msc
<http://www2.sci.u-szeged.hu/kti/oldal/kornyezet.php?ID=34>.
- Kung, H. J., Tung, H. L. (2006a). A Web-Based Tool to Enhance Teaching / Learning Database Normalization, in Proceedings of the 2006 Southern Association for Information Systems Conference, 251-258.
- Kung, H. J., Tung, H. L. (2006b). An Alternative Approach to Teaching Database Normalization: A Simple Algorithm and an Interactive e- Learning Tool, Journal of Information Systems Education, Vol. 17 (3), 315-326.

- Kung, H. J., Tung, H. L. (2007). Comparing Two Bottom-Up Database Design Methods, in Proceedings of the 2007 Southern Association for Information Systems Conference, 87-92.
- Kupcsikné Fitus, I. (2001). Adatbázisok – Példatár, LSI Oktatóközpont, Budapest Magyar Értelmező Kéziszótár (1979). Akadémia Kiadó, Budapest.
- Llewellyn, M. (2012). Database Concepts, <http://www.cs.ucf.edu/courses/cgs2545/spr2012/notes.html> (Google, 2014.12.14).
- McFadyen, R. (2008). Designing Databases with Concept Maps, Concept Mapping: Connecting Educators, Proceeding of the Third International Conference on Concept Mapping, Editors: A. J. Cañas, P. Reiska, M. Åhlberg & J. D. Novak,, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, Volume 3, 144-147.
- McFadyen, R. (2009). Concept Maps for Data Modeling, <https://docs.google.com/viewer?url=http://ion.uwinnipeg.ca/~rmcfadye/2914/2914+Database+Desgin+M+arch+9+2009.pdf&chrome=true> (Google, 2013-11-02).
- McNeil, D. (1990). Teaching Database Concepts, ICOTS 3, Dunedin, New Zealand, 1990, 201-208.
- Merceron, A. (2013) Analyzing Users Data Captured in Learning Management Systems, DAILE13 Workshop on Data Analysis and Interpretation for Learning Environments.
- Merriam-Webster Dictionary, <http://www.merriam-webster.com/dictionary>, (Google, 2011-08-21).
- Mérnök informatikus BSc képzés tantárgyi tematikáinak forrásai, (2014) (Google, 2014.06.18):
<https://www.vik.bme.hu/kepzes/alapkepzes/info/52.html>
https://www.vik.bme.hu/kepzes/targyak/?order=s.code&own=&department_id=vik&has_datasheet=1&program=bsc
<https://www.vik.bme.hu/kepzes/alapkepzes/altalanos/162.html>
http://arek.uni-obuda.hu/oktatas/mernok_informatikus_alapszak
<http://users.nik.uni-obuda.hu/to/tanterv>
http://www.inf.unideb.hu/oktatas/?cat=&site=hallgato/nappali/oklevel_kovetelmeny/mi_2009
http://eta.duf.hu/kepzesek_felev_lista.php
http://www.gdf.hu/sites/default/files/mi_mintatanterv_2013_n.pdf
http://gamf.kefo.hu/images/tantargyak/12132/Adatbazisok_I_MIN3D0IN.pdf
http://gamf.kefo.hu/images/tantargyak/12132/Adatbazisok_II_MIN4A6IN_MIN1F2N.pdf
http://gepesz.uni-miskolc.hu/export/sites/default/oktatas/nappali_levelezo_kepzes/nappali/docs/tanterv_h.n.bsc_mi.pdf
<http://www.iit.uni-miskolc.hu/iitweb/opencms/education/targyaink/>
<http://mik.vein.hu/docs/4/miBScNagykanizsa.pdf>
<https://itk.ppke.hu/oktatas/alapkepzes-bsc/mernokinformatikus-bsc/tantargyak>
<http://pmmik.pte.hu/kepzes/607>
http://pmmik.pte.hu/kepzes/607/tantargyak/#tantargy_772
<http://it.sze.hu/tanulmanyi/show/m/2645>
<http://www.inf.u-szeged.hu/oktatas/szakok/mi/bscmintatanterv.php>.

- Milik, N., Marshall, M., Mitrovic, A. (2006). Teaching Logical Database Design in ERM-Tutor M. Ikeda, K. Ashley, and T.-W. Chan (Eds.): ITS 2006, LNCS 4053, 707-709.
- Mitrovic, A. (1998). A Knowledge-Based Teaching System for SQL, EdMedia World Conference on Educational Media and Technology 1998. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.31.1046>, (Google, 2013.02.10).
- Mitrovic, A., Ohlsson, S. (1999). Evaluation of a constraint-based tutor for a database language, International Journal of Artificial Intelligence in Education, 1999, Volume 10, 238-256.
- Mitrovic, A. Suraweera, P. Martin, B. Weerasinghe, A. (2004). DB-suite: Experiences with Three Intelligent, Web-based Database Tutors, Journal of Interactive Learning Research, Volume 15, Number 4, 409-432.
- Mitrovic, A. (2003) Supporting Self-Explanation in a Data Normalization Tutor, Supplementary Proceedings, AIED 2003 Artificial Intelligence in Education, 565-577.
- Mitrovic, A. (2005) Scaffolding Answer Explanation in a Data Normalization Tutor, Facta Universitatis-series: Electronics and Energetics, 18 (2), 151-163.
- Moen, P. (2009). Concept Maps as a Device for Learning Database Concepts, Proceedings of TLAD'09, Event, 6th July 09, University of Birmingham, editors David Nelson, Anne James, 39-48.
- Moline, H. G., Ullman, J. D., Widom, J. (2001). Adatbázisrendszerek megvalósítása, Panem, Budapest.
- Moniot, R. K. (2004). Data Base Systems, Functional Dependency Diagrams, <http://www.dsm.fordham.edu/~moniot/Courses/DatabaseSp04/FD-diagrams.html>, (Google, 2010.01.31).
- Moodle saját értékelési rendszere (2014). https://docs.moodle.org/dev/Quiz_statistics_calculations
- Murray, M., Guimaraes, M. (2009). Animated Courseware Support for Teaching Database Designand, Issues in Informing Science and Information Technology Volume 6, 201-211.
- Műszaki menedzser MSc képzés tantárgyi tematikáinak forrásai, (2014) (Google, 2014.06.22):
http://www.mesterek.bme.hu/muszaki_menedzser
http://www.eng.unideb.hu/index.php?pageid=muszaki_menedzser_mesterszak
<http://www.skk.nyme.hu/index.php?id=16147&L=1&id=16147>
http://wiki.gtk.uni-pannon.hu/mediawiki_hu/index.php/M%C5%B1szaki_menedzser_mesterszak
<http://neptun.sze.hu/tanulmanyi/show/m/1333>
<http://www.mk.u-szeged.hu/content/25>.
- Nagy József (2003). A rendszerező képesség fejlődésének kritériumorientált feltárása, Magyar Pedagógia, 103. 3. sz. 269-314.
- Nesbit, J. C., Adesope, O. O. (2006). Learning With Concept and Knowledge Maps: A Meta-Analysis. Review of Educational ResearchFall 2006, Vol. 76, No. 3, 413–448.
- NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods (2012). <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/> (Google, 2014.08.02).

- Novak, J. D., Cañas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008, available at: <http://cmap.ihmc.us/publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf> (Google, 2012.07.05).
- Omar, N. (2001). IMSTD: Intelligent Multimedia System for teaching Databases, www.paulmckevitt.com/phd/nazlia.transfer.ppt (Google, 2012.05.07).
- Pendley, B. D., Bretz, R. L., Novak, J. D. (1994). Concept Maps as a Tool To Assess Learning in Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 1994, 71 (1), p 9.
- Pestman, W. R. (1998). *Mathematical statistics: an introduction*, de Gruyter, Berlin, New York.
- Philip, G. C. (2007). Teaching Database Modeling and Design: Areas of Confusion and Helpful Hints, *Journal of Information Technology Education*, Volume 6, 481-497.
- Pol, A. A., Ahuja, R. K. (2007). *Developing Web-Enabled Decision Support Systems*, Dynamic Ideas, Belmont, Massachusetts.
- Prados, F., Boada, I., Soler, J., Poch, J. (2006). A Web-Based Tool for Entity-Relationship Modeling, *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2006*, Springer, 364-372.
- Quittner, P. (1993). *Adatbázis-kezelés a gyakorlatban*, Akadémia Kiadó, Budapest.
- Quittner, P., Czenky, M. (1993). *Relációs adatbázisok, SQL*, Aula Kiadó, Budapest.
- Ramakrishnan, R., Gehrke, J., Derstadt, J., Selikoff, S., Zhu, L. (2004). *Database Management Systems Solutions Manual Third Edition*, <http://www.pdfdrive.net/database-management-systems-solutions-manual-third-edition-e1087973.html>.
- Raud, Z., Vodovozov, V., Lehtla, T. (2013). Concept Maps in Power Electronics Education Proceedings of 2013 International Conference-Workshop Compatibility And Power Electronics, p. 280-285.
- Reimann, J. (1985). *Valószínűségelmélet és matematikai statisztika*, Tankönyvkiadó, Budapest.
- Regis, A., Albertazzi, P. G., Roletto, E. (1996). Concept Maps in Chemistry Education, *Journal of Chemical Education*, 1996, 73 (11).
- Renaud, K., van Biljon, J. (2004). Teaching SQL —Which Pedagogical Horse for this Course? In proceeding of Key Technologies for Data Management, 21st British National Conference on Databases, BNCOD 21, Edinburgh, UK, July 7-9, 2004, 244-253.
- Romero, C., Ventura, S., Garcia, E. (2008) Data Mining in Course Management Systems: Moodle Case Study and Tutorial, *Computers & Education* Volume 51, Number 1, pp. 368-384.
- Russel, G., Cumming, A. (2004) Improving the Student Learning Experience for SQL Using Automatic Marking, In Demetrios Kinshuk and Pedro Isaias (Eds.), *Cognition and Expolaratory Learning in Digital Age (CELDA 2004)*, IADIS Press, Lisbon, 281-288.
- Russel, G., Cumming, A. (2005a). Automatic Checking of SQL: Computerised Grading, *The Intenational Journal of Learning*, Vol. 12, Issue 3, 127-134.
- Russell, G. and Cummings, A. (2005b). Online Assessment and Checking of SQL: Detecting and Preventing Plagiarism. In 3rd Workshop on Teaching Learning

- and Assessment in Databases (TLAD 2005). Workshop part of 22nd British National Conference on Databases (BNCOD). Published in HEA-ICS Workshop on Teaching Learning and Assessment in Databases (TLAD05) (ed. Una O'Reilly, Richard Cooper), July 2005, Sunderland UK, LTSN-ICS, 46-50.
- Russel, G. (2014). Database eLearning, <http://db.grussell.org/index.html>, (Google, 2014.12.08).
- Sadiq, S., Orlowska, M., Sadiq, W., Lin, J. (2004). SQLator – An Online SQL Learning Workbench, ACM SIGCSE Bulletin, Volume 36, Issue 3, 223 – 227.
- Schäfer, M., Jansen, M., Stehling, T. (2012). Improving Current Math State of Knowledge for First Year Students, Proceedings of 1st Moodle Research Conference, pp. 86-93.
- Selicoff, S. (2013). “Database Normalization Tool v.1.0”, http://dbtools.cs.cornell.edu/norm_index.html (Google, 2013.12.14).
- Shakil, M. (2009). Using Beta-binomial Distribution in Analyzing Some Multiple-Choice Questions of the Final Exam of a Math Course, and its Application in Predicting the Performance of Future Students, Conference Day, MDC, Kendall Campus, March 05, 2009.
- Sheskin, D. J (2000). Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures, Chapman & Hall/CRC, New York.
- Silberschatz, A., Korth, H. F., Sudarshan, S. (2010). Database System Concepts, McGraw-Hill, New York
- Sisovic, D., Bojovic, S. (2000). On the Use of Concept Maps at Different Stages of Chemistry Teaching, Chemistry Education: Research and Practice in Europe Vol.1, No. 1, pp. 135-144. DOI:10.1039/A9RP90014D
- Smith, H. C. (1985). Database design: composing fully normalized tables from a rigorous dependency diagram, Communications of the ACM, Volume 28 Issue 8, Aug. 1985, p. 826-838
- Sorensen, E. (2013). Implementation and student perceptions of e-assessment in a Chemical Engineering module, European Journal of Engineering Education, Vol. 38, No. 2, 172–185, <http://dx.doi.org/10.1080/03043797.2012.760533>
- Stephens, R. K., Plew, R. R. (2001). Database Design, Sams Publishing: Indianapolis.
- Smith, H. C. (1985). Database design: composing fully normalized tables from a rigorous dependency diagram, Communications of the ACM, Volume 28, Issue 8, 826 – 838.
- Stolnicki, Gy. (2003). SQL kézikönyv, ComputerBooks, Budapest.
- Suraweera, P., Mitrovic, A. (2004). An Intelligent Tutoring System for Entity Relationship Modelling, International Journal of Artificial Intelligence in Education, Volume 14, Numbers 3-4/2004, 375-417.
- Szelezsán, J. (2001). Adatbázisok, LSI Oktatóközpont, Budapest.
- Teorey, T. J., Yang, D., Fry, J. P. (1986). A Logical Design Methodology for Relational Databases Using the Extended Entity-Relationship Model Computing Surveys, Vol. 18, No. 2, 197-222.
- Tokdemir, G., Cagiltay, N. E., Kilic, K. (2012). How engineers understand Entity Relationship Diagrams (ERD): insights from eye tracker data, Proceedings of the

- IADIS International Conference Information Systems, (Ed. M. B. Nunes, P. Isaías, P. Powell), Berlin, Germany, pp. 213-220.
- Tokdemir, G., Cagiltay, N. E. (2014) A Concept Map Approach for Introduction to Computer Engineering Course Curriculum, www.atilim.edu.tr/~nergiz/pp/b11.pdf (Google, 2014.12.14).
- Torres, P. L., Kucharski, M. V. S., de Cássia Veiga Marriott, R. (2014). Concept Maps and the Systematization of Knowledge, in Cases on Teaching Critical Thinking through Visual Representation Strategies, Editor(s): Leonard J. Shedletsky, Jeffrey S. Beaudry, p. 21, DOI: 10.4018/978-1-4666-5816-5.ch019
- Tóthné Parázsó, L. (2014) On-line értékelési módszerek I., http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2011-0021_05_on-line_ertekelesi_modszerek_i/index.html
- Ullmann, J. D. (2005). Gradiance On-Line Accelerated Learning, Proceedings of the Twenty-eighth Australasian Conference on Computer Science - Volume 38, 3-6.
- Ullmann, J. D. (2014): Gradiance On-Line Learning Lab Users' Manual, <http://infolab.stanford.edu/~ullman/pub/otc.pdf>, (Google, 2014.08.06).
- Ullmann, J. D., Widom, J. (1998). Adatbázisrendszerek – Alapvetés, Panem KFT, Budapest.
- Ullmann, J., Garcia-Molina, H., Widom, J. (2008). Database Systems: The Complete Book, Addison-Wesley + Prentice-Hall.
- Watt, A., Eng, N. (2014). Database Design, <http://open.bccampus.ca>, (Google, 2014.12.08).
- Watson, R. T. (2007) Data Management, <http://www.richardtwatson.com/dm6e/> (Google, 2014.08.06).
- West, M. (2011). Developing High Quality Data Models, Morgan Kaufmann, Burlington.
- Wohlin , C., Aurum, A. (2003). An Evaluation of Checklist-Based Reading for Entity-Relationship Diagrams, Proceedings. Ninth International Software Metrics Symposium, pp. 286-296.
- Yang, X., Wang, L., Jie, W. (2011). Guide to e-Science: Next Generation Scientific Research and Discovery, Springer Science & Business Media, New York.
- Zakharov, K., Ohlsson, S., Mitrovic, A. (2005). Feedback Micro-engineering in EER-Tutor. In: C-K Looi, G. McCalla, B. Bredeweg, J. Breuker (eds) Proc. Artificial Intelligence in Education AIED 2005, IOS Press, 718-725.

Ábrajegyzék

3-1. ábra Belépések a Moodle rendszerbe a vizsgált félévben.....	39
3-2. ábra Tesztvégrehajtások és hallgatók száma.....	40
3-3. ábra Időráfordítás és időkorlát	40
3-4. ábra Napon belüli aktivitás zárthelyik nélkül.....	41
4-1. ábra Függőségi diagram.....	50
4-2. ábra A modellezési alapfogalmak közti összefüggések.....	54
4-3. ábra Kapcsolatok osztályozása.....	54
4-4. ábra Tulajdonságok osztályozása.....	55
4-5. ábra Egyedhalmazok osztályozása.....	55
4-6. ábra Kulcsok osztályozása	56
4-7. ábra Normálformák közti összefüggések.....	56
4-8. ábra Relációs modell táblázat fogalmának fogalomtérképe.....	56
4-9. ábra SQL oktatóprogram adatbázisának kapcsolati diagramja	59
5-2. ábra Témakör szerint összesített eredmények.....	69
5-3. ábra Feladattípus szerint összesített eredmények.....	70
5-4. ábra Kérdésként elért pontszámok gyakorisági diagramja.....	71
5-5. ábra Pontdiagramok és klaszterek KM3	76

Táblázatjegyzék

1-1. táblázat Az általam oktatott szaktárgyak.....	3
2-1. táblázat Felmérés eredménye az University of Ulster egyetemen.....	21
2-2. táblázat E-K modellezést oktató rendszerek tudásszintje.....	28
2-3. táblázat FD elméletet és normalizálást oktató rendszerek tudásszintje.....	29
2-4. táblázat Az SQL oktató rendszerek összehasonlítása.....	32
3-1. táblázat Az órai munka során problémát jelentő tevékenységek.....	37
3-2. táblázat A fogalom megértésnél problémát jelzők aránya	37
3-3. táblázat A normalizálással kapcsolatos tevékenységek hallgatói megítélése....	37
3-4. táblázat SQL tanulása során problémát jelző hallgatók aránya.....	38
3-5. táblázat A tesztek megoldásra fordított idő változása	41
4-1. táblázat Adatmodellezési tesztek jellemzői ABK kurzusok.....	45
4-2. táblázat Adatmodellezési gyakorló tesztek és kérdésszámok megoszlása témakörönként ABK 2009, 2010 kurzusok	46
4-3. táblázat SQL tesztek kérdésszámai	46
4-4. táblázat A relációs modell táblázat fogalmával kapcsolatos fogalmak összefüggései	57
4-5 táblázat Kérdéskategóriák és kérdések megoszlása	58
5-1. táblázat A vizsgált kurzusok jellemzői – rajzolóprogramok használatának eredményességvizsgálata	62
5-2. táblázat E-K diagram rajzolásának eredménye	62
5-3. táblázat Bachman-diagram rajzolásának eredménye – alapelemek modellezése	62
5-4. táblázat Bachman-diagram rajzolásának eredménye – kulcsok modellezése ...	63
5-5. táblázat Egyed-kapcsolat modellek rajzolásának értékelése	63
5-6. táblázat Bachman-diagramok rajzolásának értékelése	63
5-7. táblázat Teszt és példatár használatának előnyei és hátrányai	64
5-8. táblázat A vizsgált kurzusok – példatár használatának eredményességvizsgá lata.....	65
5-9. táblázat Felkészülési módok hallgatói támogatottsága.....	66
5-10. táblázat Kurzusok jellemzői – fogalomtanulás eredményességvizsgálata	67
5-11. táblázat Oktatási körülmények a fogalomtanulás eredményességének vizsgálatánál	68
5-12. táblázat Normalitás vizsgálatok eredménye, átlagok és szórások - fogalomtanulás eredményességvizsgálata	68
5-13. táblázat Homogenitás vizsgálatok eredményei – fogalomtanulás eredményességvizsgálata	68
5-14. táblázat Az ábrákon alkalmazott rövidítések.....	69
5-15. táblázat Döntési fa feladat típusonként, ABK1 összes.....	70
5-16. táblázat Döntési fa témaköröként, ABK1 összes	70
5-17. táblázat Döntési fa kérdéssorszám szerint, KM3 ZH	71
5-18. táblázat Illeszkedésvizsgálatok eredménye – béta eloszlás.....	72
5-19. táblázat A 2010-es fogalomrendszerező felmérő feladatai	73
5-20. táblázat A 2013-as fogalomrendszerező felmérő feladatai	73

5-21. táblázat	Kurzusok jellemzői – fogalomtérképes felmérés eredményességvizsgálata	73
5-22. táblázat	Normalitás vizsgálatok eredménye, átlagok és szórások – fogalomtérképes felmérés eredményességvizsgálata	74
5-23. táblázat	Homogenitás vizsgálatok eredményei - fogalomtérképes felmérés eredményességvizsgálata	74
5-24. táblázat	Kurzusok jellemzői – alternatív normalizálási módszerek eredményességvizsgálata	75
5-25. táblázat	Normalitás vizsgálatok eredménye, átlagok és szórások - alternatív normalizálási módszerek eredményességvizsgálata	75
5-26. táblázat	Homogenitás vizsgálatok eredményei - alternatív normalizálási módszerek eredményességvizsgálata	77
5-27. táblázat	Korrelációs együtthatók KM3	77
5-28. táblázat	Döntési fa a hagyományos és függőségi diagrammal történő normalizálás eredményei között KM3.....	77
5-29. táblázat	Döntési fa a hagyományos és teszttel történő normalizálás eredményei között KM3.....	78
5-30. táblázat	Társítási szabályok KM3	78
5-31. táblázat	Kurzusok jellemzői – SQL oktatóprogram használatának eredményességvizsgálata	79
5-32. táblázat	Illeszkedés vizsgálatok eredményei, átlagok és szórások - SQL oktatóprogram használatának eredményességvizsgálata	79
5-33. táblázat	Homogenitás vizsgálatok eredményei - SQL oktatóprogram használatának eredményességvizsgálata	80
5-34. táblázat	Kérdésválasztási és futtatási adatok kurzusonként	80
5-35. táblázat	Adatbázis leírás és diagram megjelenítés	81
5-36. táblázat	Kérdésválasztás kérdéskategóriánként	81
5-37. táblázat	Súgó és záradék megjelenítés	82
5-38. táblázat	Futási hibák gyakorisága	82
5-39. táblázat	Eredmény ellenőrzés.....	83
5-40. táblázat	Válaszok a „Mit tett, ha futtatás során hibajelzést kapott?” kérdésre.83	

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet témavezetőmnek, Dr. Kormos János egyetemi tanárnak kutatásom irányításáért, útmutatásaiért, hasznos tanácsaiért.

Köszönöm főnökömnek, prof. Dr. Molnár Sándornak, hogy lehetőséget adott az adatbázis-kezelés több kurzusban történő tanítására és támogatta kutatásaimat.

Köszönöm kollégámnak, Tímár Tamásnak az SQL oktatóprogram programozása során nyújtott segítségét, valamint az oktatáshoz szükséges számítógépes szoftver-környezet kialakításában végzett munkáját.

Köszönetet mondok Tóth Bertalannak az adatmodellezési példatár átnézéséért és az SQL oktatóprogram programozása során tett hasznos észrevételeiért.

DVD tartalomjegyzéke

- Adatmodellezési példatár
- Cikkek
- Forrásadatok
 1. Fogalomtanulás
 2. Fogalomtérképek
 3. Grafikus programok
 4. Normalizálás
 5. Példatár
 6. SQL oktatóprogram