



**DINAMIKUS GEOMETRIAI RENDSZER BEVEZETÉSE A
GÉPÉSZMÉRNÖK HALLGATÓK MŰSZAKI ÁBRÁZOLÁS
OKTATÁSÁBA**

doktori értekezés tézisei

**INTRODUCING DYNAMIC GEOMETRY SYSTEM INTO TEACHING
OF DESCRIPTIVE GEOMETRY OF MECHANICAL ENGINEERS**

PhD Thesis

Nagyné Kondor Rita

Debreceni Egyetem

Természettudományi Doktori Tanács

Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2007.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. A kutatás módszerei	2
3. Kutatási hipotézisek	4
4. A kutatás folyamata	5
5. Kutatási eredmények	10
6. Összegzés	12
7. Introduction	14
8. Methods of the research	15
9. Hypotheses of the research	17
10. Process of the research	18
11. Results of the research	24
12. Summary	26
13. Publikációk / List of publications	28

1. Bevezetés

A XX. század második felétől az információs és kommunikációs technika térhódítása az oktatásban is megfigyelhető. A számítógép a számítástechnika órákon túl szerepet kap más tárgyak tanításában is. Megfelelően alkalmazva, segítségével megvalósítható a differenciált oktatás, a tanulók eltérő egyéni képességeihez történő alkalmazkodás – hiszen a számítógépes feladatoknál minden tanuló a saját tempójában haladhat előre –, így az oktatás hatékonyabbá tehető. Az ilyen tanórákra a tanuló-központúság a jellemző, szemben a hagyományos tanár-központú órákkal.

A Debreceni Egyetem Műszaki Karon – sok felsőoktatási intézményhez hasonlóan – jelentkeznek a tömegoktatás nehézségei. A hallgatói létszám növekedése mellett a főállású oktatói létszám csökkent. A hallgatók középiskolás matematikai ismereteinek felmérésére minden elsőéves hallgatóval dolgozatot íratunk, melynek alapján elmondhatjuk, hogy hallgatóink előzetes ismereteiben nagy különbségek vannak. Egy részük nem tud megfelelni a korábban kialakított követelményrendszernek, lemaradását nem tudja behozni. E problémákra kínál egy lehetséges megoldást, támogatást a számítógép.

A Debreceni Egyetem Műszaki Karon kontrollcsoportos fejlesztő kísérletet hajtottunk végre két félévben, elsőéves nappali tagozatos gépészmérnök hallgatók részvételével ábrázoló geometria, illetve műszaki ábrázolás gyakorlaton, két-két gyakorlati csoportban. Az egyik csoportot dinamikus geometriai rendszer (DGS) segítségével, a másikat hagyományosan, papír-ceruzás módszerrel oktattuk.

Továbbá összehasonlító felmérést végeztünk a térszemlélet és térgeometria témakörben elsőéves nappali tagozatos matematika tanár szakos hallgatók részvételével a pozsonyi Komenský Egyetemen és a Debreceni Egyetemen. Azért vizsgáltuk a matematika tanár szakos hallgatók

teljesítményét, mivel akkor érhetünk el javulást a térszemlélet fejlesztésében, a térgeometria tanításában, ha a leendő tanárok e téren kompetensek lesznek.

Céljaink:

- Megfelelni a tantervi követelményeknek.
- Az ábrázoló geometria megértésének növelése.
- Megfelelni a tömegoktatás igényeinek.
- Hallgatóink egy részét felkészíteni az egyetemi szintre való bekerülésre.

2. A kutatás módszerei

A térszemlélet, a számítógéppel segített oktatás, a dinamikus geometriai rendszerek valamint a matematika didaktika szakirodalmának kritikus áttanulmányozása és a hipotézisek megfogalmazása után összehasonlító felmérést végeztünk a térszemlélet és térgeometria témakörben Bosnyák Ágnessel, a révkomáromi Selye János Egyetem oktatójával 94 fő elsőéves nappali tagozatos matematika tanár szakos hallgató részvételével a pozsonyi Komenský Egyetemen és a Debreceni Egyetemen a 2005/06. tanév első félév szeptemberében.

Továbbá a Debreceni Egyetem Műszaki Karon kontrollcsoportos fejlesztő kísérletet hajtottunk végre egy tanítási-tanulási stratégia kipróbálására a 2004/05. és a 2006/07. tanév első félévében. Az oktatási kísérletet 80 fő elsőéves nappali tagozatos gépészmérnök hallgatóval végeztük ábrázoló geometria, illetve műszaki ábrázolás gyakorlaton, két-két gyakorlati csoportban. Az egyik csoportot DGS segítségével, a másikat anélkül oktattuk. Mindkét csoportot ugyanaz az oktató tanította a gyakorlaton (az előadást egy másik oktató vezette), az oktatással igyekeztünk párhuzamosan haladni a két

csoportban. A gyakorlatokat oly módon próbáltuk szervezni, hogy se a DGS segítségével történő oktatás, se a papír-ceruzás oktatás ne jusson előnyhöz. Így reményeink szerint viszonylag megbízható kijelentésekhez jutottunk.

A DGS használatával folyó ábrázoló geometria oktatáshoz létrehoztunk egy *Cinderella* feladatlapokból álló, a gyakorlatok anyagát magában foglaló weblapot, e tananyagrendszert két féléven át kipróbáltuk, hatékonyságát folyamatosan vizsgáltuk. Az általunk kidolgozott, az ábrázoló geometria, illetve műszaki ábrázolás tárgyak oktatására alkalmas tananyagrendszert a 2004/05. tanév tapasztalatai alapján a 2006/07. tanévben módosítottuk, korrigáltuk.

Adatgyűjtési módszereink a következők:

- előzetes felmérés
- két zárthelyi dolgozat
- késleltetett felmérés
- kérdőíves felmérés
- hallgatóink munka közbeni megfigyelése
- az egyes hallgatókkal való óra közbeni foglalkozások tapasztalatai
- a hallgatókkal való egyéni beszélgetések
- a hallgatói dokumentumok (házi rajzok) elemzése

A kiindulási állapotot a hallgatók térszemlélet-mérő feladatsorral vizsgált tudásszintje jelentette. A tanítási-tanulási folyamat eredményességének mérésére a félév során írt két zárthelyi dolgozat és a félév után 4 illetve 5 hónappal írt, gyakorlati feladatokból álló késleltetett felmérés szolgált, melyeket pontozással értékeltünk. Az eredmények összehasonlító vizsgálata e dolgozatok alapján történt. Továbbá kérdőíves felmérést végeztünk a hallgatók véleményének megismeréséhez.

3. Kutatási hipotézisek

Hipotézisünk az összehasonlító felméréssel kapcsolatosan:

1. hipotézis a matematika tanár szakos egyetemi hallgatók térszemléletéről és térgeometriai ismeretéről

A matematika tanár szakos nappali tagozatos egyetemi hallgatók a pozsonyi és a debreceni egyetemen is jól teljesítenek a térszemlélet és a térgeometriai ismeretek felmérésére irányuló dolgozatban.

Hipotéziseink az oktatási kísérlettel kapcsolatosan:

1. hipotézis a DGS-sel készített feladatlapok oktatásba történő bevezetéséről

A DGS-sel készített feladatlapok didaktikailag jól átgondolt használatával az ábrázoló geometria elsajátításának színvonala emelkedik. A tanár szempontjából a rendszer alkalmazása megnöveli az órákra való felkészülés idejét.

2. hipotézis a hallgatói teljesítmények változásáról

A számítógéppel segített gyakorlatok hatására, a DGS-sel készített interaktív feladatlapokat alkalmazva hallgatóink ábrázoló geometriából mélyebb tudásra tesznek szert. A törvényesen adott oktatási követelmény elsajátítását, a hagyományos, papír-ceruzás feladatok megoldását legalább olyan jól, vagy jobban elvégzik, mint a hagyományos, papír-ceruzás módszerrel tanulók.

3. hipotézis a hallgatók feladatmegoldási stratégiájának változásáról

A számítógépes csoport hallgatói szívesebben kísérleteznek, hiszen a helytelen elemek eltüntetésének nincsenek olyan következményei, mint a papír-ceruzás szerkesztéseknél.

4. hipotézis az ábrázoló geometriai fogalmak maradandóságáról

A számítógépes csoport jobban teljesít a késleltetett felmérőn, mint a papír-ceruzás csoport, fogalmaik maradandóbbak.

5. hipotézis a hallgatói attitűdök változásáról

A DGS-sel készített feladatlapok oktatásba történő bevezetésének hatására a tanulás motivációs szintje nő, a számítógépes feladatlapok használata a hallgatók nagy részének vonzó.

4. A kutatás folyamata

Összehasonlító felmérésünket 2005. szeptemberében végeztük elsőéves matematika tanár szakos egyetemi hallgatók körében a pozsonyi Komenský Egyetemen és a Debreceni Egyetemen. A hallgatók térszemléletét és térgeometriai ismeretét mértük fel. A pozsonyi egyetemen 43 hallgató, a debreceni egyetemen 51 hallgató írta meg a felmérést. A két ország tantevei alapján elmondhatjuk, hogy a térgeometria oktatására mindkét országban kevés idő jut.

Az összehasonlító felmérés feladatsorát úgy állítottuk össze, hogy a térszemlélet fontos komponensei benne legyenek (tárgy képzeleti manipulálása, vetületi ábrázolás és vetületolvasás, rekonstrukció, szerkezet átlátása). A felmérőn kapott eredmények igazolják, hogy nagyon sok hallgatónak gondot okoz egy térbeli alakzat elképzelése és ez által a térgeometriai feladatok megoldása. Ezért nagyon hasznos lenne a középiskolákban és az egyetemi képzésben is, ha több időt szentelnének a térszemléletre, a térgeometriai ismeretek összefoglalására, térgeometriai feladatok megoldására.

E felmérésben a hallgatók teljesítményét írásbeli dokumentumok alapján értékeltük. A jövőben tervezzük hallgatói interjúk készítését és további

kérdőíves felmérés elvégzését is a problémák pontosabb feltárása és az okok keresése végett.

A Debreceni Egyetem Műszaki Karon az ábrázoló geometria oktatása gépészmérnök szakon nappali tagozaton 2004-ig egyetlen félévben, heti 2 óra előadás és 2 óra gyakorlat keretében történt. 2005-től indult a gépészmérnök BSc képzés. A képzési idő nappali tagozaton hatról hét félévre bővült. Az ábrázoló geometria tárgy neve műszaki ábrázolás lett, az óraszám csökkent heti 1 óra előadásra és 2 óra gyakorlatra. A tematika változatlan maradt.

Az ábrázoló geometria illetve a műszaki ábrázolás tárgy vizsgajeggyel zárul. A vizsgára bocsátás feltételét az előadást vezető oktató határozta meg: a két, általa összeállított zárthelyi dolgozat 40% feletti teljesítése és a hibátlan, határidőre beadott házi rajzok elkészítése. A számonkérésben a filozófiánk az egységes és a tanterv által előírt papír-ceruzás számonkérés. A zárthelyi dolgozatokat az előadáson írták a hallgatók. A dolgozatok elméleti kérdést nem tartalmaztak, csak feladatokat. Az ábrázoló geometria tananyag elsajátításához rendszeres tanulás szükséges. Erre úgy ösztönöztük a hallgatóinkat, hogy a két zárthelyi dolgozat megfelelő teljesítése esetén megajánlottuk az érdemjegyet.

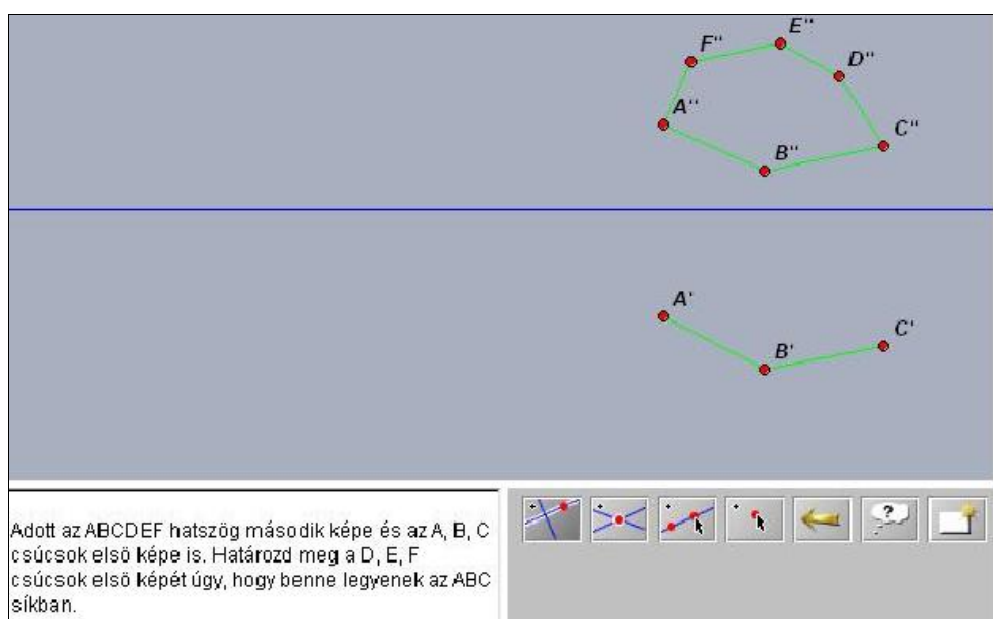
A félév során az előadás hagyományos módon, számítógép nélkül történt. Gyakorlaton a két csoportból az egyik csoport DGS segítségével dolgozott, míg a másik csoport papíron ceruzával, hagyományos szerkesztőeszközökkel végezte a szerkesztéseket. Figyeltünk arra, hogy a két csoport ugyanazokat a feladatokat oldja meg és ugyanazokat a papír-ceruzás házi feladatokat kapták.

Félév elején vizsgáltuk, hogy van-e jelentős különbség a hallgatók térszemléletében, előzetes ábrázoló geometriai alapismereteiben. A hallgatók előzetes ismereteinek felmérése az első oktatási héten történt. A feladatok a következő kategóriákba sorolhatók: tárgy képzeleti manipulálása, háromdimenziós alakzat képzeleti forgatása, vetületi ábrázolás és vetületolvasás,

rekonstrukció. Az előzetes felmérésnél megfigyelhető a két csoport közel hasonló teljesítménye.

A kérdőívre adott válaszok szerint 2004-ben a számítógépes csoportunk hallgatóinak 75%-a, 2006-ban 60%-a fér hozzá az Internethez. A számítógépes gyakorlatokon használt interaktív feladatlapokat akár otthonról is elérhetik, így óra után átnézhetik az órán elvégzett szerkesztéseket.

A gyakorlat segítésére általunk választott DGS-ben, a *Cinderellában* minden szerkesztés kimenthető interaktív feladatlapként. A tanár beállíthatja a kiinduló objektumok és a kívánt objektumok halmazát. Ezután elmentheti a feladatot a szerkesztőeszközök korlátozott használatával. Mivel a megoldás menetét nem, csak a kívánt objektumok halmazát kell beállítanunk, a program többféle megoldási menetet is elfogad, amely a helyes megoldáshoz vezet. A feladatlaphoz csatolhatók útmutatások, szerkesztési segítségek. Egy feladatlap felépítését mutatja az 1. ábra.



1. ábra: Egy feladatlap felépítése

A szerkesztés áttekinthetőségének segítésére a segédvonalakat, rendezőket általában szürke színűre, az $x_{1,2}$ -tengelyt kék színűre, a végeredményt pedig piros vagy fekete színűre állítottuk be, de még jó néhány színt használtunk. A

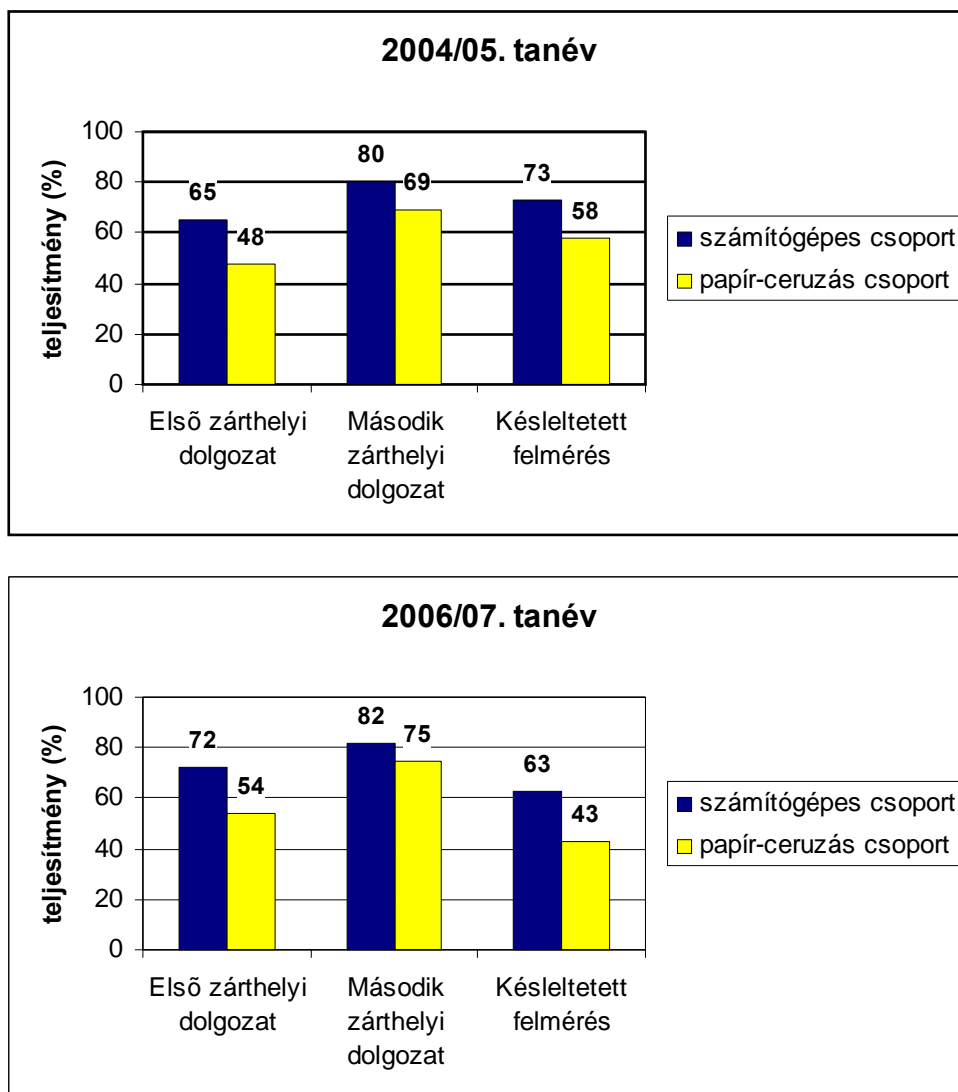
szerkesztővonalak ugyan eltüntethetők a programban, de a program által generált feladatlapokon már nem. Ezért ha csak feladatlapokat használunk, akkor a használatuk egy korlátja a szerkesztés bonyolultsága. A főiskolai követelményszintig jól alkalmazhatók a feladatlapok, de bonyolultabb áthatásszerkesztéseknél kevésbé.

A láthatóság megjelenítésére szolgáló ikon a programban ugyan jelen van, de a feladatlapra nem lehet átvinni. Ezért a számítógépes csoportban a láthatósággal kapcsolatos feladatok közül néhányat papíron szerkesztettünk meg, a számítógépes feladatok esetében pedig megbeszéltük a láthatóságot. A 2004. évi tapasztalatok alapján főként a láthatósággal kapcsolatos feladatok megoldását módosítottuk. Több ilyen feladatot szerkesztettünk papíron, közben a tanári útmutatás projektorral történt. Az útmutatás képei felkerültek az Internetre, így a hallgatók otthonról is elérhették azt.

Az első zárthelyi dolgozat megírása 2004-ben a 8., 2006-ban a 9. tanítási héten, a második zárthelyi dolgozat megírása 2004-ben és 2006-ban is a 14. tanítási héten történt, a kísérlet eredményességének mérésére. A két zárthelyi dolgozat feladatát és pontozását az előadásokat vezető oktató állította össze. Csak azokat a hallgatókat vettük figyelembe, akik mindkét zárthelyi dolgozatot megírták és rendszeresen látogatták az órákat: a számítógépes csoportban 2004/05. tanévben 15 fő, 2006/07. tanévben 15 fő, a papír-ceruza csoportban 2004/05. tanévben 21 fő, 2006/07. tanévben 29 fő.

A számítógépes csoport dolgozata pontosabb, kissé igényesebb lett; jobban sikerült mindkét évben. Viszont 2004-ben a láthatóság megállapítását a feladatok végén többször rontották el, mint a papír-ceruza csoport hallgatói. 2006-ban már tanulva ebből, nagyobb figyelmet fordítottunk a láthatóság megállapításának gyakorlására a számítógépes csoportban. Mindkét dolgozat alapján elmondhatjuk, hogy az adott oktatási feladatok elsajátítását, a törvényesen kitűzött célokat a számítógép segítségével tanuló csoport jobban

teljesítette, mint a kontrollcsoport. A két zárthelyi dolgozat és a késleltetett felmérés eredményét mutatja a 2. ábra.



2. ábra: A két zárthelyi dolgozat és a késleltetett felmérés eredménye

A késleltetett felmérés eredményét a zárthelyi dolgozatokkal összevetve azt látjuk, hogy a papír-ceruzás csoport teljesítménye mindkét év mindhárom dolgozatánál a számítógépes csoport teljesítménye alatt maradt. 2007-ben a késleltetett felmérésen mindkét csoport rosszabbul teljesített, mint 2005-ben. Ennek oka lehet az előadás heti óraszámának kettőről egyre csökkentése, illetve

az a tény is, hogy 2007-ben az oktatás befejezése után több mint egy hónappal később írták a késleltetett felmérőt a hallgatók 2005-höz képest.

A kérdőívre adott válaszok alapján kiderült és beszélgetéseink alkalmával is elmondták a hallgatók: szívesen vették, hogy számítógéppel dolgozhattak, könnyebbnek tartották így a szerkesztést. A gyakorlatokon használt weblapot otthonról átlagban hetente egyszer keresték fel.

5. Kutatási eredmények

Eredmény az összehasonlító felméréssel kapcsolatosan:

1. eredmény a matematika tanár szakos egyetemi hallgatók térszemléletéről és térgeometriai ismeretéről

Shea és munkatársai kutatásaival ellentétben mi úgy találtuk, hogy a matematika tanár szakos nappali tagozatos egyetemi hallgatók a pozsonyi és a debreceni egyetemen nem rendelkeznek igazán jó térszemlélettel. Felmérőnkön a tárgy képzeleti manipulálására irányuló feladatot kivéve 50% alatt volt az egyik vagy mindkét csoport teljesítménye. A felmérésen kapott eredmények igazolják, hogy nagyon sok hallgatónak gondot okoz egy térbeli alakzat elképzelése és ezáltal a térgeometriai feladatok megoldása is.

Eredmények az oktatási kísérlettel kapcsolatosan:

1. eredmény a DGS-sel készített feladatlapok oktatásba történő bevezetéséről

A 2004/05. tanév első félévétől alkalmaztuk a DGS-sel készített feladatlapokat az ábrázoló geometria majd a műszaki ábrázolás gyakorlatokon. Az általunk létrehozott feladatlapokat tartalmazó weblapot Internetről érték el a

hallgatók. A weblapot a 2004/05. tanévi használat tanulságai alapján módosítottuk, javítottuk. A használat eredményességét két tanévben két-két zárthelyi dolgozattal és két késleltetett felméréssel mértük, melyek alapján elmondhatjuk, hogy minőségi javulást érhetünk el a DGS alkalmazásával. A számítógéppel történő oktatás megszervezése az oktatónak lényegesen több időbe kerül, a DGS hatékony alkalmazása folyamatos fejlesztő munkát igényel, de a dolgozatok eredménye mutatja, hogy a befektetett munka megtérül.

2. eredmény a hallgatói teljesítmények változásáról

A hagyományos, papír-ceruzás első és második zárthelyi dolgozatban megfigyelhető, hogy a számítógépes csoport hallgatói jobban teljesítenek, mint a papír-ceruzás módszerrel tanulók. Az első zárthelyi dolgozatban a teljesítmények közti különbség 17% 2004-ben, 18% 2006-ban. A második zárthelyi dolgozatban 11% 2004-ben, 7% 2006-ban a különbség.

3. eredmény a hallgatók feladatmegoldási stratégiájának változásáról

A számítógépes csoportban inkább jellemző volt, hogy a hallgatók segítették egymást, javították egymás hibáit. Jellemzőbb volt rájuk még a kísérletezés, hiszen a hibás elemek egy egérekattintással nyomtalanul eltüntethetők. A papír-ceruzás csoport tagjai inkább a tanári segítségre, instrukcióra vártak, ha munkájukban elakadtak. Tehát a számítógép önállóságra ösztönözte a hallgatókat. Heugl kutatásaihoz hasonlóan mi is úgy találtuk, hogy a kísérletező fázis a hagyományos, papír-ceruzás csoportnál gyakran hiányzott.

4. eredmény az ábrázoló geometriai fogalmak maradandóságáról

A hallgatók ábrázoló geometriai fogalmakról való emlékeinek felmérésére az oktatás után a 2004/05. tanévben 4 hónappal, a 2006/07. tanévben 5 hónappal késleltetett felmérést végeztünk. Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy

a DGS-sel készített interaktív feladatlapok használata az oktatás eredményességét növeli, segít a helyes fogalomrendszer kialakításában.

5. eredmény a hallgatói attitűdök változásáról

A DGS-sel készített feladatlapok oktatásba történő bevezetésének hatására a tanulás motivációs szintje nő, a feladatlapok használata a hallgatók nagy részének vonzó. A kérdőívre adott válaszok alapján elmondhatjuk, hogy a hallgatók szívesen dolgoztak számítógéppel, könnyebbnek tartották így a szerkesztést. A gyakorlatokon használt weblapot otthonról illetve a kollégiumból átlagban hetente egyszer keresték fel.

6. Összegzés

Oktatási kísérletünk célja a dinamikus geometriai rendszerrel készített feladatlapoknak a gépészmérnök hallgatók ábrázoló geometria, majd műszaki ábrázolás tantárgyak oktatásába történő bevonása volt. Ehhez a térszemlélet, a számítógéppel segített oktatás, a dinamikus geometriai rendszerek valamint a matematika didaktika szakirodalmának áttanulmányozása után kontrollcsoportos fejlesztő kísérletet hajtottunk végre az új oktatási stratégia kipróbálására, valamint összehasonlító felmérést végeztünk a térszemlélet és térgeometria témakörben. A dinamikus geometriai rendszerrel generált feladatlapokból álló, a gyakorlatok anyagát magában foglaló tananyagrendszer elkészítésekor, kipróbálásakor figyelembe vettük a szakirodalom javaslatait, a 2004/05. tanév tapasztalatai alapján a tananyagrendszert módosítottuk, korrigáltuk.

Eddigi eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a dinamikus geometriai rendszerrel készített interaktív feladatlapok használata az ábrázoló geometria és a műszaki ábrázolás oktatásának eredményességét növeli, a

hallgatók teljesítménye és motivációs szintje nő. A számítógépes csoport hallgatóira jellemzőbb a kísérletezés és az egymás munkájának segítése a gyakorlatokon.

A számítógép és az Internet oktatásban történő alkalmazásának problémái közül egyik lényeges dolog a számítógépes laborok leterheltsége. A nehézségek ellenére hasznos lenne a számítógép alkalmazása a levelező oktatásban is, ahol nagyon kevés idő van a szerkesztésre, hiszen egy félévben 10 tanítási óra áll rendelkezésre az ábrázoló geometria oktatására.

A mostani tapasztalatok alapján a számítógépes feladatlapok javítása, fejlesztése és ezek segítségével a gyakorlatok még hatékonyabbá tétele a jövő feladata. A jövőben tervezzük hallgatói interjúk készítését a problémák pontosabb feltárása végett.

7. Introduction

From the second half of the 20th century the increased presence of the information and communication technique can be observed in the education as well. The computer gets role beyond the computer studies lessons in teaching other subjects. Using it accordingly with its help the differentiated education can be achievable, the conformation to the differing individual capability of the students – as by the exercises with computer all the students can go ahead in his/her own tempo – so the education can be more effective. For such lessons like these the student-centralism is characterized contrary to the original teacher-centered lessons.

In the University of Debrecen Faculty of Engineering – similarly to many higher education institutions – the difficulties of the mass education come forward. Beside the increase of the number of the students, the number of the full-time teachers decreased. For measuring the high school mathematics knowledge of the students we make the first year students to write a test, according to that we can say that in the previous knowledge of our students there are big differences. One part of them can not meet the earlier created requirement system, can not bring in his lag. The computer offers a possible solution, support for these problems.

In the University of Debrecen Faculty of Engineering we executed a a controlgrouped developing research in two semesters, one of them was at Descriptive geometry with participating first year full-time Mechanical engineer students and the other one was at Technical representation practice, in two-two practical groups. We taught one of the groups with the help of Dynamic Geometry System (DGS), the other one traditionally, with the paper-and-pencil method. Furthermore we executed comparative survey in the subject of the spatial ability and the spatial geometry participating with first year full-time

Mathematics teacher specialist students in the Comenius University in Bratislava and University of Debrecen.

Therefore we examined the performance of the Mathematics teacher specialist students, as we can achieve improving in the development of the spatial ability, in teaching spatial geometry if the future teachers will be competent in this field.

Our goals:

- To meet the curriculum requirements.
- Increasing the understanding of the Descriptive geometry.
- To meet the mass education demands.
- To get prepared one part of our students to get into the university level.

8. Methods of the research

After the critical survey of the spatial ability, the computer-aided education, the dynamic geometrical systems and literature of Mathematics Didactics and after the composition of the hypothesis we executed a comparative survey in the subject of the spatial ability and the spatial geometry with Ágnes Bosnyák, with the teacher of the János Selye University of Révkomárom participating with 94 first year Mathematics teacher specialist students in the Comenius University in Bratislava and University of Debrecen in September of the first semester of the 2005/2006 school year.

Furthermore in the University of Debrecen Faculty of Engineering we executed a a controlgrouped developing research for trying out a teaching-learning strategy in the first semester of the 2004/2005 and the 2006/2007 school year. We carried out the educational research with 80 first year full-time Mechanical engineer students at Descriptive geometry and at Technical

description practice, in two-two practical groups. We taught one of the groups with the help of DGS, the other one without it. Both the groups were taught by the same teacher at the practice (the lecture was held by another teacher) we managed to go on with education parallel in the two groups. We tried to organize the practises in the way that neither the education helped by the DGS, nor the paper-and-pencil education get to advantage. So we hoped to get to relative reliable statements.

To the education of the Descriptive geometry that is using DGS we made a webpage made up of *Cinderella* worksheets, involves the material of the practises. We tried out this curriculum system throughout two semesters and we continuously examined its efficiency. The curriculum system processed by us, which was suitable for teaching the Descriptive geometry and the Technical description subjects according to the experiences of the 2004/2005 school year we modified and revised it in the 2006/2007 school year.

Our methods of data collection are the following:

- preliminary survey
- two tests
- delayed test
- questionnaire survey
- observation of our students during work
- the experiences of the interclass occupation of certain students
- the individual speech with the students
- the assay of the student documentation (home drawings).

The start-up state meant the students' level of knowledge examined by spatial ability-measuring. To measure the efficiency of the teaching-learning process during the semester there were two tests and one delayed test consists of

practical exercises which was written 4 and 5 months after the semester both we rated with scoring. The comparative survey of the results happened based on these tests. Furthermore we executed questionnaire survey to get to know the opinion of the students.

9. Hypotheses of the research

Our hypothesis in connection with the comparative survey:

1. hypothesis about the spatial ability and the spatial geometry knowledge of the Mathematics teacher specialist university students

The Mathematics teacher specialist full-time university students perform well both on the University of Bratislava and Debrecen in the test which is for surveying the knowledge of the spatial ability and the spatial geometry.

Our hypothesis in connection with the education experiment:

1. hypothesis about the initiation into the education of the worksheets made by the DGS

With the didactically well-thought-out usage of the worksheets made with DGS the level of acquirement of the Descriptive geometry increases. From the teacher's point of view the usage of the system increases the time period that is needed to get prepared for the classes.

2. hypothesis about the changing of the performance of the students

As an effect of the computer-aided practises, using the interactive worksheets made by DGS our students will have a deeper knowledge from Descriptive geometry. The acquirement of the legally given educational

requirement, the traditional paper-and-pencil exercise solving they perform at least that well or even better as the students who were taught by the traditional paper-and-pencil method.

3. hypothesis about the changing of the strategy of the students' exercise solving

The students of the computer assisted group experiment with more pleasure, as deleting the incorrect elements does not have such consequences as at the paper-and-pencil constructions.

4. hypothesis about the endurance of the Descriptive geometry concepts

The students of the computer-aided group perform better on the delayed test than the paper-and-pencil group, their concepts are more enduring.

5. hypothesis about the changing of the students' attitudes

As an effect of the initiation into the education of the worksheets made by DGS the motivation level of learning increases, the usage of the worksheets made by computer is attractive for the big part of the students.

10. Process of the research

We made our comparative survey in September 2005 among first year Mathematics teacher specialist university students on the Comenius University in Bratislava and Debrecen. We measured the spatial ability and the spatial geometry knowledge of the students. On the University of Bratislava 43 students, on the University of Debrecen 51 students wrote the survey. By right

of the curriculum of the two countries we can say that for teaching the spatial geometry small time has left in both countries.

We made up the tests of the comparative survey that the important component of the spatial ability should be involved (imaginary manipulation of the object, projection description and projection reading, reconstruction, transparency of the structure). The results of the survey verify that many students have problems with imagining a spatial figure and therefore to solve the spatial geometry exercises. So it would be very useful in the high schools and in the university training as well if we devote more time for spatial ability, for summarizing the spatial geometry knowledge, for solving spatial geometry tasks.

In this survey we valued the performance of the students from written documents. In the future we plan to create students' interview and to execute further questionnaire survey for revealing the problems more accurate and for finding the reasons.

In the University of Debrecen Faculty of Engineering the teaching of the Descriptive geometry for the full-time Mechanical engineer until 2004 it happened in one semester, in 2 hours lecture and 2 hours practice per week. From 2005 started the Mechanical engineer BSc training. The training time for the full-time students increased from six to seven semesters. The name of the Descriptive geometry subject became Technical representation, the number of the classes decreased to 1 hour lecture and 2 hours practice per week. The syllabus stayed unchanged.

The Descriptive geometry or the Technical representation subject closes with an exam grade. The condition of letting to take an exam was determined by the teacher who held the performance: the fulfilment above 40% of the two tests made up by herself and making the flawless home drawings handed in time. In the tests the construction happened in the traditional way, on paper with pencil in the lecture. In the brought to book for our philosophy was the paper-and-

pencil way that was specified by the unified and the syllabus. The tests do not include theoretical questions, only exercises. To acquire the Descriptive geometry subject regular learning is needed. We inspired our students for this that in case the appropriate fulfilment of the two tests we offered a grade.

During the semester the lecture happens in the traditional way without computer. In the practice from the two groups one of them worked with the help of DGS, while the other one on paper with pencil, with ruler and compasses executed the constructions. We paid attention that the two groups solve the same exercises and they got the same paper-and-pencil homework.

In the beginning of the semester we examined if there is significant difference by the spatial ability of the students, by their preliminary Descriptive geometry basic knowledge. The measurement of the preliminary knowledge of the students happened in the first teaching week. The exercises can be categorized into the following categories: imaginary manipulation of an object, imaginary rotation of a solid, projection description and projection reading, reconstruction. By the preliminary survey it can be seen that the two groups achieved nearly the same.

According to the answers given to the questionnaire in 2004 the 75% of students of our computer groups, in 2006 the 60% get to the Internet. The interactive worksheets used in the computer practises can be accessed from home as well, so after practise they can go through the constructions made on practise.

In the DGS chosen by us to help into the practice, in the *Cinderella* every construction can be saved as an interactive worksheet. The teacher can set the set of the starting objects and the required objects. After this he/she can save the task with the limited usage of the construction devices. As we do not have to set the way of the solution, only the set of the desired objects, the program accepts more solution ways that leads to the correct solution. To the worksheet

guidance, construction aid can be enclosed. Figure 1 shows a set-up of a worksheet.

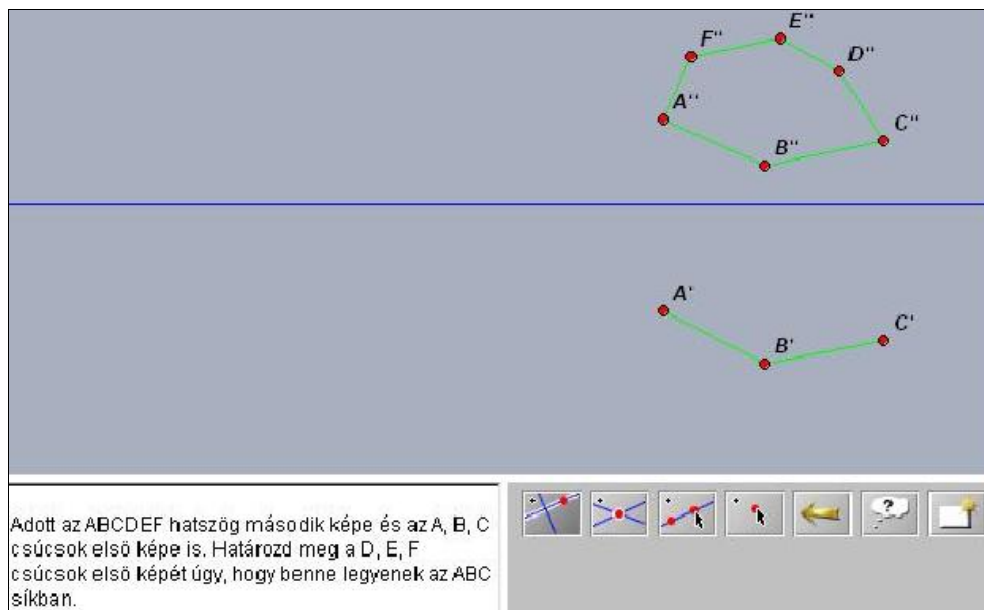


Figure 1. Set-up of a worksheet

To help the transparency of the construction we set the added lines usually to grey colour, the $x_{1,2}$ axle to blue colour and the outcome to red or black colour, but we used a couple of other colours. Though the construction lines can be hidden in the software, but on the worksheets generated by the program can not be hidden. So if we use only worksheets, then one limit of their usage is the difficulty of the construction. To the college requirement level the worksheets can be used well, but in case of more difficult construction of solid intersection it is less effective.

Though the icon for the visualization of transparency exists in the software, but it can not be transmitted to the worksheet. That is why in the computer group we constructed a couple tasks in connection with transparency on paper and in the case of the computer tasks we talked about the transparency. Based on the experiences of year 2004 we modified the solution of the exercises in connection with transparency. We constructed more tasks like this on paper,

while the teacher guidance happened by projector. The pictures of the guidance got on the Internet so the students could reach it from home as well.

The first test was written in 2004 on the 8th, in 2006 on the 9th, the second test was written in 2004 and in 2006 on the 14th teaching week as well to measure the efficiency of the research. The exercises and scoring of the two tests were set by the teacher who held the lectures. We took into consideration only those students who wrote both tests and visited the practises regularly: in the computer group in the 2004/05 school year 15 students, 2006/07 school year 15 students, in the paper-and-pencil group 2004/05 school year 21 students, 2006/07 school year 29 students.

The test of the computer group was more punctual, a little bit more nice and it was better in both years. But the determination of transparency in 2004 was wrong more often by them than by the students of the paper-and-pencil group. In 2006 from learning this we paid bigger attention for practising the determination of transparency in the computer group. Based on both tests we can say that the computer-aided group carried out the acquirement of the legally given educational requirement better than the control group. Figure 2 shows the result of the two tests and the delayed test.

As we compare the result of the delayed test with the tests we see that the performance of the paper-and-pencil group by all three tests of both years stayed under the performance of the computer group. In 2007 on the delayed test both groups performed worse than in 2005. The reason for this can be that the weekly number of the lecture decreased from two to one and also that fact that in 2007 they wrote the delayed test more than a month after ending the education compare to 2005.

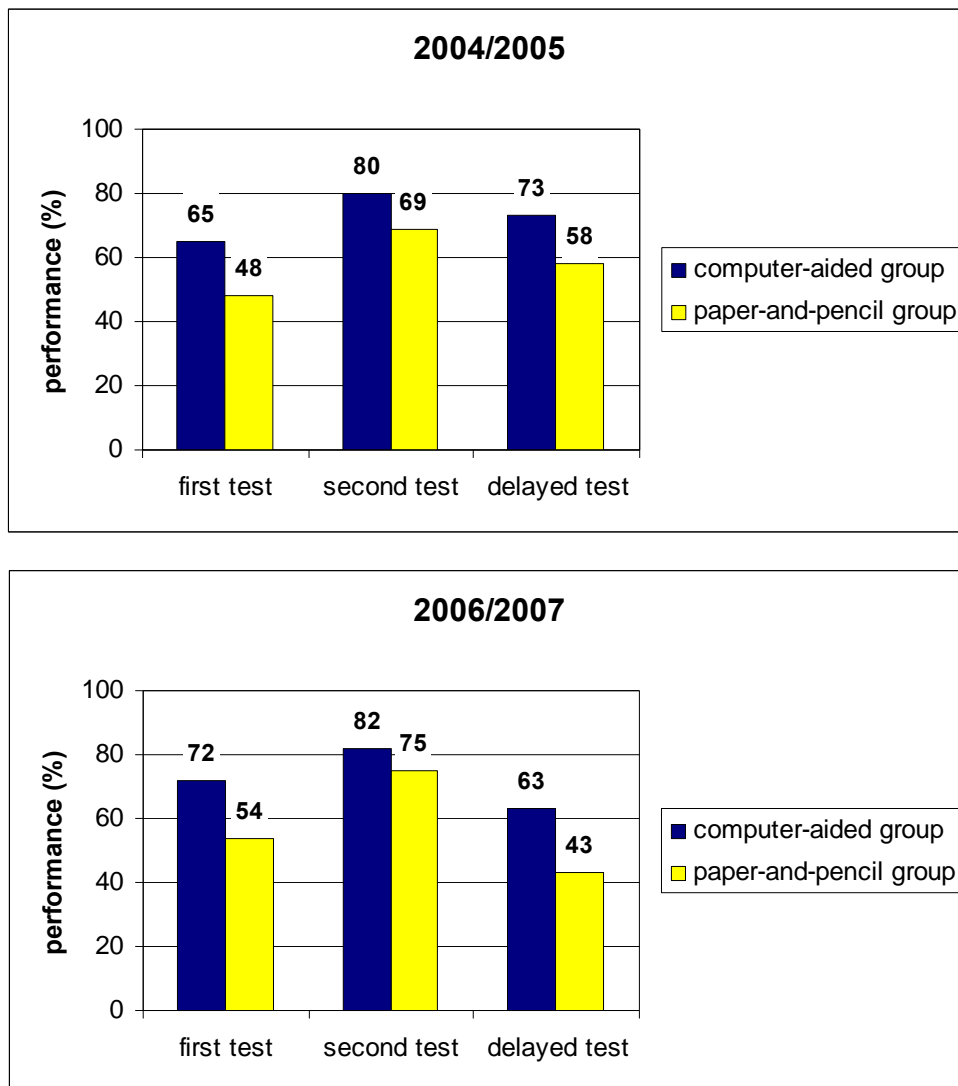


Figure 2. Results of two tests and delayed test

It cleared out from the answers to the questionnaire and also during the conversations the students said: they liked that they could work with computer, they found construction easier in this way. In average they visited the webpage from home used at practice once a week.

11. Results of the research

Our results in connection with the comparative survey:

1. result about the spatial ability and the spatial geometry knowledge of the Mathematics teacher specialist university students

In contrast with the research of Shea and her colleges we found that the Mathematics teacher specialist full-time university students in the University of Bratislava and Debrecen do not have a really good spatial ability. On our survey except for the exercise for the object imaginary manipulation the performance of one of them or both groups was below 50%. The results of the survey prove that many students have problems with imagining a solid and hereby the solution of the spatial geometrical exercises as well.

Our results in connection with the education experiment:

1. result about the initiation into the education of the worksheets made by the DGS

From the first semester of the 2004/05 school year we used the worksheets made by DGS on the Descriptive geometry than on the Technical representation practises. The students could reach the webpage that included the worksheets made by us from the Internet. We modified and corrected the webpage according to the edification of the 2004/05 school year's usage. We measured the efficiency of the usage in two semesters with two-two tests and two delayed tests, based on that we can say that we can reach quality improving with using DGS. Organizing the education by computer takes much more time of the teacher, the effective usage of DGS requires continuous developing work, but the results of the tests show that the invested work returns.

2. result about the changing of the performance of the students

In the traditional, paper-and-pencil first and second tests can be observed that the students of the computer-aided group perform better than the students of the paper-and-pencil group. The difference between the performances in the first test was 17% in 2004, 18% in 2006. The difference between the performances in the second test was 11% in 2004, 7% in 2006.

3. result about the changing of the strategy of the students' exercise solving

In the computer group it was more typical that the students helped each other, corrected their mistakes. Experimentation was more typical for them as well, as the faulty elements could be hidden without any sign with a mouse click. The members of the paper-and-pencil group waited for the teacher's help, instruction when they stuck in their work. So the computer inspired the students for separateness. Similarly to Heugl's researches we also found that the testing phase at the traditional, paper-and-pencil group was often missing.

4. result about the endurance of the Descriptive geometry concepts

For measuring the students' memories about the descriptive geometry concepts after the education we executed a delayed survey 4 months after the 2004/05 school year and 5 months after the 2006/07 school year. We can state according to the results that the usage of the interactive worksheets made by DGS increased the efficiency of the education, helps in creating the correct conceptsystem.

5. result about the changing of the students' attitudes

As an effect of introducing the worksheets made by DGS into education the motivation level of learning increased, using the worksheets for the big part of the students is attractive. According to the answers to the questionnaire we can

say that the students worked with the computer with pleasure, they found constructing easier in this way. The webpage used at practices they visited once a week in average from home or from the student hostel.

12. Summary

The aim of our educational research was to draw in the worksheets made by the dynamic geometry system into the education of the Descriptive geometry and then the Technical representation subjects of the mechanical engineer students. To reach this after surveying of the literature of the spatial ability, the computer-aided education, the dynamic geometry systems and Mathematics Didactics we executed a controlgrouped developing research for trying out the new educational research and we executed a comparative survey in the subject of the spatial ability and spatial geometry. At the creating and trying out of the curriculum made up of the dynamic geometry system generated worksheets that include the material of the practises we took into consideration the offers of the literature and we modified and corrected the curriculumssystem according to the experiences of the 2004/05 school year.

According to our results we can state that the usage of the interactive worksheets made by the dynamic geometry systems increases the efficiency of the education of the Descriptive geometry and the Technical representation, the motivation level and the performance of the students is growing. For the students of the computer group it is more typical that they test and that they help each other's work on the practises.

One of the important things from the problems of the computer and Internet usage in the education is that the computer labs are very full. On the contrary the difficulties it would be useful to use the computer in the corresponding education as well, where it is such a short time for constructing,

as there is only 10 teaching lessons in one semester for teaching the Descriptive geometry.

According to the current experiences the task of the future is the correcting, developing of the computer worksheets and by the help of these to make the practises more effective. In the future we plan to make interview's with the students to reveal the problems more punctual.

13. Publikációk / List of publications

Referált cikkek / Referred publications

- [1] Nagy-Kondor, R. (2004). *Dynamic geometry systems in teaching geometry*, Teaching Mathematics and Computer Science, 2/1, 67-80.
- [2] Nagy-Kondor, R. (2005). *Special Characteristics of Engineer Students' Knowledge of Functions*, International Journal for Mathematics Teaching and Learning, 10, 1-9.
- [3] Nagy-Kondor, R. (2007). *The background of students' performance*, Teaching Mathematics and Computer Science, 4/2, 295-305.

Konferencia kiadványok / Conference lectures

- [4] Nagyné Kondor R. (2003). *Számítógéppel támogatott interaktív módszerek a geometria tanításában*, XXVI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Konferenciakötete, 129.
- [5] Nagyné Kondor R. (2003). *A Cinderella program használata a geometria tanításában*, Cseresznyeérési Konferencia Konferenciakötete, 1-16.
- [6] Nagyné Kondor R. (2005). *Dinamikus geometriai rendszer a mérnök hallgatók oktatásában*, II. Felvidéki Matematikai Szakmódszertani Doktorandusz Konferencia Konferenciakötete, Pont Társadalomtudományi folyóirat 1. – Matematikai Szakmódszertani különszám, 1-7.

Oktatási segédanyagok / Educational aids

- [7] Nagyné Kondor R. (2003). *Válogatott zárthelyi feladatok matematikából*, DE MFK
- [8] Nagyné Kondor R. (2003). *Válogatott zárthelyi feladatok matematikából Megoldások*, DE MFK

- [9] Kocsis I. – Nagyné Kondor R. (2007). *Lineáris programozás a gyakorlatban*, DE ATC MK

Egyéb publikációk / Other publications

- [10] Nagyné Kondor R. (2003). *Dinamikus geometriai rendszerek a geometria oktatásában*, Iskolakultúra, 12, 67-73.
- [11] Nagy-Kondor, R. (2005). *The Use of Computer to Increase Efficiency in Education*, Debreceni Műszaki Közlemények, 1, 33-37.
- [12] Nagyné Kondor R. (2006). *Összehasonlító geometria*, Debreceni Műszaki Közlemények, 1, 63-73.
- [13] Nagy-Kondor, R. (2006). *Computer-aided Search for Point Sets*, Debreceni Műszaki Közlemények, 4, 57-62.
- [14] Nagyné Kondor R. (2006). *Számítógépek a matematikaoktatásban*, Pedagógiai Műhely, 4, 63-66.

Konferencia előadások / Conference lectures

- [15] Nagyné Kondor R. (2003). *Számítógéppel támogatott interaktív módszerek a geometria tanításában*, OTDK, Kecskemét
- [16] Nagyné Kondor R. (2003). *A Cinderella program használata a geometria tanításában*, Cseresznyeéri Konferencia, PMMF, Pécs
- [17] Nagy-Kondor, R. (2004). *Characteristics of knowledge in functions application at engineer students*, Varga Tamás Days on Mathematics Education, Budapest
- [18] Nagyné Kondor R. (2004). *Dinamikus geometriai rendszer a mérnök hallgatók oktatásában*, II. Felvidéki Matematikai Szakmódszertani Doktorandusz Konferencia, Révkomárom, Szlovákia