

## AZ YBL MIKLÓS KAR ÉPÍTÉS HALLGATÓINAK TÉRSZEMLELET MÉRÉSE MCT SEGÍTSÉGÉVEL<sup>⊗</sup>

### MEASUREMENT OF SPATIAL ABILITIES OF ARCHITECT STUDENTS AT YBL FACULTY BY MENTAL CUTTING TEST

**BÖLCSKEI Attila**

főiskolai tanár

**KOVÁCS András Zsolt**

tanársegéd

Szent István Egyetem,  
Ybl Miklós Építéstudományi Kar,  
Ábrázolás és Számítástechnika Tanszék  
Budapest 70. Pf. 117, H-1442  
bolcskei.attila@ybl.szie.hu  
kovacs.andras.zsolt@ybl.szie.hu

**Kivonat:** Cikkünk célja, hogy ismertessük egy, a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karán, elsőéves építészmérnök hallgatók térszemléletének változása tárgyában készített felmérés eredményeit. A kutatásban a nemzetközileg elismert Mental Cutting Test-et (MCT) alkalmaztuk. Többek között megvizsgáltuk, hogy egy illetve két félév ábrázoló geometriai stúdium milyen hatást gyakorol a tesztet kitöltők eredményességére; hogyan alakul az egyes hallgatói csoportokban az eloszlás, megfigyelhető-e nemek között szignifikáns különbség illetve milyen faktorok befolyásolják az eredményességet? Vizsgálatainkban statisztikai módszerekkel dolgoztunk; az adatok kiértékeléséből levonható következtetéseinket, feltevéseinket hipotézisvizsgálatnak vetettük alá és a tapasztalatokat elemeztük.

**Kulcsszavak:** Ábrázoló geometria, térszemlélet mérése, MCT

**Abstract:** In this paper we present some results of a survey that aimed to examine the development of spatial abilities of architect students at Ybl Miklós Faculty of Architecture and Civil Engineering. The survey was carried out by the world-wide Mental Cutting Test (shortly MCT). Among others, we examined the impact of the studies of the discipline Descriptive Geometry on MCT test results; analyzed as the effect of some recorded factors, as the distribution in different subject groups and found signs of considerable differences between genders. During data processing we used statistical methods, the conclusions extracted from data evaluation were submitted to hypothesis testing. We also try to explain the observations.

**Keywords:** Descriptive geometry, measurement of spatial abilities, MCT

#### 1. BEVEZETÉS

Mindennapjainkat mind fokozottabb mértékben hatják át az információs és infokommunikációs technológiák. A jelenség a természettudományos-mérnöki képzésben és gyakorlatban még inkább megfigyelhető. Ez a mindenütt jelenlévő számítástechnika általában véve is felértékeli a térbeli tájékozódás képességét, amely hangsúlyosan érvényes az építészmérnöki gondolkodásra. A tervező, modellező szoftverek ismerete azonban önmagában nem garancia arra, hogy színvonalas, ötletgazdag, egyedí megoldásokat tartalmazó terveket hozzunk létre, hiszen a kreatív alkotó munkának csupán eszközét jelentik. Éppen ezért érthető, hogy a térszemlélet képességének fejlesztése a mindenkori

---

<sup>⊗</sup> Szaklektorált cikk. Leadva: 2012. szeptember 28., Elfogadva: 2012. december 07.

Reviewed paper. Submitted: 28. September 2012. Accepted: 07. December 2012.

Lektorálta: NAGYNÉ Dr. KONDOR Rita / Reviewed by Dr. Rita NAGY KONDOR

építészmérnök képzés fókuszában van, melyet mi sem mutat jobban, mint a témakörrel foglalkozó hatalmas szakirodalom.

Arra nézve nincsen konszenzus, hogy pszichológiai-módszertani szempontból mit értünk pontosan a térszemlélet kifejezés alatt. Jelen munkában a szerzők Séra László és szerzőtársai [8] definícióját fogadják el, mely szerint „vizuális-téri képességnek a két- és háromdimenziós alakzatok észlelésének és az észlelt információknak tárgyak és viszonylatok megértésére és problémák megoldására való felhasználásának képességét nevezzük”. A térszemlélet közvetlenül nem mérhető, csak egyes feladat megoldási képességeken keresztül lehet rá következtetni. Ugyancsak ismert tény, hogy a térszemlélet nem az ember vele született képessége, hanem hosszan tartó tanulási folyamat eredménye. Ez ad reményt számunkra, mérnökképzésben résztvevő oktatók számára, hogy hallgatóink térérzékelését a gyakorlat és a szaktanszékek támasztotta követelmények szintjére emelhesük. A térbeli intelligencia faktorait több kutató is igyekezett számba venni. A legelterjedtebb nézet szerint ezek a következők [3]:

- térérzékelés (spatial perception)
- térbeli vizualizáció (spatial visualization)
- forgatás elképzelése (mental rotation)
- kapcsolatok elképzelése (mental relations)
- térbeli orientáció (spatial orientation).

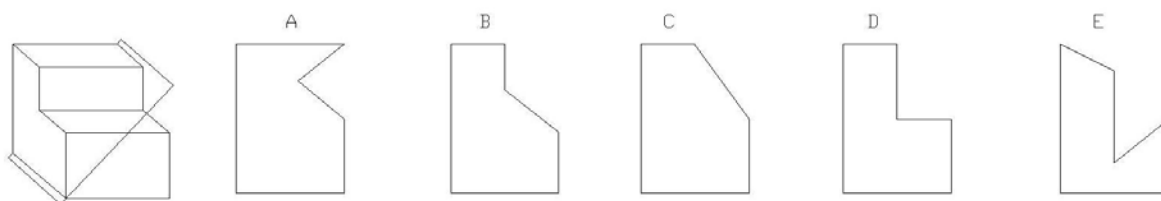
Ezen faktorok közül jelen munkában a kapcsolatok egy speciális esetét, a síkmetszés mentális képének helyességét vizsgáljuk és mérjük, az ezen a téren nemzetközileg elismert Mental Cutting Test (MCT) segítségével [1]. Maga a teszt, több mint 70 éves karrierje alatt változatlan maradt, ezzel is lehetőséget adva a különböző helyen és időben felvett minták összehasonlítására. A teszt az elmúlt években a reneszánszát éli. A nemzetközi vizsgálatok számos megállapítása közül itt kettőt emelünk ki:

- Tsutsumi és szerzőtársai [9] mondták ki először, hogy statisztikailag alátámasztható szignifikáns különbség mutatkozik az MCT eredmények vonatkozásában a nemek között, a férfiak javára.
- Egy osztrák-német MCT felmérés [10] bebizonyította, hogy az ábrázoló geometriai tanulmányok pozitívan hatnak a teszt eredmények alakulására, azaz magára a térszemlélet fejlődésére.

Fontos rámutatni, hogy a térszemlélet mérésével kapcsolatban, mind az MCT, mind más tesztek alkalmazásával korábban több hazai publikáció született [2,4,5,6,7]. Ezek közül több [5,6,7] egy néhány évvel ezelőtt a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karán készült felmérést dolgoz fel, melynek eredményei megerősítették a nemek eltérő eredményességének tapasztalatát és a tipikus hibák vizsgálatán keresztül kísérletet tettek ennek magyarázatára is.

## 2. A FELMÉRÉS KÖRÜLMÉNYEI ÉS MÓDSZEREI

Jelen felmérésünket a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karán, 2010 őszén és 2011 tavaszán első éves építészmérnök hallgatók körében végeztük el. A kísérlethez a fentebb említett Mental Cutting Testet használtuk, melyet a félév során összesen háromszor, az őszi szemeszter első és utolsó óráján, illetve a tavaszi félév legutolsó óráján töltöttünk ki. A szeptemberi felmérésben 168, a decemberiben 146, míg a májusin 124 építészhallgató vett részt és töltött ki tesztet. Férfiak és nők nagyjából fele-fele részben képviselték magukat. A minta felvételekor a hallgatók NEPTUN kódjukkal kerültek azonosításra, és válaszoltak a nemüket érintő, valamint jobb- vagy balkezesükre illetve előtanulmányaikra vonatkozó kérdéseinkre is. A 25 darab egyenként egy pontot érő feladatot tartalmazó teszt megírására minden alkalommal 20 percet biztosítottunk. Minden tesztfeladat egy test és egy sík ábráját tartalmazza, s a feladat a síkmetszet alakjának meghatározása. Az öt előre megadott lehetséges alternatíva között mindig csak egy helyes található. Az MCT-ben ábrázolt testek többsége viszonylag összetett és szokatlan formájú, némely ezekből csonkolt kocka, de akadnak görbe felületek is.



1. ábra Mintafeladat az MCT tesztből

Az építészhallgatók a vizsgált szemeszterekben ábrázoló geometria oktatásban részesülnek, melynek kimérete heti egy óra előadás és két óra rajztermi gyakorlat. Mindkét félévben folyamatos számonkérésrel, 10 házi feladat és két zárthelyi dolgozat eredményes megoldásával szereznek aláírást a hallgatók; végül, a félév végén írásbeli és esetenként szóbeli vizsgát tesznek. Az Ábrázoló geometria tárgyak tartalma lényegében megegyezik a Debreceni Egyetem Műszaki Kara Építészmérnök BSc képzésével, azaz röviden és vázlatosan az alábbiak szerint alakul:

Az első félévben: Képkalkotási módszerek. Két képsíkos ábrázolás elemei. Illeszkedési és metszési feladatok. Képsík-transzformáció és alkalmazásai. Síklapok és poliéderek metszetei, áthatásai. Modellézés. Méretes feladatok. Testábrázolás. Merőleges és ferde axonometria. Egy- és két-iránypontos perspektíva. Szögletes alakzatok ábrázolása minden ábrázolási rendszerben. Az árnyékszerkesztés elve és alkalmazása Monge-vetületben, axonometriában és perspektívában.

A tavaszi félév anyaga: Másodrendű görbék ábrázolása. A kör vetületei Monge-ban, axonometriákban és perspektívában. A forgásfelületek ábrázolása a különféle rendszerekben. Henger és kúp palástjának kiterítése. A forgásfelületek síkmetszetei, áthatásai. Építészeti alkalmazások. Görbe felületek árnyékainak szerkesztése építészeti alkalmazásokkal a két-képsíkos ábrázolásban, axonometriában és perspektívában. A benapozás geometriája.

Megjegyezzük, hogy Karunkon az Ábrázoló geometria tárgy utolsó féléve a harmadik, melynek keretében (csupán heti egy órában) a mérőszámok (kötés) ábrázolás alapjaival, illetve a csavarvonallal és a vonalfelületekkel ismerkednek meg a hallgatók.

Építészmérnök BSc hallgatóink eredményeit különböző szempontok szerint vizsgáltuk: legelőször a teszt eredmények változását időben; majd a felvett adatok, úgymint a hallgató neme, a bal- illetve jobbkezesesség, illetve a korábbi ábrázoló geometriai tanulmányok léte, és a teszt eredmények közötti kapcsolatot. Vizsgálatainkban statisztikai módszerekkel, megoszlási viszonyszámokkal, indexekkel dolgoztunk; az adatok kiértékeléséből kiolvasható tendenciákból következtetéseket vontunk le, mely feltevéseinket hipotézisvizsgálatnak vetettük alá.

A következőkben – minden megállapítás és eredmény esetében – először a statisztikai módszereket és azok eredményeit ismertetjük, majd kísérletet teszünk a jelenségek magyarázatára.

Egy technikai megjegyzés: az adatok feldolgozása során a 0, 1, 2, ...25 pontot elért alanyok számát, osztályaikat kettesével egyesítve, 13 klaszterbe soroltuk, mely a statisztikai eljárások számára alkalmasabb. Az elért pontokat minden egyes klaszterben (szomszédos) végpontjainak átlagára változtattuk.

### 3. A HALLGATÓK TESZTEREDMÉNYEI ELOSZLÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Először arról kívántunk megbizonyosodni, hogy a fent leírt, klaszterizált eloszlás adott szignifikancia szint mellett becsülhető-e normális eloszlással? A statisztikai szakirodalomból ismert, hogy a becsült normális eloszlás paramétereire – a maximum-likelihood módszer szerinti – legvalószínűbb értékek:  $m \approx$  mintaátlag illetve,  $\sigma \approx$  minta korrigálatlan szórása. Ezekkel az értékekkel becsülve normális eloszlásunk paramétereit, becsléses illeszkedésvizsgálattal és a problémát diszkretizálva kiszámítható lett az alábbi statisztika:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{13} \frac{(g_i - b_i)^2}{b_i} \quad (1)$$

ahol:

- $g_i$  – a gyakoriság;  
 $b_i$  – a számított normális eloszlásból kapott becsült gyakoriság.

Tekintetbe véve a klaszterek és a becsült paraméterek számát, jelen esetben ez egy 10 szabadsági fokú,  $\chi^2$  -eloszlású valószínűségi változó lesz.

Választ kerestünk tehát az alábbi nullhipotézisre:

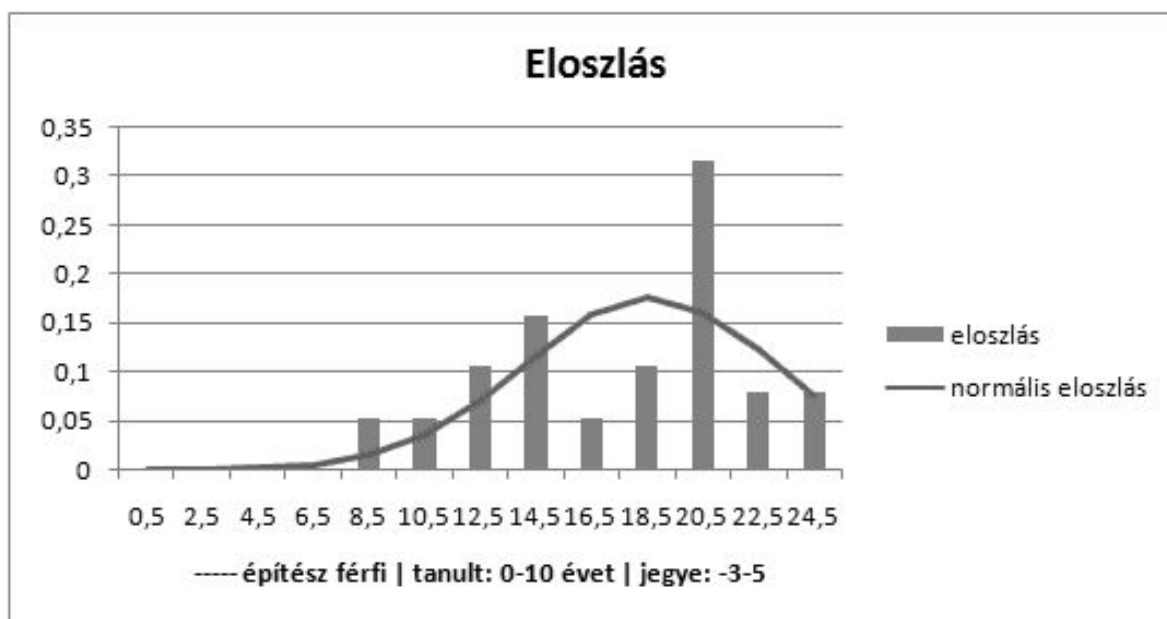
$H_0$ : valamely empirikusan nyert eloszlás eloszlásfüggvénye = normális eloszlás eloszlásfüggvénye.

A szeptemberi felméréseket figyelembe véve, megállapítottuk, hogy 95%-os szignifikancia szint mellett nem fogadható el a fenti nullhipotézis, ha a teljes építészmérnök évfolyam mintáját tekintettük, ugyanis  $\chi^2 = 20.16 > 18.31$ . Ha – a bevezetésben említett nemi különbségekre tekintettel – a férfiak illetve a nők csoportjait szeparáltan vizsgáltuk, akkor viszont megállapítható volt, hogy külön-külön ezek ugyanezen szignifikancia szinten normális eloszlásúak ( $\chi^2 = 10.30$  illetve  $\chi^2 = 16.98$ ).

A decemberi felmérés eredményei pontosan összecsengtek a szeptemberi eredményekkel:  $\chi^2 = 19.46 > 18.31$  illetve  $\chi^2 = 10.99$  és  $\chi^2 = 10.31$ ; a normális eloszlás 95%-on csak nemenként mondható el.

Az utolsó, májusi felmérés tapasztalata azonban ettől eltérő. Ekkor mind a teljes évfolyam, mind a nemek szerinti bontás eredménye alátámasztja a nullhipotézist: az eloszlás normális. A teljes évfolyamra ugyanis  $\chi^2 = 11.26$ , a férfiakra  $\chi^2 = 16.36$ , a nőkre  $\chi^2 = 5.11$ .

A számok azt is mutatják, hogy ameddig a nők halmaza egyre inkább követi a normális eloszlást, a férfiaké annál kevésbé, s mindez együttesen, globálisan nézve az évfolyam normális eloszlását eredményezi. Ha szemügyre vesszük a férfiak májusi eredményeiről készült grafikont (2. ábra), akkor feltűnő, hogy azon két csúcst lehet megkülönböztetni. Úgy sejtjük, hogy voltaképpen két normális eloszlás szuperpozíciójáról van szó.



2. ábra Építészmérnök férfiak májusi teszteredményei

Ez azt jelenti, hogy a férfiak halmazát valószínűleg két részre lehet bontani, egyrészt a magas eredményeket elérő, kiemelkedő hallgatók, másrészt a szerényebb képességű hallgatók csoportjára. Minthogy a jelenség májusra érik be, azt is hozzátehetjük, hogy a magasabb eredményt elérők jobban fejleszhetőnek mutatkoztak, ami a mentális metszést illeti. A fejlődés és fejleszhetőség témáját ezért is vizsgáltuk fokozottabban.

#### 4. A HALLGATÓK FEJLŐDÉSE A SZÁMOK TÜKRÉBEN

Az alábbi, 1. Táblázatban az építészhallgatók által elért eredmények átlagait gyűjtöttük ki, nemek szerinti illetve időrendi bontásban. Az első oszlop az első szemeszter végén kibukott hallgatók szeptemberi eredményeit tartalmazza, a további oszlopok a félévet sikeresen teljesítők adatait tartalmazzák.

	<i>sikertelen hallgatók (szeptember)</i>	<i>sikeres hallgatók (szeptember)</i>	<i>sikeres hallgatók (december)</i>	<i>sikeres hallgatók (május)</i>
összesen	12.24	13.80	15.53	16.13
nők	11.83	12.67	14.33	14.68
férfiak	12.68	14.79	16.58	17.55

1. Táblázat MCT teszteredmények átlagai

A táblázatból rögtön kiolvasható, hogy minden csoportban töretlen a javulás. Ugyanakkor megjegyzésre érdemes, hogy a fejlődés mértéke az első félévben sokkal nagyobb, a második félévben csekélyebb. Ennek magyarázata az lehet, hogy a poliéderek síkmetszése szerkesztésének módszerével a hallgatók már első féléves ábrázoló geometriai tanulmányaikban találkoznak, s ez alkotja az MCT feladatainak zömét. A forgásfelületek második félévben tanult esetei a teszt feladatai között elenyésző számban szerepelnek csak.

A másik említésre érdemes tény az, hogy a lányok elmaradása a fiúkhoz képest itt is igazolást nyert. Sőt, a számok alapján úgy fogalmazhatunk, hogy a hölgyek két félév ábrázoló geometria tanulás után jutnak arra a szintre (14.68), ahonnan a fiúk szeptemberben indulnak (14.79).

A hallgatói eredményeket újabb statisztikai próbának is alávetettük abból a célból, hogy a nők és férfiak, illetve a különböző minták alanyainak összekeverhetőségét vizsgáljuk. Erre szolgál az ugyancsak  $\chi^2$ -próba épülő homogenitás vizsgálat. Az alábbi hipotézist vizsgáltuk:

$$H_0: X \text{ és } Y \text{ valószínűségi változó eloszlása azonos,}$$

ahol  $X$  és  $Y$  a mintaelemekből nyert valószínűségi változók, melyek gyakoriságait jelölje  $f_i$  és  $g_i$ , a sokaságok elemszáma legyen rendre  $n$  és  $m$ . A 13 klaszterre vonatkozóan kiszámítottuk a

$$\chi^2 = nm \sum_1^{13} \frac{\left( \frac{f_i}{n} - \frac{g_i}{m} \right)^2}{\frac{f_i + g_i}{n + m}} \quad (2)$$

statisztikát, mely – figyelembe véve az osztályok számát – egy 12 szabadsági fokú  $\chi^2$ -eloszlást követ.

Megállapítható, hogy a tárgyat sikeresen elvégző építész férfiak és nők eloszlása szeptemberben akár 73%-os szignifikancia szinten is azonos, decemberre a különbségek lecsökkennek, és már akár 14%, míg májusban ismét csak 70%-os megbízhatósági szinten fogadható el a nullhipotézis. A számok alakulása azt jelzi, hogy a homogenitás mértéke decemberben a legnagyobb, egy félév ábrázoló tanulmány összerázza a mezőnyt, ami azután a második félév végére ismét visszaáll a kiindulási szintre. Itt ismét úgy véljük, hogy a Mental Cutting Test megoldásához szükséges, főleg első féléves síkmetszési tapasztalatok pozitív hatását érzékeljük.

A továbbiakban, új szempontként a tesztek kitöltő hallgatók rontását/javítását jellemző

megoszlási viszonyszámokkal jellemezzük a fejlődést. Minthogy könnyen elképzelhető, hogy egyazon kísérleti alany pillanatnyi állapotának megfelelően akár rövid időn belül is különböző eredményeket ér el egyazon teszt megírásakor, nem tekintettük javításnak, illetve rontásnak, ha egyazon hallgató két mintájának eredménye között csak 1 pont eltérés volt. Ilyen aspektusból értékelve a teljesítményeket szintén szembeötlő, hogy minden frakcióban javultak a eredmények (2. Táblázat). Az első oszlop a szeptemberről decemberre, decemberről májusra illetve szeptemberről májusra való változást jelzi a teljes évfolyamon és nemek szerinti bontásban is, a tárgyat sikerrel végzők körében.

	Rontott (%)	Maradt (%)	Javított (%)
Építészek sz→d	10.0	43.3	46.7
Építészek d→m	16.0	41.3	42.7
Építészek sz→m	13.3	32.0	54.7
Építész nő sz→d	11.9	42.9	45.2
Építész nő d→m	18.9	37.8	43.3
Építész nő sz→m	18.9	27.0	54.1
Építész ffi sz→d	8.3	43.8	47.9
Építész ffi d→m	13.2	44.7	42.1
Építész ffi sz→m	7.9	36.8	55.3

2. Táblázat Rontás és javítás az egyes hallgatói csoportokban

Az adatokat elemezve megállapítható, hogy minden esetben a legnagyobb arányt a több mint egy ponttal javítók képezik. A javulás ugyan töretlen, de inkább az első félévre jellemző. Nagy különbség mutatkozik a fejleszthetőség vonatkozásában nők és férfiak között, a nők hajlamosabbak a kifejezett rontásra, míg a férfiak inkább a határozott javításra.

Az eredmények javulása azonban véleményünk szerint összetettebb probléma annál, hogy a fenti mérőszámokkal kielégítően jellemezni lehessen. Itt arra gondolunk, hogy mivel az elérhető pontszám maximálva van, bizonyos tudásszint felett nehezebb előre lépni. Az a hallgató például, aki 10 pontról 12-re fejlődött, 120%-os eredményt ért el és a javított kategóriába került az előző eljárás szerint, míg aki 24 pont után 25-öt ért el, csak 104 %-os javulást könyvelhetett el, illetve az előbbi kiértékelési elv szerint nem is javított, jóllehet a maximális eredményt érte el. Ezért jónak láttuk a fejlődést egy újabb módon, a telítettségre jellemző  $a$  mennyiséggel jellemezni:

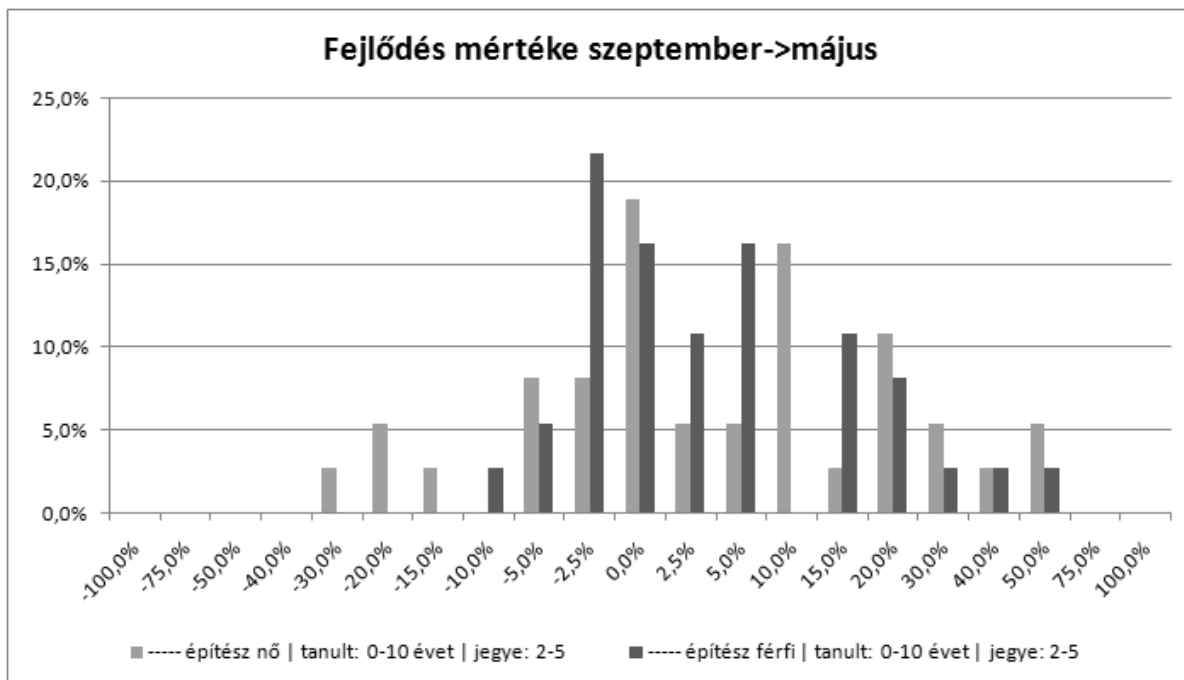
$$a = \left( \frac{h}{m} \right)^2 \quad (3)$$

ahol:

- $h$  – a tesztek pontszámában mérhető változás;
- $m$  – az alany részéről még megszerezhető pontszám.

Előző példánkban a 10 pontról 12-re javító alanyra vonatkoztatva  $h = 2$  és  $m = 15$ , hiszen a 25 pontos maximális eredményhez még ennyi pontra volna szüksége. Így az ő esetében  $a = (2/15)^2 \approx 0,02$ , míg a második alanyánál  $a = (1/1)^2 = 1$ . Érzésünk szerint ez a mérőszám a hallgatók fejlődését, a már birtokolt tudást is figyelembe véve, alkalmasan jellemzi.

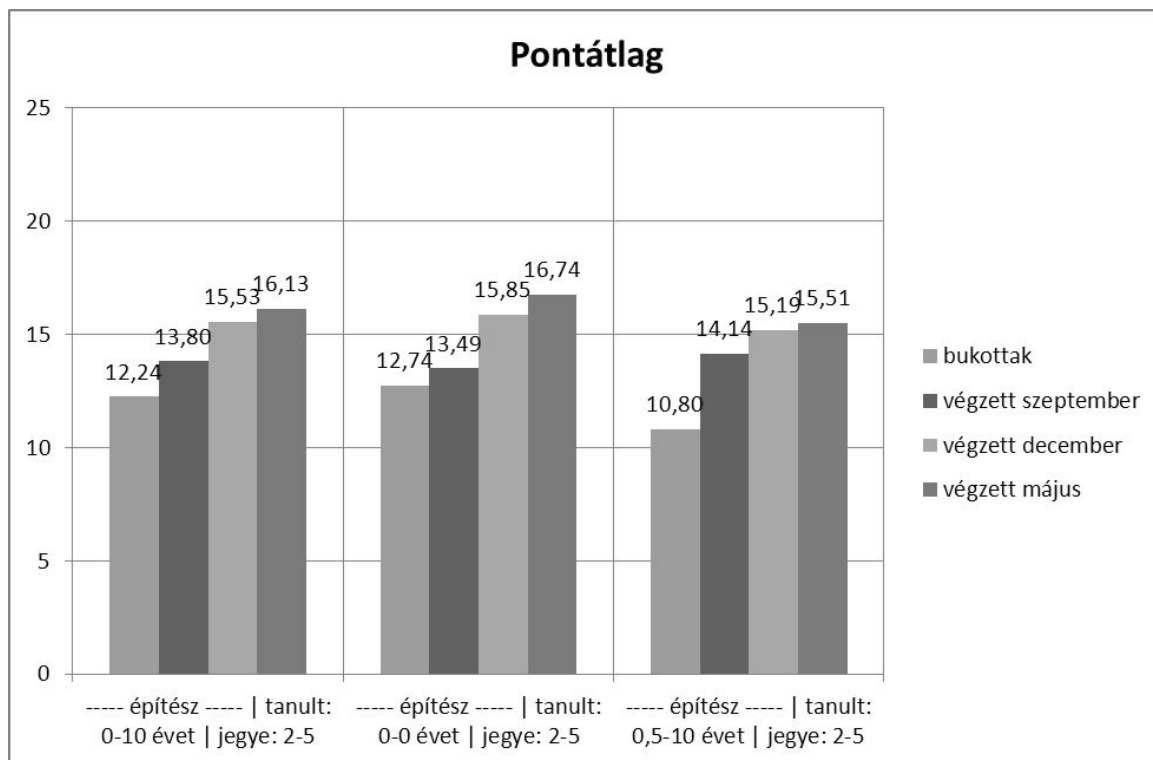
A 2. ábrán ebből a szempontból ábrázoltuk az építész nők és férfiak csoportjait. A fejleszthetőség ilyen megközelítése alapján elmondható, hogy a férfiaknak igen kis hányada ront jelentősen, a stagnálók ( $\pm 2,5\%$ ) aránya mintegy 50%, de összességében a grafikon a pozitív tartomány felé eltolódott. A nők esetében extrém rontások is megfigyelhetők, ugyanakkor sokan közülük intenzíven fejleszthetők, hiszen a min.+20%-ot javítók aránya mindenütt eléri és meg is haladja a férfiakét. Az összkép az ő esetükben is – a korábbi eredményekkel összehangban, természetesen – a pozitív tartomány felé eltolódott.



3. ábra A fejlődés mértéke az „a” mérőszámmal

### 5. A FELMÉRÉS SORÁN RÖGZÍTETT EGYÉB ISMÉRVEK HATÁSAI

Korábban már említettük, hogy a minták felvételekor több kérdést is intéztünk a hallgatókhoz. Az alábbiakban azt fogjuk vizsgálni, hogy milyen mértékben befolyásolták ezek az MCT teszt eredményes kitöltését illetve a tárgy sikeres elvégzését.



4. ábra Az előtanulmányok fejlődésre gyakorolt hatása

A 4. ábra tanúsága szerint – ahol a teljes évfolyam eredményei szerepelnek a sikertelenek szeptemberi illetve a sikeresek három mintájának tükrében – az előtanulmányok megléte hátrányosan befolyásolta az eredményes tesztkitöltést, holott ennek ellenkezője lenne várható. Ennek tanulsága számunkra az, hogy a jövőbeni felmérések alkalmával meg kell különböztetni a középiskolai előtanulmányokkal rendelkezőket, az ugyanezen tárgyat korábban sikertelenül felvett hallgatóktól. Az anomália oka ugyanis nyilván abban keresendő, hogy sok diák bukása okán jelölt előtanulmányokat. Ha csak azokra szűkítjük a vizsgálatot, akik legalább 2 év előtanulmánnyal rendelkeznek – és valószínűsíthetően ez nem halmozott bukást, hanem valós középiskolai képzést jelent –, akkor az adatsor kedvezőbb képet mutat: 12.50 – 15.13 – 16.67 – 16.67. Ezekből a számokból úgy tűnik, hogy az előképzettséggel nem rendelkező hallgatók 2 félév után utolérlik a korábban már ábrázoló geometriával érintkezésbe került diákokat, azaz megkockáztatható a kijelentés, hogy az MCT által mért faktorokban képzésünk hatékony volt.

A tesztek eredményeit megvizsgáltuk abból a szempontból is, hogy a felvett adatok – nem, jobb- illetve balkezesség, előtanulmányok – közül melyek befolyásolják a tantárgy sikeres teljesítését.

Ennek tesztelésére szintén  $\chi^2$ -próbára vezető, becsléses függetlenség vizsgálatokat végeztünk. Kiszámítandó volt a

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{\left( f_{ij} - \frac{\varphi_i \varphi^{(j)}}{n} \right)^2}{\varphi_i \varphi^{(j)}} \quad (4)$$

ahol:

- $n$  – a minta elemszáma;
- $f_{ij}$  – a gyakoriság;
- $r$  és  $s$  – a különböző ismérvek szerinti osztályok száma;
- $\varphi_i$  és  $\varphi^{(j)}$  – az ismérvek szerint kumulált gyakoriságok.

A kiszámított értéket az  $(r-1)(s-1)$  szabadsági fokú  $\chi^2$ -eloszlás táblázatával összevetve lehet a függetlenség hipotézisének megtartása vagy elvetése mellett dönteni.

Megállapítottuk, hogy a tárgy elvégzésének sikeressége nem múlik a nemén, ennél az ismérvnél csekély megbízhatósági szinten sem volt a hipotézisnek ellentmondó a számított érték ( $\chi^2 = 0.36$ ). Az előképzetség vonatkozásában építészmérnököknél 99%-os szignifikancia szinten sem tartható az előképzetség és az első félév sikeres zárás függetlenségének hipotézise ( $\chi^2 = 8.74$ ). Ez alapján egyértelműen kijelenthető, hogy az előképzettek sokkal valószínűbb, hogy sikeresen teljesítik a szemesztert.

Emellé sorakoztatjuk még az MCT teszt során elért pontszám és a félév végén szerzett érdemjegy közötti függetlenség vizsgálatának eredményét is, mely szerint építészeknél a jegy és a pontok 98%-os szinten sem függetlenek, a hipotézis nem tartható.

Ezeket a megfigyeléseket szintén érdemes alaposan körüljárni. Az építészek alaposabb, elmélyültebb tudást igénylő képzése együtt jár azzal, hogy azok, akik a tárggyal korábban már valamilyen szinten megismerkedtek, előnyt élveznek, így a számonkérésekben szinte maradéktalanul érvényesülni tudtak a tudásbeli különbségek, a jobban teljesítő jobb osztályzatot, a kevésbé meggyőzően teljesítő rosszabbat kapott. Az építészmérnökök esetében a képzési idő megengedi, hogy a hallgatók térszemléletében jelentkező valóságos különbségek az osztályzatokban is tükröződjének. (Megemlítjük, hogy ez a jelenség nem volt megfigyelhető a csak egy félév ábrázoló geometriát hallgató építőmérnök hallgatók körében [2].)

A tesztek kiértékelése kapcsán vizsgáltuk a jobb- illetve balkezesség hatását is. A kapott alacsony érték ( $\chi^2 = 0.22$ ) arra utal, hogy nincs kapcsolat a sikeresség és a kéz preferencia között. Érdekes megfigyelés, hogy a balkezes építész férfiaknál szeptemberről decemberre 134%-os a javulás, míg a



jobbkezeseknél, illetve bármilyen kezes nőknél mindössze 15-17 %! Mintáink méretei miatt óvakodunk messzemenő következtetéseket levonni ezekből a megfigyelésekből, de sejtésként talán érdemes megfogalmazni, hogy a balkezes férfiak térszemlélete mintha jobban fejleszhető volna. Ez a sejtés még – nagyobb elemű mintákon végzett – további vizsgálatokat tesz majd indokolttá.

## 6. KONKLÚZIÓK ÉS TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK

A fentiekben részletesen kielemeztük egy, a Szent István Egyetem Ybl Karán elsőéves építészmérnök hallgatók körében, a standard Mental Cutting Test felhasználásával végzett felmérés eredményeit. Megállapításaink az alábbiakban összegezhetők.

- A nők MCT eredményei elmaradnak a férfiakétól. Két félévnyi ábrázoló geometria tanulás után érik csak utol a férfiak kezdeti szintjét.
- Az ábrázoló geometria tanulása minden csoportban fejleszti a térszemléletet az MCT által mért faktor(ok)ban.
- Az építész férfiak csoportján belül nagy valószínűséggel megkülönböztethető egy magasan teljesítő, képezhető részcsoport.
- Az MCT eredményességére döntően az első féléves ábrázoló geometria tanulmányok hatnak pozitívan. Ennek oka abban található, hogy az MCT döntően síklapú testek síkmetszeteit tartalmazza, mely témakörrel ebben a félévben ismertetjük meg a hallgatókat.
- Az előtanulmányok pozitív hatást gyakorolnak a tárgy sikeres elvégzésére, ugyanakkor a sikeresen teljesített két félév során az előképzettséggel nem rendelkezők utolérlik az előképzetteket.
- Az építészmérnök mintatantervben szereplő több félév ábrázoló geometria lehetőséget teremt arra, hogy nagyfokú összhang mutakozzék a valós, pl. MCT által is mérhető térszemlélet és a tantárgy sikeres elvégzése között.

Vizsgálatainkat a továbbiakban más tesztek felhasználásával kívánjuk folytatni. Az elkövetkezőekben be kívánunk számolni a nemzetközileg ismert másik fontos teszt, az ún. Mental Rotation Test segítségével az Ybl Karon történt felmérés és ezen vizsgálat eredményeinek kapcsolatáról is, különös tekintettel a bal- illetve jobbkezesesség eredményességre gyakorolt hatásaira.

Bízunk benne, hogy megállapításainkkal, a hatások és összefüggések feltárásával minden építészmérnököt képező felsőoktatási intézmény számára segítséget nyújtottunk az oktatás hatékonyabbá tételéhez.

## 7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] CEEB Special Aptitude Test in Spatial Relations, Developed by the College Entrance Examination Board, USA 1939.
- [2] **BÖLCSKEI, A., GÁL-KÁLLAY, SZ., KOVÁCS, A. ZS., SÖRÖS, CS.**, Development of Spatial Abilities of Architectural and Civil Engineering Students in the Light of the Mental Cutting Test, *Journal for Geometry and Graphics*, 16/1 (2012), 97-109.
- [3] **MCGEE, M.G.**, Human Spatial Abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and neurological influences, *Psychological Bulletin*, 86 (1979), 899–918.
- [4] **NAGY-KONDOR, R.**, Spatial ability of engineering students, *Annales Mathematicae et Informaticae*, Vol. 34 (2007), 113–122.
- [5] **NÉMETH, B.**, Measurement of the development of spatial ability by Mental Cutting Test, *Annales Mathematicae et Informaticae*, Vol. 34 (2007), 123–128.
- [6] **NÉMETH, B., HOFFMANN, M.**, Gender differences in spatial visualization among engineering students, *Annales Mathematicae et Informaticae*, Vol. 33 (2006), 169–174.
- [7] **NÉMETH, B., SÖRÖS, C., HOFFMANN, M.**, Typical mistakes in Mental Cutting Test and their consequences in gender differences, *Teaching Mathematics and Computer Science*, (2007), 1-8.
- [8] **SÉRA, L., KÁRPÁTI, A., GULYÁS, J.**, A térszemlélet, Comenius, Pécs, 2002

- [9] **TSUTSUMI, E., SHINA, K., SUZAKI, A., YAMANOUCHI, K., TAKAAKI, S., SUZUKI, K.,** A Mental Cutting Test on female students using a stereographic system, *Journal for Geometry and Graphics*, 3 (1999), 111-119.
- [10] **TSUTSUMI, E., SCHRÖCKER, H.-P., STACHEL, H., WEISS, G.,** Evaluation of Students' Spatial Abilities in Austria and Germany. *Journal for Geometry and Graphics*, 9/1 (2005), 107–117.