

---

Proceedings of the  
Conference on Problem-based Learning  
in Engineering Education

---

11<sup>th</sup> May 2022

---

organised by the  
Department of Basic Technical Studies  
Faculty of Engineering University of Debrecen

---

Edited by Imre Kocsis

---

ISBN 978-963-490-454-0

[www.mat.unideb.hu](http://www.mat.unideb.hu)

## Program Committee

IMRE KOCSIS PHD

BALÁZS KULCSÁR PHD

RITA NAGY-KONDOR PHD

CSABA GÁBOR KÉZI PHD

GUSZTÁV ÁRON SZÍKI PHD

ADRIENN VARGA PHD

## Organising Committee

ÉVA ÁDÁMKÓ PHD

CSABA GÁBOR KÉZI PHD

ERIKA PERGE PHD

ATTILA VÁMOSI

## Contents

*CERNUSNÉ ÁDÁMKÓ ÉVA, SZÁNTÓ ATTILA, SZIKI GUSZTÁV ÁRON (PBLEE/22/01)*

Szoftveres fejlesztések villamos motorok tesztelésére kifejlesztett mérőrendszerhez

*FRANKÓ KRISZTINA (PBLEE/22/02)*

Projektalapú tanulási megközelítés az egyetemi mérnökképzésben

*HAN CZ GABRIELLA (PBLEE/22/03)*

A környezetvédelmi hatásvizsgálat oktatása során alkalmazott módszerek és tapasztalatok

*ISTVÁN W. ÁRPÁD, SÁNDOR DÜLL, DÉNES KOCSIS, JUDIT T. KISS (PBLEE/22/04)*

Application of modern teaching methods in the specialization “Operation and Maintenance” of the BSc Mechanical Engineering at the University of Debrecen

*KÉZI CSABA, NAGYNÉ KONDOR RITA (PBLEE/22/05)*

Alkalmazott matematikai feladatok megoldásának elemzése a középiskolában

*KOCSIS IMRE (PBLEE/22/06)*

A matematika oktatása a 21. századi mérnökképzésben

*KULCSÁR BALÁZS (PBLEE/22/07)*

Komplex látásmód a műszaki képzésben

*PERGE ERIKA (PBLEE/22/08)*

Mérnökhallgatók téri képességének mérési eredményei, a Mental Cutting Test alkalmazása

*VADAI ZSOLT (PBLEE/22/09)*

Középiskolai szilárdságtan oktatás során alkalmazott módszerek és tapasztalatok hasznosítása a felsőoktatásban

*VÁMOSINÉ VARGA ADRIENN (PBLEE/22/10)*

A probléma alapú tanítás problémái

*KOVÁCSNÉ SZABÓ ÁGNES (PBLEE/22/11)*

A DEENK Műszaki Könyvtár szerepvállalása a mérnökhallgatók matematika oktatásában

# Szoftveres fejlesztések villamos motorok tesztelésére kifejlesztett mérőrendszerhez

ÁDÁMKÓ ÉVA, SZÁNTÓ ATTILA, SZIKI GUSZTÁV ÁRON

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék adamko.eva@eng.unideb.hu

*Absztrakt. A Debreceni Egyetem Műszaki Karán működő kutatócsoportunknak jelentős tapasztalata van villamos motorok dinamikai modellezésében és szimulációjában. Több motor típushoz készítettünk már szimulációs programokat. Ezen szimulációs programok bemeneti adatai a vizsgált motor elektromágneses és dinamikai jellemzői, kimenetei pedig a vizsgált motor fordulatszáma, nyomatéka és a rajta átfolyó áram erőssége az idő függvényében. A szimulációs programok elkészítése és futtatása során problémát jelent a bemenő adatok hiánya. A gyártók ugyanis hiányosan vagy egyáltalán nem közlik a szükséges bemenő adatokat. Az elkészült szimulációk esetében a kimeneti függvények pontosságát teszt mérésekkel szükséges validálni. A fenti problémák megoldására egy mérőrendszert fejlesztettünk ki, amellyel az ismeretlen bemeneti jellemzők és kimeneti függvények nagy pontossággal mérhetők. Ebben a cikkben a tesztmérések elvégzésére szolgáló mérőrendszer hardver és szoftver komponensét mutatjuk be. A szoftver komponens moduláris felépítésű, így több különböző fejlesztő eszköz segítségével készült, ezek, NI LabVIEW, Java SE, VBA és MySQL.*

*Abstract. At the Faculty of Engineering of the University of Debrecen, our research group has long-term experience in the dynamic modeling and simulation of electric motors. Several simulation modules have been developed during the last few years. The input data of the developed simulation modules are the technical parameters and characteristics of the analyzed motors. The mentioned technical data from the manufacturers is either not provided or it's incomplete, thus, it is necessary to measure it. Additionally, the accuracy of the output dynamic functions, generated by the simulation modules, has to be tested experimentally. As a consequence, it was decided by the research group to realize a Measurement System for performing both above-mentioned experimental tasks routinely, at high accuracy and at a precision level. In this paper, a brief description of the Hardware Component of the Measurement System and a full detailed one of the developed Software Component is given. The Software Component of the Measurement System is implemented in NI LabVIEW, Java SE, and VBA with an underlying MySQL database. Applying the Software Component, the measured quantities can be monitored in real-time, displayed graphically while being stored in a database for later use.*

## 1. Bevezetés

A Debreceni Egyetem Műszaki Karán működő kutatócsoportunknak jelentős tapasztalata van elektromos járművek (prototípus versenyautók) dinamikai modellezésében és szimulációjában. A szimulációs program része a villamos motor szimulációja, melyet számos motor típushoz készítettünk már el. A programok bemenetei a vizsgált motor elektromágneses és dinamikai jellemzői, kimenetei pedig a motor fordulatszáma, nyomatéka és a rajta átfolyó áram erőssége az

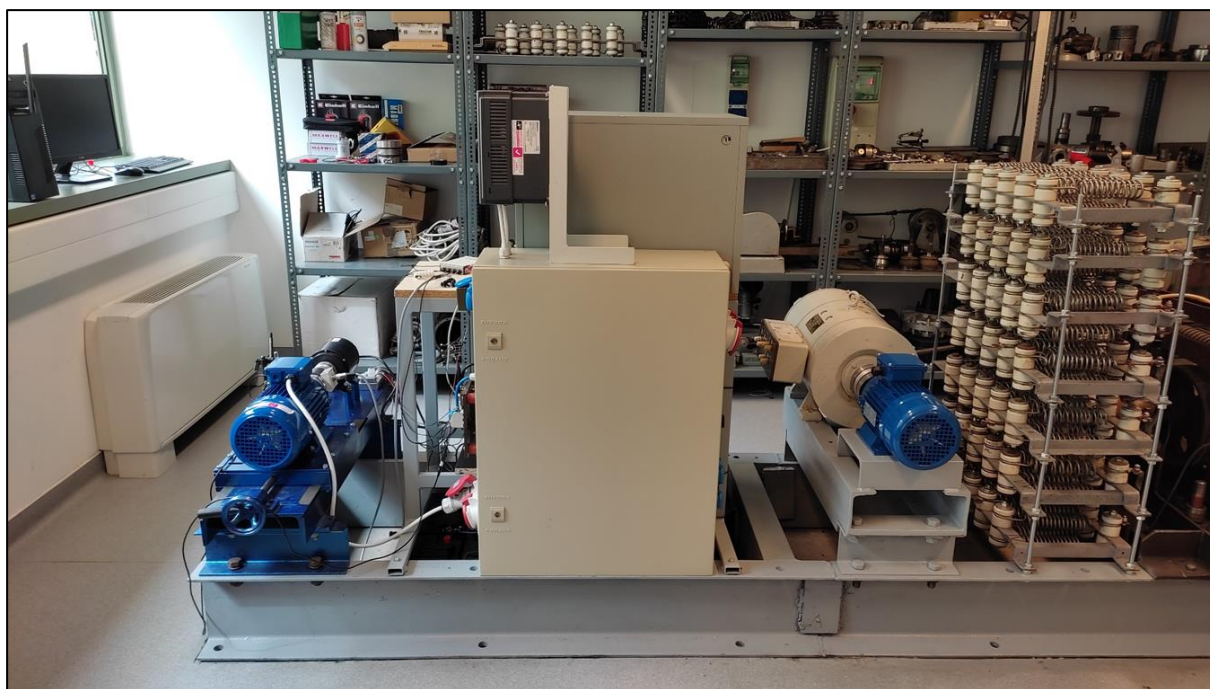
idő függvényében. Kutatásaink során több megválaszolandó kérdéssel is szembesültünk, ezek közül a jelen cikk szempontjából a következő kettő lényeges:

1. A gyártók a szimulációs program bemeneteként szolgáló elektromágneses és dinamikai jellemzőket hiányosan vagy egyáltalán nem közlik.
2. A szimulációs programok kimeneteit nem fogadhatjuk el valósnak, míg azok pontosságát tesztmérésekkel nem validáltuk.

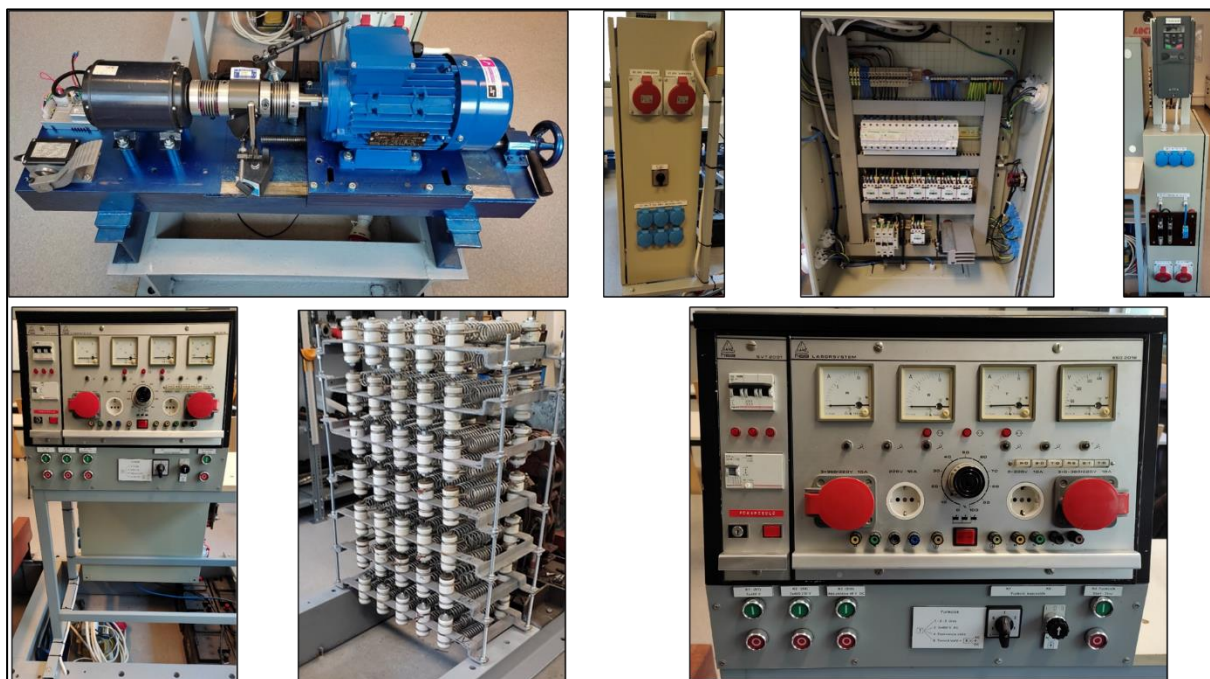
A fenti problémák megoldására egy összetett mérőrendszert fejlesztettünk ki, amellyel az ismeretlen bemeneti jellemzők és kimeneti függvények nagy pontossággal mérhetők. Ebben a cikkben a tesztmérések elvégzésére szolgáló mérőrendszer hardver és szoftver komponensét mutatjuk be.

## 2. Mérőrendszer: Tesztmérésekhez

A Debreceni Egyetem Műszaki Karán felépítettünk egy összetett mérőrendszert, mely a bevezetésben említett tesztmérések elvégzésére alkalmas. A következő ábrákon a mérőrendszer elemeit láthatjuk. Az 1. ábra mutatja a mérőrendszer egészét, melyből számunkra most a mérésadatgyűjtő rendszert futtató PC, a tesztpad, a kapcsolószekrény, a vezérlőegység, a lényeges. Míg a 2. ábrán a tesztpad, a kapcsolószekrény, és a vezérlőegység láthatóak részletesebben.



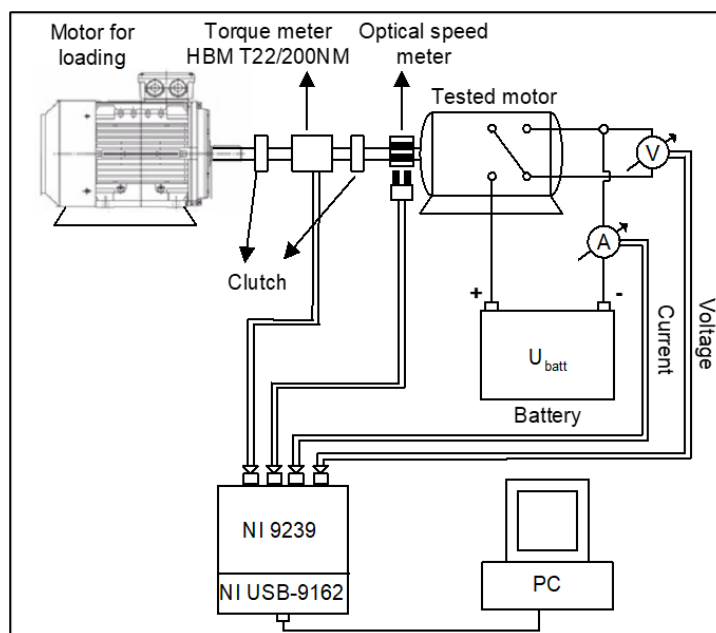
1. ábra: A mérőrendszer (mérésadatgyűjtő rendszer, tesztpad, kapcsolószekrény, vezérlőegység  
– balról jobbra)



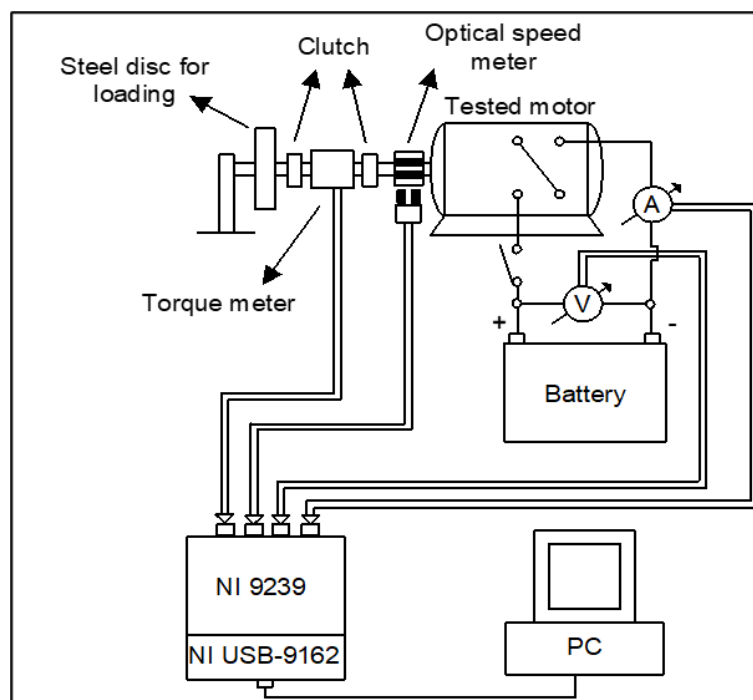
2. ábra: A mérőrendszer (tesztpad, kapcsolószekrény -felső sor, vezérlőegység – alsó sor)

## 2.1. Hardver komponens

A 3. és 4. ábrán a villamos motorok tesztmérésihez épített mérőrendszer rajza látható két különböző mérési elrendezésben. Egy tipikus tesztmérés során különböző terhelő tehetelenségi nyomatókat alkalmazunk a motor fogórészén. Majd a motorra feszültséget adva a forgórészt nyugvó állapotból felpörgetjük, míg el nem éri a maximális fordulatszámát. A felpörgetés során a forgórész fordulatszámát, a motor forgatónyomatékát, a motor tekercsein átfolyó áram erősségét és az akkumulátorok kapocsfeszültségét valós időben mérjük. A forgórész fordulatszámát a motor forgatónyomatékát, a motor tekercsein átfolyó áram erősségét és az akkumulátorok kapocsfeszültségét a mérőrendszer hardver komponensében található szenzorokkal mérjük. Ilyenek például az optikai LED szenzor vagy a forgótengelyes nyomatékmérő, mely szenzorok kimenő jelei mind analóg feszültségjelek. Ahogy az a 3. ábrán látható ezeket a kimeneti feszültségjeleket egy NI 9239 típusú földfüggetlen, négycsatornás mérésadatgyűjtő kártyába tápláljuk be, majd az eljut a mérőrendszer szoftver komponensébe feldolgozásra. A szoftver komponens elengedhetetlen része a mérőrendszernek, az adatgyűjtés, adattárolás, adatfeldolgozás, adatkiértékelés és a grafikus megjelenítés feladatát is ez végzi el. A saját fejlesztésű szoftver komponens elsősorban NI LabVIEW környezetben implementált, de moduláris felépítése révén más programozási nyelveket is alkalmaztunk az elkészítése során.



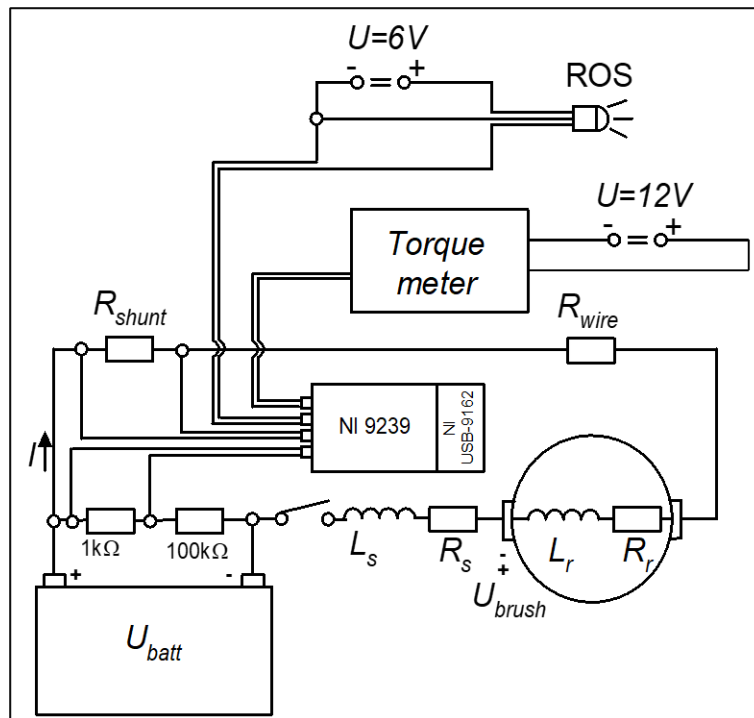
3. ábra: A mérőrendszer tesztmérésekhez készült hardver komponensének sematikus rajza terhelő villamos motor alkalmazásával



4. ábra: A mérőrendszer tesztmérésekhez készült hardver komponensének sematikus rajza terhelő tehetetlenségi nyomatékok alkalmazásával

A korábban említetteknek megfelelően a szenzorokból érkező analóg feszültségjeleket egy NI 9239 típusú mérésadatgyűjtő kártya segítségével gyűjtjük, átkonvertáljuk digitális jelekké, majd

egy CompactDAQ Chassis alkalmazásával USB kapcsolaton keresztül juttatjuk el a mérőrendszer szoftver komponensébe, mely egy asztali számítógépen fut.



5. ábra: A mérőrendszer szenzorai (optikai fordulatszámérő, forgótengelyes nyomatékmérő, sönt ellenállás)

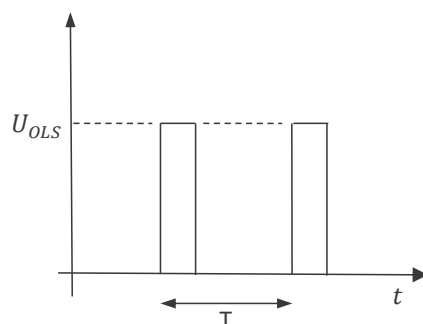
### 2.1.1. Optikai LED szenzor

A mérőrendszerben egy *ROS-P Monarch Instrument* típusú optikai LED szenzort használunk a motor forgórésze fordulatszámának mérésére. Az eszköz által kibocsájtott fényt a motor forgórészen egyenlő távolságban elhelyezett apró fóliák visszaverik. A visszavert fény a szenzorba belépve kimenő feszültség jelet kelt. A feszültségjel nagysága az eszközre kapcsolt tápfeszültséggel egyenlő. ( $U_{OLS} = 6[V]$ ). Két szomszédos feszültségjel közötti időtávolság a következő összefüggéssel számolható:

$$T = 60/(n \cdot N)$$

Ahol  $n$  a motor fordulatszáma, és  $N$  a forgórészen elhelyezett fóliák száma. A 6. ábrán látható egy az eszköz által generált kimeneti négyszögjel, a 7. ábra mutatja az optikai LED szenzort.





6. ábra: Kimeneti négyzetjel

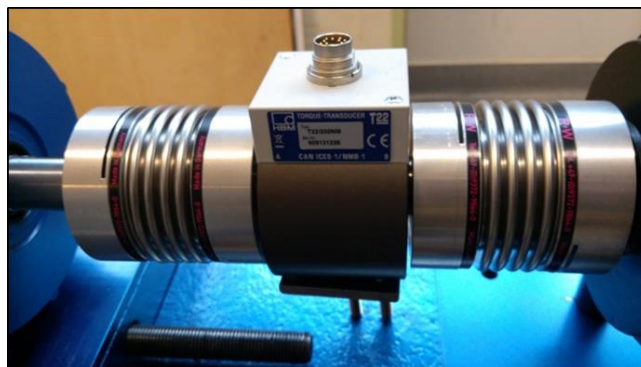


7. ábra: Optikai LED szenzor (ROS-P Monarch Instrument)

## 2.1.2. Forgótengelyes nyomatékmérő

A motor fogórésze által kifejtett forgatónyomatékokat egy HBM T22/200 Nm típusú 0.5 pontosságú forgótengelyes nyomatékmérő szenzorral mérjük, mely a 8. ábrán látható. A szenzor kimeneti feszültségjele ( $U_{RTD}$ ) és a mért nyomaték ( $M$ ) egymással egyenesen arányosak a következő kifejezésnek megfelelően, ahol a  $C$  konstans értéke  $40 \left[ \frac{Nm}{V} \right]$ .

$$M = C \cdot U_{RTD}$$



8. ábra: Forgótengelyes nyomatékmérő szenzor (HBM T22/200 Nm)

### 2.1.3. Sönt ellenállások

A motor tekercsein átfolyó áram erősségét egy sönt ellenálláson eső feszültségből ( $U_{SHUNT}$ ) számoljuk. A mért feszültségből az ellenálláson átfolyó áram erősségét a lenti összefüggéssel számoljuk.

$$I = \frac{U_{SHUNT}}{R_{SHUNT}}$$

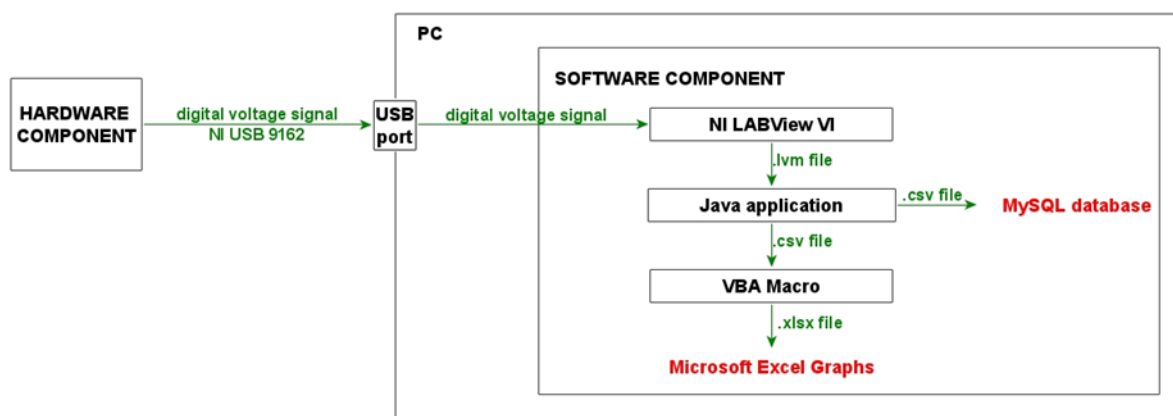
### 2.1.4. Feszültségosztó

Az akkumulátor kapocsfeszültségét feszültségosztó segítségével mérjük. A kapocsfeszültség általában nagyobb, mint az NI 9239 modulon megengedett maximális bemenő feszültség (10 [V]). Ebből adódóan a mérést egy  $M : N$  osztásarányú (tipikusan 1:10) feszültségosztó alkalmazásával tudjuk elvégezni. Az akkumulátor sarkain ( $U_{BATTERY}$ ) és a feszültségosztón ( $U_{DIV}$ ) mért feszültségek kapcsolata az alábbi.

$$U_{BATTERY} = \frac{M + N}{M} \cdot U_{DIV}$$

## 2.2. Szoftver komponens

A szoftver komponens fő funkciói a mért és származtatott adatok esetén egyaránt az adatgyűjtés, adattárolás, adatfeldolgozás, adatkiértékelés és a grafikus megjelenítés. A 9. ábrán a szoftver komponens moduláris felépítése látható a négy különböző modullal.

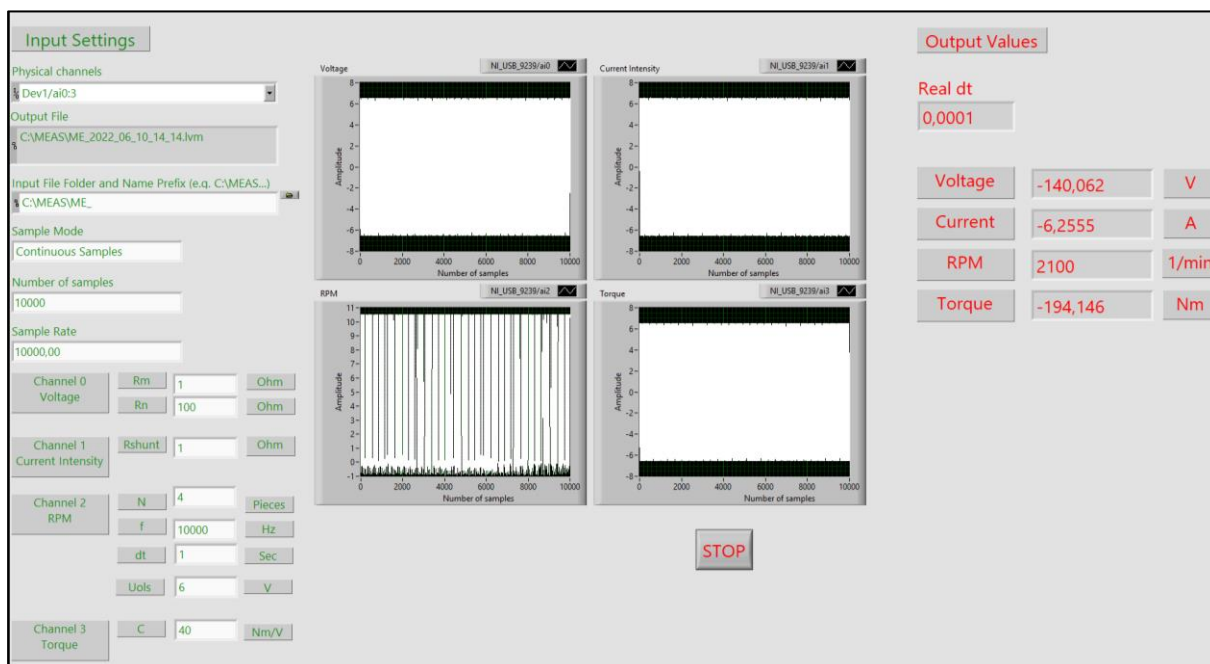


9. ábra: A szoftver komponens moduljai

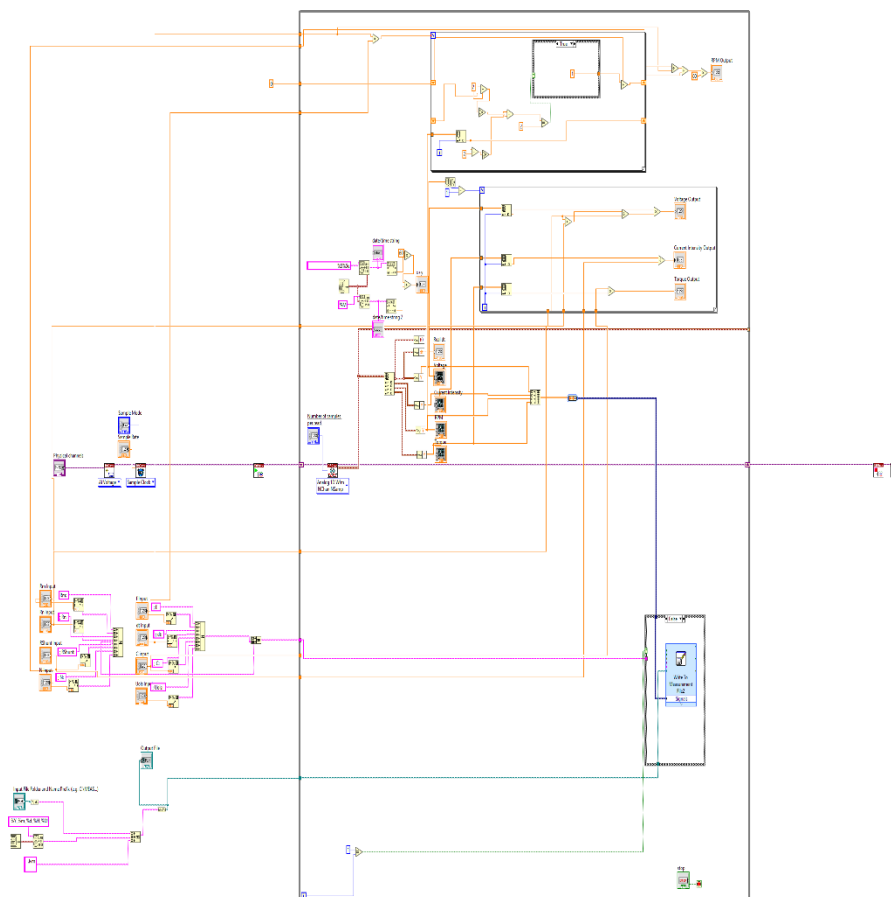
A szoftver komponens, négy különböző célú és fejlesztésű modulból épül fel. Az első modul NI LabVIEW környezetben készült és a mért adatok gyűjtése, valós idejű grafikus megjelenítése, szöveg fájlba mentése, valamint a mért fizikai mennyiségek numerikus megjelenítése a feladata. A szoftver elsődleges felhasználói felületét ezen modul – mely alapvetően egy szabályos LabVIEW virtuális eszköz – Front Panele szolgáltatja. Egy Java SE parancsoros asztali alkalmazás a szoftver komponens második modulja. A Java alkalmazás feladata a mért adatok továbbítása adatbázisba, szűrése valamint előfeldolgozása. A harmadik modul Microsoft Excel-ben VBA Makró formájában oldja meg a mért fizikai mennyiségek meghatározását a mért feszültségjelekből és azok grafikus megjelenítését (pl. fordulatszám, forgatónyomaték, hőmérséklet). Egy kísérleti mérés során akár nagyon rövid mérési idő esetén is sok százezer sort tartalmazó mérési fájlok keletkeznek. Ugyan az Excel maximálisan egy millió sort is képes egy fájlban tárolni, azonban ez a 10 000 [Hz] -es frekvencia esetén összesen egy perc és negyven másodpercnyi maximális mérési időt enged. A Java alkalmazás képes ezt a nagy mennyiségű mérési eredményt a mérések között eltelt időre szűréssel drasztikusan csökkenteni. Vegyünk például egy háromezer sort tartalmazó LabVIEW mérési fájlt, az Excel segítségével szűrni a mérési időre több mint tíz percet vett igénybe (ez volt a fejlesztő türelmének maximuma), ugyanezt a feladatot a Java alkalmazás egy másodperc alatt oldotta meg. A negyedik modul egy MySQL-ben megvalósított OLTP adatbázis, mely mért adatok hosszútávú tárolását valósítja meg.

### 2.2.1. NI LabVIEW VI

Az NI 9239 földfüggetlen négycsatornás mérésadatgyűjtő kártya segítségével egy időben négy csatornán mérhetünk párhuzamosan analóg feszültségjeleket. A négy csatorna mindegyikén a kártya más szenzorok adatait gyűjti és konvertálja digitális jellé, ez szolgál az NI LabVIEW VI bemeneteként. A modul a szenzoroktól érkező jeleket összegyűjti, hullámforma grafikon segítségével valós időben grafikusán megjeleníti. A származtatott fizikai mennyiségeket numerikusán megjeleníti, majd egy szabványos NI LabVIEW mérési fájlba (.lvm) exportálja. A 10. ábra mutatja a szoftver komponens felhasználói felületét, mely az NI LabVIEW virtuális eszköz Front Panele. Ezen a felületen lehet beállítani a kísérlet során a különböző származtatott fizikai paraméterek kiszámításához szükséges konstansokat, mint pl. a feszültségosztóban használt osztási arányt vagy az optikai LED szenzor esetén a fényvisszaverő fóliák számát. Itt módosíthatjuk az egyszerre megjelenő feszültségjelek számát, így részletesebb, vagy összetettebb képet is láthatunk a jelekről, a vizsgálat céljához igazodva. A virtuális eszköz kódja a 11. ábrán látható.



10. ábra: NI LabVIEW VI Front Panel



11. ábra: NI LabVIEW VI Blokk Diagram

## 2.2.2. Java parancssoros asztali alkalmazás

A Java parancssoros modul az NI LabVIEW modul lvm kiterjesztésű kimeneti mérési fájljait használja bemenetként. Ezek a fájlok a mérés idejétől függően néhány tízezertől kezdve sok millió sort is tartalmazhatnak. Minden sor tartalmaz egy idő oszlopot és egytől négyig terjedő számú mért adat oszlopot, a mérőkártya bekötése szerint. A modul feladatai a következők:

- mért adatok rögzítése MySQL adatbázisba,
- mért adatok szűrése felhasználó által adott dt időkülönbségű adatok kiválasztásával,
- NI LabVIEW mérési fájl (.lvm) konvertálása vesszővel tagolt szöveges állományba (.csv).

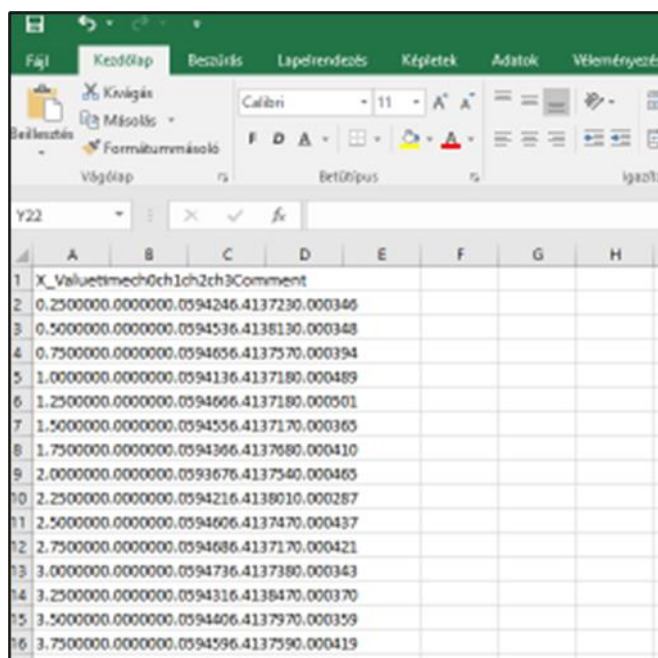
Alapértelmezésben 0.0001 másodpercenként mintavételez a VI, vagyis 10 000 [Hz] -en, így a keletkezett fájlok rendkívül nagy méretűek. Egy dt szűrőt alkalmazva olyan fájl méret érhető el, mely már a Microsoft Excel számára is kezelhető méret. Az lvm kiterjesztésű fájlok csv kiterjesztésbe konvertálása kompatibilitási problémák miatt szükséges, hiszen alapvetően mindkét fájl szerkezete hasonló, az Excel azonban nem tudja az lvm fájlokat megnyitni a csv-t viszont igen.

```
LabVIEW Measurement
Writer_Version 2
Reader_Version 2
Separator Tab
Decimal_Separator ,
Multi_Headings No
X_Columns No
Time_Pref Relative
Operator local.user
Date 2022/02/12
Time 15:41:03,4191918373107910156
***End_of_Header***

Channels
Samples 144032 144032 144032 144032
Date 2022/02/12 2022/02/12 2022/02/12 2022/02/12
Time 15:41:03,4191918373107910156 15:41:03,4191918373107910156 15:41:03,4191918373107910156 15:41:03,4191918373107910156
X_Dimension Time Time Time Time
X0 0,0000000000000000E+0 0,0000000000000000E+0 0,0000000000000000E+0 0,0000000000000000E+0 0,0000000000000000E+0
Delta_X 1,000000 1,000000 1,000000 1,000000
***End_of_Header***

X_Value time ch0 ch1 ch2 ch3 Comment
0,000000 0,000000 0,059404 6,413803 0,000370 2,5kg kisa + 5kg
0,000100 0,000000 0,059443 6,413777 0,000351
0,000200 0,000000 0,059431 6,413763 0,000392
0,000300 0,000000 0,059391 6,413816 0,000371
0,000400 0,000000 0,059416 6,413763 0,000288
0,000500 0,000000 0,059495 6,413734 0,000394
0,000600 0,000000 0,059429 6,413792 0,000360
0,000700 0,000000 0,059396 6,413816 0,000430
0,000800 0,000000 0,059410 6,413640 0,000395
0,000900 0,000000 0,059482 6,413808 0,000401
0,001000 0,000000 0,059449 6,413680 0,000394
0,001100 0,000000 0,059461 6,413630 0,000354
0,001200 0,000000 0,059466 6,413697 0,000406
0,001300 0,000000 0,059478 6,413675 0,000395
0,001400 0,000000 0,059456 6,413762 0,000410
0,001500 0,000000 0,059485 6,413655 0,000416
0,001600 0,000000 0,059438 6,413818 0,000415
0,001700 0,000000 0,059517 6,413757 0,000353
0,001800 0,000000 0,059483 6,413812 0,000351
0,001900 0,000000 0,059357 6,413845 0,000366
0,002000 0,000000 0,059434 6,413843 0,000436
0,002100 0,000000 0,059483 6,413845 0,000348
0,002200 0,000000 0,059468 6,413757 0,000376
0,002300 0,000000 0,059392 6,413771 0,000306
0,002400 0,000000 0,059404 6,413782 0,000392
0,002500 0,000000 0,059451 6,413800 0,000490
0,002600 0,000000 0,059394 6,413734 0,000392
```

12. ábra: NI LabVIEW mérési fájl (.lvm)



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X_Valuetimech0ch1ch2ch3Comment							
2	0.250000	0.000000	0.0594246	4137230.000346				
3	0.500000	0.000000	0.0594536	4138130.000348				
4	0.750000	0.000000	0.0594656	4137570.000394				
5	1.000000	0.000000	0.0594136	4137180.000489				
6	1.250000	0.000000	0.0594666	4137180.000501				
7	1.500000	0.000000	0.0594556	4137170.000365				
8	1.750000	0.000000	0.0594366	4137680.000410				
9	2.000000	0.000000	0.0593676	4137540.000465				
10	2.250000	0.000000	0.0594216	4138010.000287				
11	2.500000	0.000000	0.0594606	4137470.000437				
12	2.750000	0.000000	0.0594686	4137170.000421				
13	3.000000	0.000000	0.0594736	4137380.000343				
14	3.250000	0.000000	0.0594316	4138470.000370				
15	3.500000	0.000000	0.0594406	4137970.000359				
16	3.750000	0.000000	0.0594596	4137590.000419				

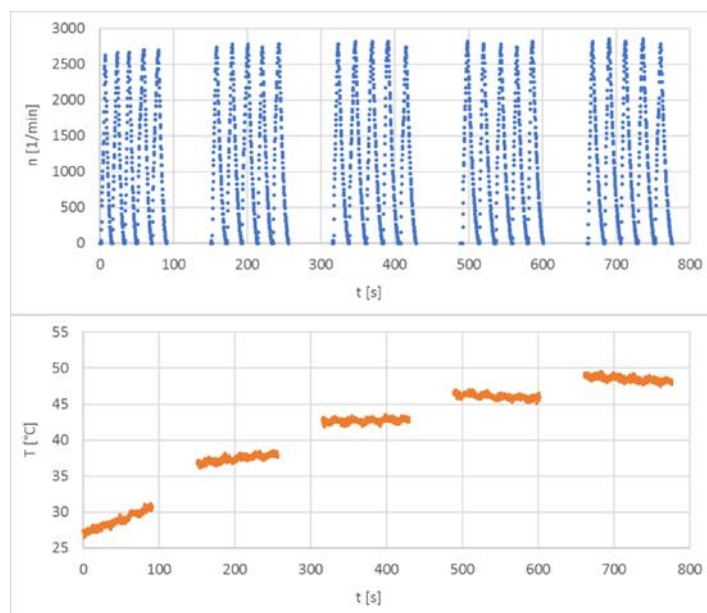
13. ábra: Java parancsoros modul kimeneti fájl (.csv)

### 2.2.3. VBA Makró

A Microsoft Excel feladatokat könnyedén automatizálhatjuk makrók segítségével. A makrókat Visual Basic for Application magasszintű, objektumorientált programozási nyelven implementáltuk. A VBA modul funkciói a következők:

- a feszültségjelekből kiszámolja – a 2. fejezetben adott módon – a mért fizikai mennyiségek értékét (pl. fordulatszám, forgatónyomaték, hőmérséklet),
- a mért fizikai mennyiségeket grafikusán megjeleníti,
- a .csv fájlokat szabványos Excel .xlsx fájlba konvertálja.

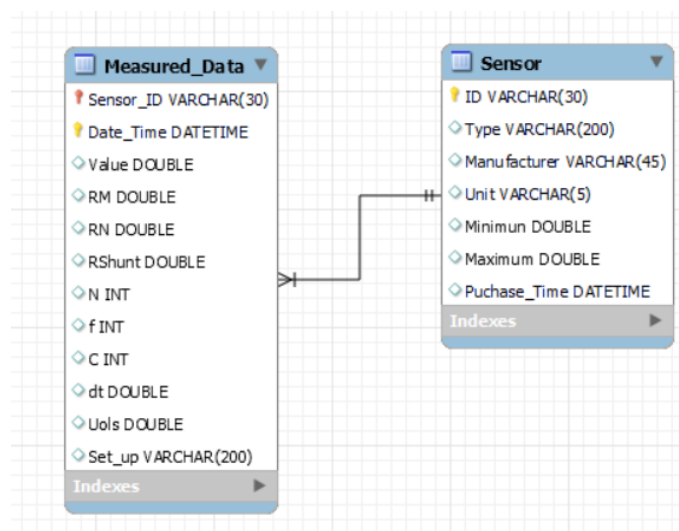
A 14. ábra az egyik kifutási kísérlet során a motor forgórészén mért fordulatszám értékeket mutatja a vele egy időben a tartó csapágyokon mért hőmérsékletekkel együtt.



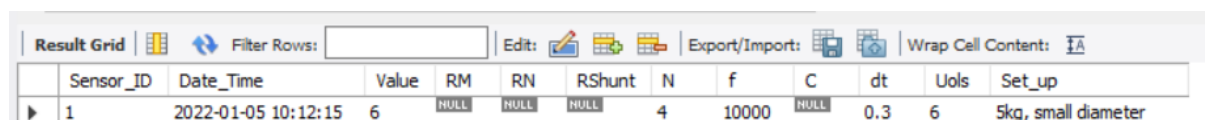
14. ábra: A motor forgórészének fordulatszáma és a tartó csapágyak hőmérséklete az idő függvényében

## 2.2.4. MySQL adatbázis

A mért adatok és a kísérletek körülményeinek hosszútávú tárolását egy MySQL adatbázissal oldottuk meg. A relációs adatbázis két táblát tartalmaz, melyben az alkalmazott szenzorokat és a mért adatokat tárolhatjuk. Az adatbázis modellje a 15. ábrán látható. Az adatbázis modul önmagában jelenleg passzív résztvevője a folyamatnak, a Java parancssoros modul INSERT INTO utasításai rögzítik a mért adatokat az adatbázisba.



15. ábra: A MySQL adatbázis modellje



Sensor_ID	Date_Time	Value	RM	RN	RShunt	N	f	C	dt	Uols	Set_up
1	2022-01-05 10:12:15	6	NULL	NULL	NULL	4	10000	NULL	0.3	6	5kg, small diameter

16. ábra: A MySQL adatbázis egy rekordja

### 3. Összefoglalás

Elkészült a villamos motorokon elvégzett tesztmérésekhez kifejlesztett mérőrendszerünk szoftver komponense - NI LabVIEW programozási környezetben. Az NI LabVIEW VI kiegészült az alábbiakkal, Java parancssoros alkalmazás a gyorsabb előfeldolgozás érdekében, VBA Makró az adatelemzés megvalósítására, és egy MySQL adatbázis, amely a mért adatok hosszútávú tárolására szolgál. A szoftver komponent egy indukciós motoron és egy BLDC motoron végzett mérésorozat során részben teszteltük, megfelelően működött és felhasználóbarátnak találtuk. További fejlesztéseket tervezünk, a szoftver komponent újabb funkciókkal kiegészítve, a kísérletek során felmerülő igényekhez igazodva.

### Felhasznált irodalom

- [1] Szántó, Attila, Sándor Hajdu, and Gusztáv Áron Sziki. "Dynamic simulation of a prototype race car driven by series wound DC motor in Matlab-Simulink." *Acta Polytech. Hung* 17.4 (2020): 103-22.
- [2] Szíki, Gusztáv Áron, Attila Szántó, and Tamás Mankovits. "Dynamic modelling and simulation of a prototype race car in MATLAB/Simulink applying different types of electric motors." *International Review of Applied Sciences and Engineering* 12.1 (2021): 57-63.
- [3] Hadžiselimović, Miralem, et al. "Magnetically nonlinear dynamic model of a series wound DC motor." *Przegląd Elektrotechniczny* 87.12b (2011): 60-64.
- [4] Szántó, Attila, András Szántó, and Gusztáv Áron Sziki. "Review of the modelling methods of series wound DC motors." *Műszaki Tudományos Közlemények* 13.1 (2020): 166-169.
- [5] Sziki, Gusztáv Áron, et al. "Experimental investigation of a series wound dc motor for modeling purpose in electric vehicles and mechatronics systems." *Measurement* 109 (2017): 111-118.
- [6] Szántó, A. et.al: Dynamic Test Measurements and Simulation on a SeriesWound DC Motor. *Appl. Sci.* 2021, 11, 4542. <https://doi.org/10.3390/app11104542>
- [7] What is LabVIEW? <https://www.ni.com/hu-hu/shop/labview.html>



- [8] Elliott, C., Vijayakumar, V., Zink, W., & Hansen, R. (2007). National instruments LabVIEW: a programming environment for laboratory automation and measurement. JALA: Journal of the Association for Laboratory Automation, 12(1), 17-24.
- [9] Schildt, H., & Coward, D. (2014). Java: the complete reference (p. 1312). New York: McGraw-Hill Education.

# Projektalapú tanulási megközelítés az egyetemi mérnökképzésben

FRANKÓ KRISZTINA

Debrecen Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozás Tanszék  
franko.krisztina@eng.unideb.hu

*Absztrakt.*

*Az egyetemi mérnökképzés gyakorlatában a projektalapú tanulás megvalósítási módjainak széles skálája létezik. A projektalapú tanulás egy olyan oktatási módszer, melyben a tanulók projekteken valós, aktív részvétellel tanulnak. A módszer használatával a hallgatók gyakorlati kihívásokkal találkoznak, miközben lehetőséget kapnak a támogató oktatási környezetben a piaci szereplők, munkáltatók által leginkább értékelt szakmai készségek fejlesztésére. A fenntartható tanulás megvalósulása során a tudás mélyen és tartósan rögzül azáltal, hogy a hallgató saját maga vállalja a felelősséget, aktívan vesz részt és önmaga határozza meg a feladatok teljesítésének módját illetve időzítését a projekten belül. A fenntartható tudás elsajátításához nagymértékben hozzájárul az oktató, aki a hallgató részére megfelelő tanulási illetve oktatási lehetőséget biztosít.*

## Bevezetés

A projektalapú tanulás alapelvei mára már elterjedtek az alap-, közép- és felsőoktatásban. A projektalapú tanulás egy olyan módszer leírására használt kifejezés, amelyben a tanulók valós projekteken aktív részvétellel tanulnak. A modern mérnökképzés legnagyobb kihívása véleményem szerint az, hogy a változásvezérlés környezetben is hatékonyan működni képes a konstans bizonytalanságot kezelni tudó kompetens szakembereket képezzen a piac számára. A felsőoktatási intézmények legfőbb feladata, hogy a technika és technológia gyors változásával és az automatizáció elterjedésének ellenére is olyan mérnököket képezzünk, akik erős kritikai készségekkel rendelkeznek, értik a komplex rendszereket, és tudatában vannak az egész életen át tartó tanulás szükségességének. Kulcsfontosságú, hogy a képzésben részt vevő hallgatók megértsék társadalmi felelősségüket, figyelembe véve munkájuk gazdasági, társadalmi és környezeti kontextusát és a makrogazdasági illetve globális változásokat megértve megalapozott döntéseket hozzanak. [1]

Az előadások útján történő, egyoldalú ismeretterjesztés a szakmai, gyakorlati tárgyak esetén nem túl hatékony a tanulási cél elérésében. Az új tanulási koncepciók a második világháború után kezdtek elterjedni és a tanulóközpontú tanulási modellek ernyője alá tartoznak. A probléma- és projektalapú tanulás, mindkettő rövidítésére használják a PBL-t, a reformegyetemokről és

elsősorban a 1960-as- és 1970-es évek között létrejött új oktatási modellekből erednek. A mérnökképzés „oktatás-módszertani” fejlődésében jelentős szerepet játszott számos kanadai és Egyesült Államok-beli egyetemen a projekt-alapú és probléma-alapú módszertanok kombinálása és ennek oktatási gyakorlatba történő sikeres bevezetése és használata. Ez a kombinált megközelítés adja jelen cikk kiindulópontját, hiszen nemzetközileg a mérnökképzés „pedagógiai” fejlődése azt jelzi, hogy mindkét oktatási gyakorlat sikeres a maga módján. [2] [3]

## 1. Projektalapú tanulási megközelítés

A projektalapú tanulási megközelítés aktuális, gyakorlati feladatokon és szakmai gyakorlaton alapul. A hallgatók olyan feladatot kapnak vagy választanak maguknak, amit csapatban dolgoznak fel. A projekt során egy kérdésre/kérdéskörre vagy problémára adnak megoldást. Az eredményeket az előre meghatározott határidőre elkészítik, majd prezentálják. A projekt teljesítésével a hallgatók több szakmai tevékenységi területhez kapcsolódó tudásterületet érintenek, szakmailag releváns készségeket fejlesztenek. A tanulási folyamat zárásaként a hallgatók az eredményről oktatói visszajelzést kapnak.

Ebben a kontextusban a projekt olyan tanulási formát jelent, amely keretében a hallgatók egy komplex problémát (kérdéskört, feladatot) egy meghatározott időkereten belül önállóan oldanak meg. A projekt az eredmény prezentálásával zárul. A projekt keretében a hallgatók a képességeik széles skáláját alkalmazzák és fejlesztik illetve alapvető kompetenciákat szereznek, fejlesztenek a projektmenedzsment területén. Ennek jelentősége elsősorban abban jelenik meg, hogy a COVID-19 pandémia kitörését követően jelentős mértékben átalakult a munka világa és a munkavégzés formája. A szakirodalom és több szakmai elemzés is alátámasztja, hogy a munkavégzés az ipar több ágazatában, de akár a szolgáltatás szektorban is egyre dominánsabban projektalapon valósul meg. [2]

A projektek meghatározása során az oktató a tananyag illetve a megszerzendő tudáselemek figyelembevételével dönthet a projekt komplexitását, sokoldalúságát és szakmaiságát valamint az időbeli keretet illetően. A projekt lehet a hallgató által kezdeményezett, az oktató által megadott vagy külső, harmadik féltől származó ipari projekt is. Így maga a projekt a technikai tématerületen túl, gazdasági és szociális területeket is érinthet. [3] [4] Véleményem szerint a projektalapú oktatás a mérnökképzés területén elsősorban a szakmai tárgyak oktatásának egyik legrugalmasabb, leginkább testre szabható módszertana, amely mind az alap-, mind a mesterképzésben egyaránt hatékonyan, a kimeneteli követelményekre célzottan alkalmazható.

A projektalapú tanulási megközelítés alapvetően egy probléma, vagy projekt köré szervezi a tantervet. A hallgatókat érdekelt félként vonja be a tanulási folyamatba, ezáltal az ún. hallgatóközpontú oktatási módszertant alkalmaz [5]. A módszertan alkalmazásán keresztül az intézmény olyan tanulási környezetet teremt, ahol az oktató támogató irányításával elősegíti az elemzési és vizsgálati folyamatokat, a komplex és rendszerszintű szakmai kérdések megértését.

A hallgatók tudást és készségeket szereznek azáltal, hogy hosszabb ideig dolgoznak egy adott kérdéskörön. A projektalapú tanulást már évek óta használják az orvostudomány, a mérnöki tudomány, az alap- és középfokú oktatás, valamint a gazdaság és üzleti tudományok területén. A projektalapú tanulást PBL-ként rövidítik, ahogyan a problémaalapú tanulásnak is gyakran ezen rövidítésével találkozunk. A két kifejezés nem szinonimája egymásnak. [6] A projektalapú tanulás keretében a hallgatók legtöbbször tágabb, és gyakran összetett problémát oldanak meg. A projektalapú tanulási megközelítés keretében a hallgatók kontextualizált szereznek tapasztalatok, amelyek szükségesek ahhoz, hogy megalapozzák tudásukat a mérnöki tudományok területén. A PBL megköveteli a tanulóktól, hogy kritikusan és analitikusan gondolkodjanak. A csoportban történő együttműködés által pedig javítja az egymás közötti kommunikációt, csökkenti a hiányos tudásból adódó frusztrációt. Konstruktív módon világít rá az egyes hallgatókat érintő tudásbéli hiányosságokra, ugyanakkor egy egészséges és motiváló versenyszellemet alakít ki, melyben a tudás megszerzése és annak alkalmazása az eredmény eléréséhez és a végső sikerhez vezet. A STEM PBL a mérnöki tervezésre, mint rendszerszemléleti alapra épít. Ezen biztos alapra építi fel a hallgató a tudományos, technológiai és matematikai ismereteket.

A fenntarthatóság kérdése az oktatásban is megjelenik. A fenntartható tanulás megvalósulása során a tudás mélyen és tartósan rögzül azáltal, hogy a hallgató saját maga vállalja a felelősséget, aktívan részt vesz és önmaga határozza meg a feladatok teljesítésének módját illetve időzítését a projekten belül. A fenntartható tudás elsajátításához nagymértékben hozzájárul az oktató, aki a hallgató részére megfelelő tanulási illetve oktatási lehetőséget biztosít, amely a következő elemeket foglalja magában:

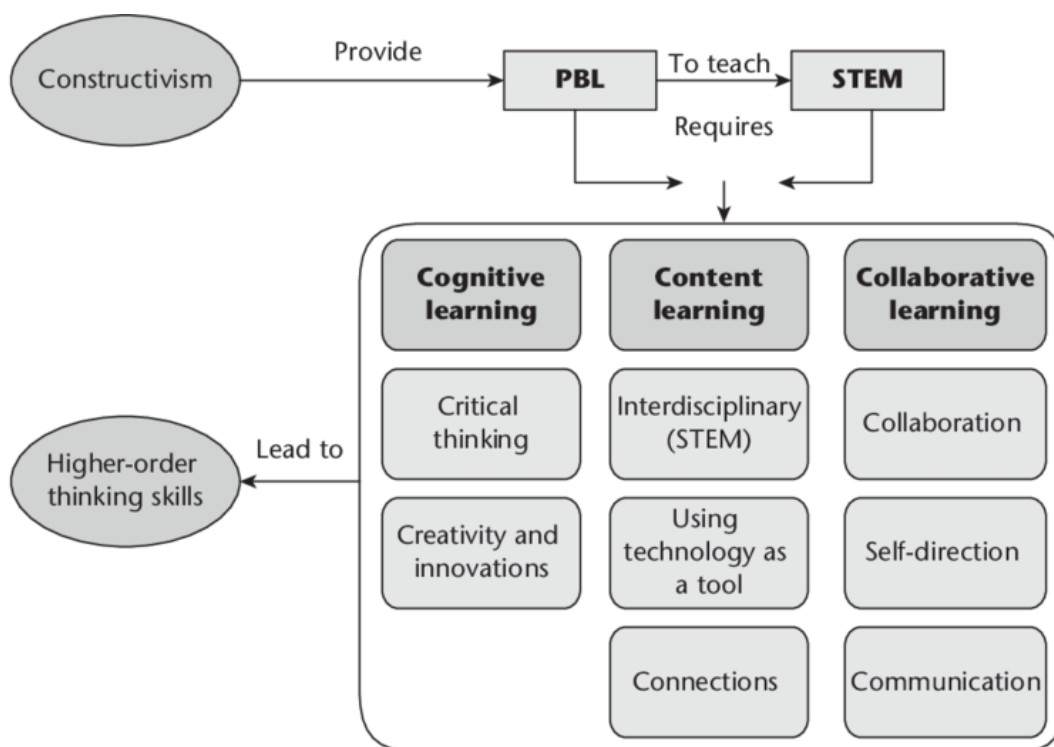
- autentikus problémák meghatározása által a hallgató érdeklődésének felkeltése,
- önálló és tudományos feladatvégzés meghatározása,
- szociális tanulásikörnyezetbe integrált tanulási folyamatok (csoportmunka, tanulási folyamat figyelemmel kísérése, konzultáció). [3] [4]

A projektalapú didaktikus megközelítést a fenntartható tanulás megvalósulásának egyik kiváló példája. Minezek mellett optimális keretet ad a csoportmunkából származó előnyök kiaknázására és az egyéni képességek megvalósítására is. Tehát csoportban tanulva dolgoznak a hallgatók az egyéni képességeiken. A munka során a hallgató felismeri, hogy a tanulási siker a csoportmunkán és kooperációs készségen, az egyéni motiváción és az egyéni kezdeményezés képességén illetve a felsoroltak közötti szinergián alapszik. Ez a felismerés a hallgató részéről annál inkább érvényesül minél inkább megjelenik ezen képességek figyelembevétel és hallgatók a folyamat során megfelelő visszajelzést kapnak illetve a tanulási folyamatra reflektálhatnak. [4]

## 2. Modell, struktúra, alapelemek és szerepek

### 2.1. Modell

A projektalapú tanulási megközelítés a konstruktivista szemléletet követi a tanulásban. Az oktató szerepe az, hogy irányítson és kihívásokat fogalmazzon meg a hallgató számára a tanulási folyamatban. Tehát az oktató feladata szigorúan véve nem a tudás átadása. Ebből a szempontból a tanulási folyamatra és a csoportdinamikára vonatkozó visszacsatolás és reflexió a projektalapú tanulási megközelítés alapvető összetevői. A hallgatókat aktív ágenseknek tekintik, akik társadalmi szinten vesznek részt az életén át tartó tanulás folyamatában és a tudás megszerzésében. A lenti ábra szemlélteti, hogy a projektalapú tanulási megközelítés során a hallgató aktívan vesz részt a jelentésalkotás folyamatában és a világ személyes értelmezésének kialakításában tapasztalatokon és interakciókon keresztül. Ez a tanulási megközelítés elvezeti a hallgatót az elmélettől a gyakorlatig a probléma megoldásáig vezető út során.



1. ábra: Elméleti keretrendszer, kapcsolat a STEM és a PBL között [7]

## 2.2. Struktúra

A hosszú távú, interdiszciplináris és tanulóközpontú tanulási tevékenységekre helyezi a hangsúlyt. A tanulók saját maguk szervezik meg munkájukat, és saját maguk irányítják az idejüket a projektalapú órán. A projektalapú instrukció abban különbözik a hagyományostól, hogy a tanulók együttműködésén alapuló vagy egyéni műalkotásokra, illetve eredményekre helyezi a hangsúlyt a tanultak bemutatásán keresztül.

A projektalapú tanulás lehetőséget ad a hallgatók számára olyan problémák és kihívások feltárására is, amelyek a mérnöki gyakorlatban alkalmazhatóak. Ezzel növelve a készségek és képességek hosszú távú megőrzésének lehetőségét.

## 2.3. Alapelemek

A problémaalapú tanulási megközelítés alapelemei a következők:

- Kulcsfontosságú ismeretek, megértés és siker képessége: A projekt a tanulók tanulási céljaira összpontosul, például a kritikus gondolkodást, a problémamegoldást, az együttműködést és az önmenedzselést.
- Kihívást jelentő probléma vagy kérdés: A projektet értelmes megoldandó probléma vagy megválaszolandó kérdés keretezi, a kihívás megfelelő szintjén.
- Tartós vizsgálat: A hallgatók szigorú, kiterjesztett folyamatban vesznek részt a kérdések feltevésében, a források megtalálásában és az információk alkalmazásában.
- Hitelesség: A projekt valós kontextust, feladatokat és eszközöket, minőségi szabványokat vagy hatást mutat be – vagy beszél a tanulók személyes aggályairól, érdeklődési köreiről és életük problémáiról.
- A „hallgatók hangja”, választási lehetőségei: A hallgatók meghoznak bizonyos döntéseket a projekttel kapcsolatban, beleértve azt is, hogyan dolgoznak és mit alkotnak.
- Reflexió: A hallgatók és az oktatók reflektálnak a tanulásra, tevékenységeik hatékonyságára, a munkájuk minőségére, az akadályokra és azok leküzdésére.
- Kritika és felülvizsgálat: A hallgatók visszajelzést adnak, kapnak és használnak fel folyamataik és termékeik fejlesztésére.
- Nyilvános termék: A tanulók nyilvánossá teszik projektmunkájukat azáltal, hogy elmagyarázzák, megjelenítik és/vagy bemutatják azt az órák, vagy más fórumok (verseny, tehetséggyógyító program stb.) keretében. [8] [9]

## 2.4. Szerepek

A következő táblázat összefoglalja a hallgató és oktató szerepeit.

Hallgató	Oktató
Felelősséget vállal saját tanulásáért. Ez teszi a PBL-t konstruktivista tanulási módszerré.	Facilitátor/Mentor/Coach
Együtt dolgozik hallgatótársaival a csoportban.	Megosztott felelősség légkört alakít ki, miközben a tanulás teljes folyamatát ellenőrzése alatt tartja.
Használja a technológiát, aktívan kommunikál az oktatóval és hallgatótársaival.	Célokat fogalmaz meg annak biztosítása érdekében, hogy a projektek fókuszáltak

	maradjanak, és a hallgatók megértsék a vizsgált fogalmakat.
Döntéseket hoz az információk megszerzéséről, megjelenítéséről vagy manipulálásáról.	A hallgatók visszajelzéseken és értékeléseken keresztül felelnek a célokért.
Rákényszerül, hogy racionálisan gondolkodjon.	A folyamatos értékelés és visszacsatolás annak biztosítására, hogy a hallgató a kérdés/projekt hatókörén belül maradjon.
A hallgató kérdéseket tesz fel, tudást épít, és valós megoldást talál a bemutatott kérdésre/problémára.	Értékeli a végeredményt és a tanulási folyamatot.
A együtt kell működnie hallgatótársaival a készségeik bővítése, a fókuszált kommunikáció érdekében.	
Felelősséget vállal saját sikeréért.	

2.. ábra: Szerepek a projektalapú tanulási megközelítés alkalmazása során (saját készítés a felhasznált irodalom alapján [10] [11] [3] [12] [13] [5] [4] [14])

A táblázatban egyetlen elemet emelnék ki, amellyel kapcsolatban a szakirodalomban eltérő vélemények fogalmazódtak meg. Az oktató szerepére vonatkozóan a táblázatban a saját véleményemet fogalmaztam meg. Az oktató szerepe a felsőoktatásban a projektalapú tanulási megközelítés alkalmazása során véleményem szerint alapvetően attól függ, hogy a hallgató alap-, mester vagy posztgraduális továbbképzésben vesz részt. Ezen megállapításomat sok éves felsőoktatásban szerzett oktató tapasztalatomra építem. A hallgatók szakmai tapasztalata illetve gyakorlati tapasztalata elsősorban nappali tagozaton nagymértékben függ attól, hogy a képzés mely szintjén helyezkednek el. Az alapképzésben a PBL alkalmazása során szükséges, hogy az oktató mentorként lássa el a feladatait. Mesterszakon már lehetőség van tovább nyitni az oktató szerep tekintetében a coach és a facilitátor irányába. Míg a posztgraduális szakirányú továbbképzések esetén a hallgatók magasabb szintű szakmai tapasztalatra alapozva már elegendő az oktató répszéről a coach/facilitátor szerep felvállalása.

### 3. STEM projektalapú tanulási megközelítés feltételei

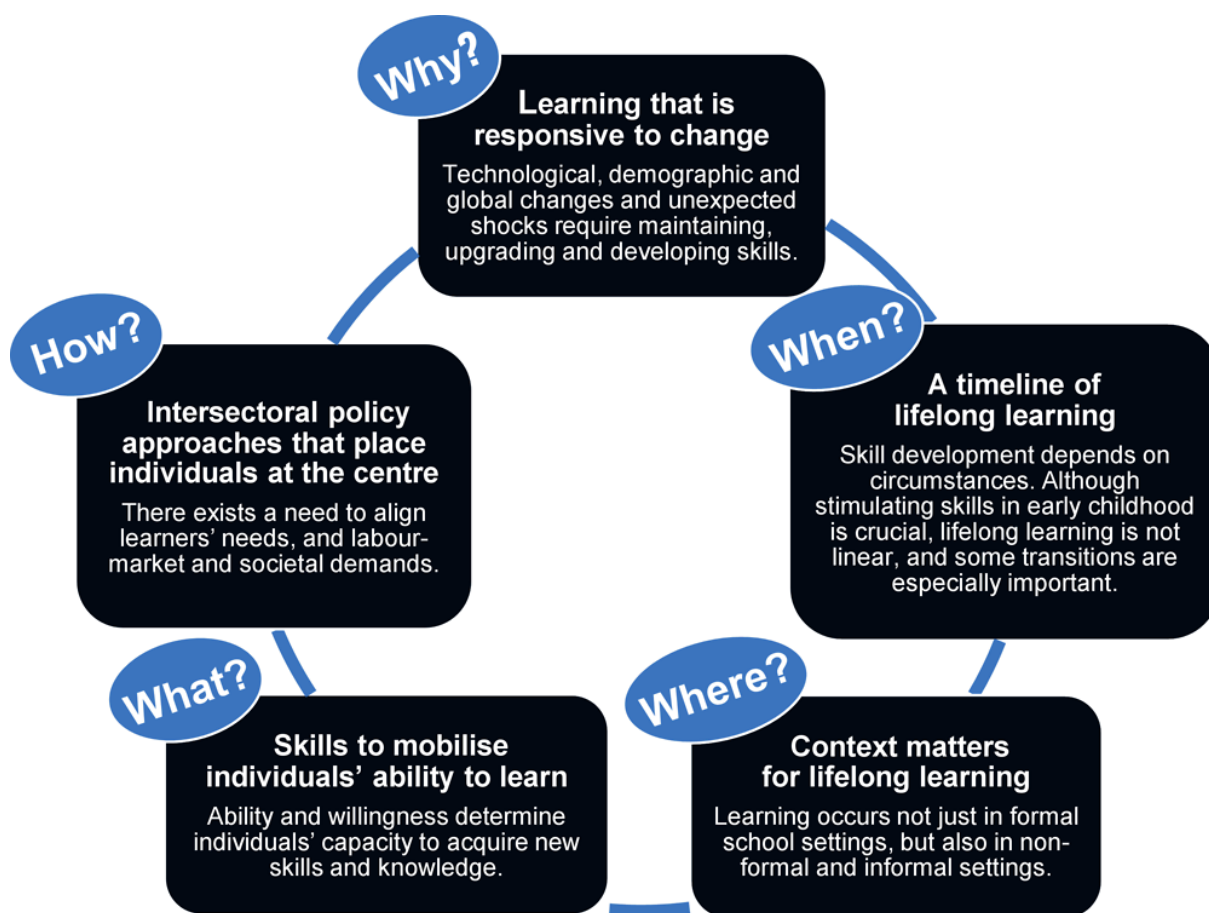
A projektalapú tanulási megközelítés megvalósulásának két alapvető feltétele van.

1. Képzett oktatók, akik rendelkeznek a szükséges készségekkel a hallgatói potenciált maximalizáló tanulási tapasztalatok megtervezéséhez.
2. Oktatók magas szintű, az ipar és más szektorok igényeit kielégítő, szakmai fejlesztése, amely lehetővé teszi a projektalapú oktatási anyagok, módszertan és tevékenységek színvonalas kidolgozását és folyamatos fejlesztését. [15] [11]

### 4. Összefoglalás

A vállalatok igénye a rugalmas és alkalmazkodóképes munkavállalók iránt változó világunkban egyre fokozódik. A változást a globalizáció és új technológiák kialakítása mozdtítja elő. Mindezekon változások eredményeként bizonyos foglalkozások eltűnnek és interdiszciplináris foglalkozási területek alakulnak ki. A projektalapú tanulási megközelítés illeszkedik az OECD által megfogalmazott egész életen át tartó tanulás koncepciójába.

Az egész életen át tartó oktatás hangsúlyozza a folyamatos oktatás fontosságát az iskolától a munka világáig. [12]



1. ábra: Az egész életen át tartó tanulás keretrendszere [14]

Az egész életen át tartó tanulás elmélete a gyors demográfiai és technológiai fejlődéssel jellemezhető XX. században született. A téma nem évült el, olyan rendszerek és módszerek kidolgozására van szükség, amelyek segítik az egyéneket a munkaerőpiacon vagy a társadalomban való sikeres részvételhez szükséges készségek elsajátításában. Annak biztosítása érdekében, hogy minden egyén képes legyen alkalmazkodni és boldogulni a gyorsan változó világban, kulcsfontosságú, hogy élete során lehetőséget kapjon a készségek széles skálájának fejlesztésére és jártasságának növelésére. Ez a folyamat „a bölcsőtől a sírig” tart. [14]

Ahhoz, hogy a tudás és a cselekvés közötti távolságot áthidaljuk a szakmai ismereteken túl személyes kompetenciákra van szükség. A két terület együtt adja az életen át tartó tanulás alapját. Ezen célokat azonban nem lehet a klasszikus oktatási módszerekkel elérni. [16] [13] A



Projektalapú tanulási megközelítés előnye, hogy középpontjában a tanuló áll, aki aktívan foglalkozik a tananyaggal miközben gyakorlati ismereteket szerez. Ez az oktatási forma lehetőséget biztosít a hallgató számára, hogy tudását, ismereteit és képességeit összekapcsolja és valós szakmai, értelemi összefüggésekben és kérdéskörökben alkalmazza. [10]

#### Irodalomjegyzék

- [1] R. M. Sattar, R. A. A. Rauf és N. Zariman, „New Perspectives in Science Education. International Conference. Developing Scientific Creativity through STEM Project Based Learning Orientation,” in 2017.
- [2] I. d. los Rios, A. Cazorla, J. M. Díaz-Puente és J. L. Yagüe, „Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments,” *Precedia Social and Behavioral Studies*, %1. kötet2, pp. 1368-1378, 2010.
- [3] J. Markowitsch, K. Messerer és M. Prokopp, *Handbuch praxisorientierter Hochschulausbildung*, Wien: WUV-Univ.-Verl. , 2004.
- [4] Project Management Institute, *Pulse of the Profession® 2021. Beyond Agility*, USA: PMI, 2022.
- [5] N. Landwehr és E. Müller, *Begleitetes Selbst studium. Didaktische Grundlagen und Umsetzungs hilfen*. Bern, Bern: hep Verlag, 2006.
- [6] M. F. Michael, „Beyond Student-Centered and Teacher-Centered Pedagogy: Teaching and Learning as Guided Participation,” *Pedagogy and the Human Sciences*, pp. 3-27, 2009.
- [7] C. M. Robert és S. W. Scott, „Why PBL? Why STEM? Why now? An Introduction to STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Approach,” in *STEM Project-Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*, Rotterdam, SENSE PUBLISHERS, 2013, pp. 1-5.
- [8] A. M. A. El Sayary, S. A. Forawi és N. Monsour, „STEM education and problem-based learning,” in *The Routledge international handbook of research on teaching thinking.*, Routledge, 2015, pp. 381-392..
- [9] S. Bell, „Project-based learning for the 21st century skills for the future.,” *The ClearingHouse: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, %1. kötet83, pp. 39-43, 2010.
- [10] T. Markham, „Project Based Learning,” *Teacher Librarian*, pp. 38-42, 2011.
- [11] C. Dorninger, S. Niemeyer, W. Scharl, H. Kempel, I. Weger és et. ali., *Kompetenzorientiertes Unterrichten. Grundlagedapieren*, Wien: Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 2011.

- [12] P. Legrand, „An Introduction to Lifelong Education, UNESCO, Paris.” UNESCO, Paris, 1975.
- [13] H. Mandl, „Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen?,” in *Chemiedidaktik auf neuen Wegen – neue Perspektiven für den Chemieunterricht*, Dortmund, 2000, pp. 6-9.
- [14] OECD, „OECD Skills Outlook 2021 : Learning for Life,” 2021.
- [15] P. P. Smith és L. A. Gibson, „Project-based learning in colleges of business. Is it enough to develop educated graduates?,” *New Directions for Teaching and Learning*, pp. 41-47, 2016.
- [16] F. Rieck, „Traditioneller Unterricht,” 2005.

# A KÖRNYEZETVÉDELMI HATÁSVIZSGÁLAT OKTATÁSA SORÁN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ÉS TAPASZTALATOK

DR. HANCZ GABRIELLA

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék hgabi@eng.unideb.hu

*Absztrakt. Az építőmérnök képzésben BSc és MSc szakon is szerepel a környezeti hatásvizsgálat témaköre, amit mint környezetvédelmi szakmérnök és hatásvizsgálat végzésére jogosult szakértő oktatók. Az oktatás módszereit az évek során szerzett oktatói és mérnöki tapasztalat és az egyetemen a velünk szemben érvényesített követelményrendszer alakítja, pedagógiai, oktatásmódszertani képzés nélkül. A cikkben azt fejtem ki, hogy ezzel a háttérrel az alkalmazott módszerek és tapasztalatok mennyiben felelnek meg a problémaalapú tanulás ismérveinek és hol lehetne ebben az irányban módosítani, illetve, ha ez elvárás, akkor javítani a módszereken.*

## Bevezetés

A problémaalapú tanulás ismérveit két forrásból ismertem meg [1,2]. A hagyományos módszerrel összehasonlítva a hagyományos módszer szerint a tanár előadja a tananyagot és írott tananyag áll rendelkezésre. A tanulás elősegítésére gyakorlati példákat látnak és kapnak a tanulók, amelyek megoldása során a tanultakat alkalmazni látják, vagy saját maguknak alkalmazni kell. A problémaalapú tanulás módszere szerint egy gyakorlati feladattal, lehetőleg egy összetett problémával szembesülnek a tanulók, akik 5-7 fős csoportokban együtt dolgoznak a feladat megoldásán. Rajtuk múlik, hogyan indulnak el, milyen ismereteket gyűjtenek össze a feladat, illetve probléma megoldásához. A módszer leírása szerint több alternatívát is kidolgoznak. A tanár ebben a folyamatban a csapatok rendelkezésére áll, segíti a munkájukat, idegen szóval facilitál. A probléma megoldásának folyamata során a szükséges információkat meg is tanulja a diák. A tanulói értékelés az ön- és társértékelést állítja előtérbe.

A felsőoktatásban az oktató beosztása szerinti munkaköri leírása és a tanterv tartalmaz kööttségeket a módszer megválasztásában. A problémaalapú oktatás mint módszer nem jelenik meg elvárásként. A tananyagot magunk állítjuk össze, a módszert viszont részben meghatározza a tanterv, amennyiben - nem kötelezően látogatott - előadásokra és kötelező gyakorlatokra bontja a rendelkezésre álló időt.

## 1. A problémaalapú tanulás ismérvei

A problémaalapú tanulás ismérveit, elveit eddig nem ismertem és tudatosan nem alkalmaztam. Két forrás alapján [1,2] az alábbi pontokban foglalom össze ezeket:

- Egy gyakorlati feladattal, lehetőleg egy összetett problémával szembesülnek a hallgatók.
- A hallgatók 5-7 fős csoportokban együtt dolgoznak a feladat megoldásán
- A hallgatókon múlik, hogyan indulnak el, milyen ismereteket gyűjtenek össze a feladat, illetve probléma megoldásához
- A hallgatók több alternatívát is kidolgoznak a probléma megoldására.
- A tanár ebben a folyamatban a csapatok rendelkezésére áll, segíti a munkájukat, idegen szóval facilitál.
- A probléma megoldásának folyamata során a szükséges ismereteket elsajátítja a diák.
- A tanulói értékelés az ön- és társértékelést állítja előtérbe.

## 2. A környezeti hatásvizsgálat kurzus célja

A környezetvédelmi hatásvizsgálat című kurzus célja a hatásvizsgálat céljának, egymásra épülő lépéseinek, módszereinek és a vizsgálat alapján készült dokumentáció tartalmi követelményeinek megismerése. Nem célja a kurzusnak, hogy ilyen vizsgálatot tudjon önállóan végezni egy hallgató, mivel azt a sokrétű és elmélyült ismereteket igénylő környezetvédelmi szakértői jogosultságokhoz köti a jogszabály. Egy ilyen feladat irreálisan nagy lenne a hallgatók számára, valamint olyan ismeretekre is szüksége van, amelyeket környezetmérnök képzésben szerezhet. A környezetmérnök szakos hallgatók sem BSc, sem MSc, sem szakmérnökképzés keretében sem kapnak önállóan ilyen feladatot.

## 3. Az alkalmazott módszerek és tapasztalatok

### 3.1. Részvétel az előadáson és gyakorlaton

Az oktatóra és a hallgatóra nézve kötelező tanterv szerint előadásokat és gyakorlatokat tartok, de nem feltétlenül az órarend szerinti időpontban vált át az előadás gyakorlatba. Ez kizárja, hogy valaki csak a gyakorlatra jöjjön be. A Jelenlétet nem ellenőrzöm és ezt tudomásukra hozom.

A tapasztalat szerint az első és a zárthelyi számonkérés előtti előadáson majdnem teljes a létszám, feltehetően a követelményekkel és a várható számonkéréssel kapcsolatos információhoz jutás a mozgató rugó. Az első pár hét után kialakul egy állandónak tetsző csoport. A gyakorlat egy féléves feladat megoldása, amelyről folyamatosan az órán be kell számolni, emiatt - és nem a pusztán jelenlét ellenőrzése miatt - részt kell venniük. Ezt rögzítem.

### 3.2. Csoportos feladat – választási lehetőség

A hallgatók a gyakorlat keretében egy kötelező féléves feladatot oldanak meg és az első két hétben eldönthetik, hogy egyenként, vagy csoportokban végzik. Bátorítani szoktam a csoportalakítást és azzal magyarázom, hogy a valóságban is sok a csoportban végzett mérnöki munka és tanulni kell azt is, hogyan tudunk másokkal feladatot megosztani, egyeztetni, közös nevezőre jutni

döntésekben, közösen vállalni a felelősséget –ebben az esetben ugyanazt az értékelést kapják mind, függetlenül attól, ki mit vállalt és végzett el.

A tapasztalat szerint változó, hogy csoportos munkát választanak-e, nem jellemzőbb egyik választás sem. Utólag sem szokott vita keletkezni belőle, amire pedig számítani lehetett volna. Nem tapasztaltam azt sem, hogy sokkal jobb megoldások születnek a csoportos megoldásban, vélhetően munkamegosztással készül, nem együtt dolgozással, amelyből plusz érték várható.

### 3.3. Nem kötelező feladat

Előre tudhatják, hogy időről időre plusz feladatokat ismertetek az órán, amelyek plusz %-pontokért csak a jelenlévők számára érhetőek el, erre fel kell iratkozni. A beadás egy héten belül lehetséges és ezt a feladatot nem lehet javítani, egyszer lehet beadni. Ezzel oktatóként is plusz munkát vállalok, de kiderül, kiket érdekel a minimumon felül a téma akár így, ösztönzéssel is.

A tapasztalat szerint mindig van, aki rendszeresen, hétről hétre él a lehetőséggel és így egy egész jeggyel jobb eredményt ér el. Önmagában nem motiválja jobban a hallgatókat, mert a döntő többség nem él a lehetőséggel, más tantárgyak esetében sem.

### 3.4. Interaktív jelleg

Az előadásnak van interaktív jellege, amit az tesz lehetővé, hogy csak szakirányos hallgatók vesznek fel a tárgyat, emiatt az utóbbi években 20-30 fő között mozog a létszám. Mivel az előadás nem kötelező, nem minden hallgató vesz részt, ami tovább csökkenti a résztvevők számát.

Az előadás közben rendszeresen tesz fel kérdéseket, amelyekből a hallgatóknak a témához való viszonyulását tudom megállapítani. Ehhez meghatározott személyeket szólítok meg. Biztatom őket, hogy előadás közben kérdezzenek, ha valamit nem értenek, vagy kérdés merül fel bennük.

A tapasztalat szerint nem jellemző, hogy kérdeznek. Ezért szoktam helyettük megfogalmazni kérdéseket, „felmerülhet Bennetek a kérdés, hogy ... „.

### 3.5. Jegyzetelés

A power point diáimat vetítem ki, amelyeket elektronikus formában a hallgatók már az óra előtt megkapnak. Ez egyrészt elvárás az oktatóval szemben, másrészt jobb eredményeket jelent.

A tapasztalat szerint jobb hallgatói eredmények születnek az előadás anyagának átadásával és ezt kiegészítő jegyzeteléssel, mintha csak hallgatnák az előadást és jegyzetelnének. A jegyzetelésnek így is van jelentősége, mert a diákon csak az elmondottak vázlata és az ábrák szerepelnek, a kísérő magyarázat nem. Erről tudhatnak.

### 3.6. Ismétlés

Van két ismétlődő dia. Az egyik a vizsgálat céljának, lényegének az összefoglalását tartalmazza, és először nem érthetik az összetettsége miatt, de a lépések és módszerek megismerése során fokozatosan értelmet nyer, a megértés révén megtanulják. Ugyanez vonatkozik a lépéseket

feltüntető diára is. Hétről hétre újra végig beszéljük és megértik a lépések lényegét és egymásra épülését.

A tapasztalat szerint van, aki így sem tudja felsorolni a vizsgálat egymást követő lépéseit. Mivel nem ellenőrzöm a jelenlétet, nem tudok egyértelmű összefüggést megállapítani a távolmaradás és a tapasztalt hiányosság között.

### 3.7. A gyakorlat – egy komplex feladat megoldása

A kurzus gyakorlati részének keretében egy kötelező féléves feladatot oldanak meg a hallgatók. A feladat az, hogy egy nyilvánosan elérhető környezetvédelmi hatástanulmányban kell beazonosítani az alkalmazott módszert és megmagyarázni, miért azt a módszert alkalmazta a szakértő, valamint véleményt formálni arról, hogy a tanult módszernek mennyire felel meg a leírás szerinti vizsgálat, talál-e benne hiányosságot, esetleg ellentmondást. Bár összetett a feladat, nem jellemző, hogy egy probléma megoldása volna, inkább egy esettanulmánynak felel meg. A KHV-t feladatként nem tudom odaadni, mert nem célja a kurzusnak, a 2. pontban leírtak miatt. A vizsgálatot végzővel meg kell próbálni együtt gondolkodni, mintha ők végeznék a vizsgálatot, ami komplex feladat.

A tapasztalat szerint a feladat segítség nélkül túlságosan megfoghatatlan a hallgatók számára – „mit kell csinálni?”, „van mintafeladat?” - , stb., ezért ehhez egy kérdéssort állítottam össze. A kérdéseket hármassával-négyesével kapják az óra témáját követve. További segítségképpen – tekinthetjük mintafeladatnak is - én magam is feldolgozok egy tanulmányt és bemutatom a kérdésekre adott válaszokat. Ebben az értelemben facilitálok, de nem szorítkozhatok csak erre.

### 3.8. Értékelés

A tanterv végrehajtásának kötelező része a hallgatók féléves teljesítményének értékelése. Ez lehet aláírás, félévközi jegy, vagy kollokvium [3.]. A KHV kurzus eredménye félévközi jeggyel végződik, amelyet egy írásbeli dolgozat – teszt és esszékérdés vegyesen – és a félévközi feladat együtt határozza meg. A zárthelyi dolgozatot is, a feladatot is %-ban értékelem. A zh-n elért eredménynek annyi %-át érvényesíthetik, ahány %-ot a feladat kidolgozásával elértek, illetve ehhez hozzáadom a nem kötelező feladatok elvégzéséért kapott %-pontokat.

A tapasztalat szerint elfogadják a hallgatók, hogy az oktató értékeli a munkájukat. Ennek az is lehet az oka, hogy kérdezni, korrigálni, javítani is lehet, valamint fel sem merül más lehetőség, mert más oktató sem alkalmaz egyéb módszert.

## 4. Mennyiben felelnek meg az alkalmazott módszereim a problémaalapú tanulás jellemzőinek

Az oktatásban - a KHV kurzus és más kurzusok esetében is - alkalmazott módszereimet mindeddig nem kidolgozott módszerek tudatos alkalmazásával, hanem spontánul, elsősorban mérnöki szemlélet alapján és a gyakorlatban tapasztaltak figyelembevételével alakítottam ki. A problémaalapú tanulás 1. pontban felsorolt ismérvei szerint az alábbi pontokban foglalom össze,

hogyan az így alkalmazott módszerek mennyiben felelnek meg a problémaalapú tanulás jellemzőinek:

- Egy gyakorlati feladattal, lehetőleg egy összetett problémával szembesülnek a hallgatók.

*Bár összetett a feladat, nem jellemző, hogy egy probléma megoldása volna. Valójában egy probléma megoldását elemzik és vetik össze a tanult módszerrel. A környezeti hatásvizsgálatot feladatként nem tudom odaadni, mert nem célja a kurzusnak, a 2. pontban leírtak miatt. A feladat szükségessé teszi, hogy a hallgató együtt gondolkozzon a vizsgálatot végző szakértővel, így részben teljesül ez az elv. Ebben közelítünk a PAT módszeréhez, amennyiben nem csak megtanulják a leadott anyagot, hanem a vizsgálatot végzővel meg kell próbálni együtt gondolkodni – ez már olyan, mintha ők végeznék a vizsgálatot, ami kifejezetten komplex probléma megoldását jelenti.*

- A hallgatók 5-7 fős csoportokban együtt dolgoznak a feladat megoldásán.

*Eddig a csoportban végzett munka a feladatkidolgozásnak egy választható módja volt és változó volt, hogy mit választanak a hallgatók. A PAT módszer alkalmazása érdekében a jövőben csoportos feladatként hirdetem meg.*

- A hallgatókon múlik, hogyan indulnak el, milyen ismereteket gyűjtenek össze a feladat, illetve probléma megoldásához.

*Ez nem teljesül, mert az előadáson magyarázom el a módszereket és ezt alkalmazva kell elemezniük a dokumentumot. Mivel az előadás kötelező az oktatókra nézve, ettől nem térhetek el. Mivel a hallgatók számára nem kötelező az előadáson való részvétel, ettől emiatt sem térhetek el. Nem az oktatókon múlik ennek bevezetése.*

- A hallgatók több alternatívát is kidolgoznak a probléma megoldására.

*Ez nem teljesül, mert a feladat jellege ezt kizárja. Az eredeti vizsgálat, amely nem lehet feladat, nem csak egyféleképpen oldható meg, de a lényege egy vizsgálat eredményének ugyanaz kell legyen a probléma jellegéből adódóan. A KHV tartalmazhat szubjektív elemeket, de alapos, széleskörű vizsgálat a végeredmény lényegét tekintve egyező lesz.*

- A tanár ebben a folyamatban a csapatok rendelkezésére áll, segíti a munkájukat, idegen szóval facilitál.

*Ez részben teljesül, amennyiben segítem a munkájukat – kérdésre válaszolok és elmondom, ha hiányosságot látok, vagy, ha félreértették a dokumentum valamelyik részét, de nem csak facilitálok, hanem előadásokat is tartok, az oktatási rendszer jelenlegi követelményei szerint [3.].*

- A probléma megoldásának folyamata során a szükséges ismereteket elsajátítja a diák.

*Ez várhatóan teljesül. A feladat megoldást van lehetőségük javítani, kiegészíteni. Az eredmények, amit a zárthelyi dolgozat és a feladat eredménye együttesen határoz meg, jók szoktak lenni – a lemorzsolódás minimális és négyesek, ötösök is vannak minden évben.*

- A tanulói értékelés az ön- és társértékelést állítja előtérbe.

*Ez nem teljesül, a zárthelyi dolgozatot és a feladatot én értékelem. Az ön- és tanulói értékelés nem merült fel mint módszer, de a jövőben tervezem bevezetni abban a formában, hogy a csoportok egymás munkáját értékeljék, illetve a csoportos munka arra is lehetőséget nyújt, hogy a csoporton belül jelöljék meg, ki mennyivel járult hozzá a feladat kidolgozásához.*

## 5. Következtetés és javaslat

A tapasztalatok alapján a PAT módszer ismerete, tudatos alkalmazása nélkül is egyes elvek, ismérvek - csoportban történő feladatmegoldás, problémaközpontúság, facilitálás - részben, vagy teljesen érvényesülnek, mert az oktatói tapasztalat, valamint a mérnöki szemlélet is magában foglalja ezeket az elvárásokat. Az is megmutatkozik, hogy egyes szempontok - csoportban történő feladatmegoldás, tanulói társ- és önértékelés - jobban érvényesíthetők a későbbiekben, tudatos módszertani fejlesztéssel. Végül megállapítható, hogy vannak szempontok - facilitálás, alternatívák kidolgozása, tanulói társ- és önértékelés -, amelyek vagy a tantárgy jellegéből adódóan, vagy a tanterv keretei, illetve az oktatóval szemben támasztott követelmények miatt legfeljebb csak részben érvényesíthetők. A PAT módszert, mint kötelező, vagy ajánlott módszert az oktatók felé nem közvetítették, a tantervi követelmények megalkotása során nem merül fel. A módszereket a ránk vonatkozó követelmények által adott határokon belül magunk megválaszthatjuk. Mivel a különböző tantárgyakhoz kapcsolódó előadások és gyakorlatok egy napon belül többször váltják egymást, módszertanilag szerencsésebb, ha valamilyen szinten egységesek az alkalmazott módszerek, de erre jelenleg sincs rálátásom. A konferencia témakörét kezdeményezésnek, ajánlásnak tekinthetjük, hogy ezt a módszert fontolóra vegyünk és lehetőség szerint alkalmazzuk.

## Felhasznált irodalom

- [1.] educational technology (<https://educationaltechnology.net/teaching-and-learning/>)
- [2.] oktatáskutató és fejlesztő intézet (<https://ofi.oh.gov.hu/problemaalapu-tanulas>)
- [3.] <https://eng.unideb.hu/hu/node/95>



# Application of modern teaching methods in the specialization “Operation and Maintenance” of the BSc Mechanical Engineering at the University of Debrecen

ISTVÁN W. ÁRPÁD<sup>1</sup>[0000-0002-5052-852X], SÁNDOR DÚLL<sup>2</sup>, DÉNES KOCSIS<sup>3</sup>[0000-0002-5797-9016], JUDIT T. KISS<sup>4</sup>[0000-0001-9310-5845]

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary;  
[arpad.istvan@eng.unideb.hu](mailto:arpad.istvan@eng.unideb.hu)

<sup>2</sup> Department of Mechanical Engineering, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary;  
[dulls@eng.unideb.hu](mailto:dulls@eng.unideb.hu)

<sup>3</sup> Department of Environmental Engineering, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary;  
[kocsis.denes@eng.unideb.hu](mailto:kocsis.denes@eng.unideb.hu)

<sup>4</sup> Department of Engineering Management and Enterprise, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary; [tkiss@eng.unideb.hu](mailto:tkiss@eng.unideb.hu)

*Abstract. The article presents the development of the educational practice in the undergraduate education of specialization “Operation and Maintenance” of the Department of Mechanical Engineering of the University of Debrecen. Nowadays, the number of students in higher education has also increased, so the teaching methods used so far had to be further developed to get high-quality education for students. The world is also changing in terms of the skills expected of employees. In modern companies, engineers and, of course, other professionals often need to work in teams. It is necessary to practice collaboration. In addition to traditional teaching methods, it was necessary to use modern teaching methods as well. It was necessary to determine the new methods, and it was necessary to form their application, which in the current conditions ensure the effectiveness, that is developing of the quality of education, and the efficiency, that is, the rational and economical use of human resources. The article presents the spontaneous and conscious changes made to achieve these goals set in the education methods.*

*Keywords: Problem-Based Learning (PBL), Project-Based Learning (PjBL), Team-Based Learning (TBL), engineering education, education of Operation and Maintenance, change management*

## Introduction

Hungary joined the EU in 2004 that has led to a significant transformation in its higher education system as well. The education system had to be adapted to the Western European education system. The number of students has multiplied. This meant that the number of students per lecturer increased. Territorially, large, complex, multi-faculty universities teaching “all

disciplines” have developed. One such large university in Hungary is the University of Debrecen (UD), where approx. 33,000 students are educated. The Faculty of Engineering of UD also educates mechanical engineers. There are several specializations within the BSc level of Mechanical Engineering education, one of which is the “Operation and Maintenance” specialization. Today, the engineering education has also become part of “mass higher education”, and due to the large number of students per lecturer, the old, traditional teaching methods are no longer feasible, so new ways had to be searched to implement quality education and efficient use of the human resource. On the one hand, spontaneous new initiatives appeared in educational practice (spontaneous evolution) to solve the problem, and on the other hand, based on the new initiatives, a conscious, new educational strategy and development plan was developed for the educational methods. The new strategy seeks to steer engineering education to ensure the higher efficiency of human resource use and a higher quality level of education.

## 1 The entry of modern teaching methods in the education of the specialization “Operation and Maintenance”

We can distinguish two stages of changes in the teaching method:

- the spontaneous evolution period, and
- the period of conscious development of education.

### 1.1 The spontaneous evolutionary period

In addition to the traditional training method, the so-called home-made assignments were introduced in the specialization. Home-made assignments to be submitted were initially individual tasks, and later the tasks to be submitted had to be implemented in teamwork (Figure 1).

The project-based learning was implemented by the development of individual “home-made” assignments to be submitted in the first step. The individual tasks were characterized by their content becoming more and more problem-focused, but a real industrial topic or problem only seldom appeared in the tasks. This was not beneficial for engineering training.

Later, in the second step, team-based learning was introduced. No longer individual assignments were issued. Instead, assignments to be submitted had to be made by 4-5 students jointly (small group). The benefits of teamwork are presented in several works of literature ([1] [2] [3]). The experiences here were positive as well. The quality of the assignments done together has improved, and in addition, the number of industrial topics increased as well because there were students in each group who also had an industrial connection.

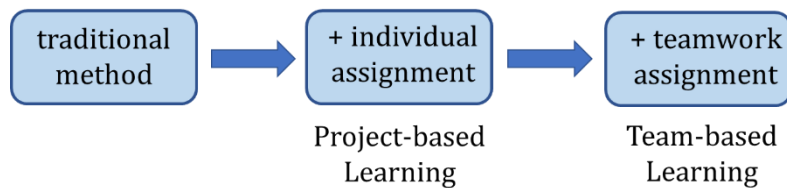


Figure 1. The spontaneous evolutionary period  
Source: Authors' creation

### 1.1.1 Topics of the assignments to be submitted

The specialization is taught during two semesters (5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> semesters). Therefore, there is one assignment to be submitted each semester.

The topic of the assignments:

- 5<sup>th</sup> semester: Comparative study of complex systems. Comparison methods.
- 6<sup>th</sup> semester: Design a maintenance plan for a specific complex mechanical equipment or production plant.

### 1.1.2 Results of the spontaneous evolutionary period

New benefits have derived from the results of the spontaneous evolutionary period, but there are remaining disadvantages as well.

Advantages:

- The emergence of new, modern teaching methods in education. Project-based learning (PBL) and team-based learning (TBL) have emerged.
- Students were able to experience the benefits of teamwork.
- The assignments to be submitted became more complex, and their scope increased. As a result, more students met real industrial problems.
- Supervisor (teacher) workload decreased. Students no longer must be dealt with individually, but the consulting meeting has been transformed into small group discussions.

Disadvantages:

- There is no option for selecting a topic.. Because the specialization is taught during two semesters, therefore there are only two specific topics, one per semester. The two topics are determined in advance. Ergo it is only possible to prepare an assignment for one topic per semester. The tasks do not fully cover the professional field.

- The subject areas of the individual final year projects (BSc theses or dissertation) are very diverse and not specialized enough.
- It would be forward-looking if as many final year projects as possible were based on the assignments to be submitted. This is not currently the practice due to the limited choice of topics.

## 2 The period of conscious development of education

The period of conscious development of education is the continuation of the spontaneous evolutionary period. It aims to treat the disadvantages that still exist in the spontaneous evolutionary phase, develop the quality of education further, and increase the efficiency of human resources. We also used international experience ([4] [5] [6]).

In the first step, we increased the range of topics for the assignments to be submitted. Two new assignments to be submitted have been determined:

- Identify and avoid the critical failure of complex production equipment.
- Determining the reliability of given production equipment or production plant, possibilities to increase the reliability.

The two new assignments are released in the 6th semester. Thus, in the 6th semester, the selection expands. As a result, students can choose from 3 topics (Figure 2).

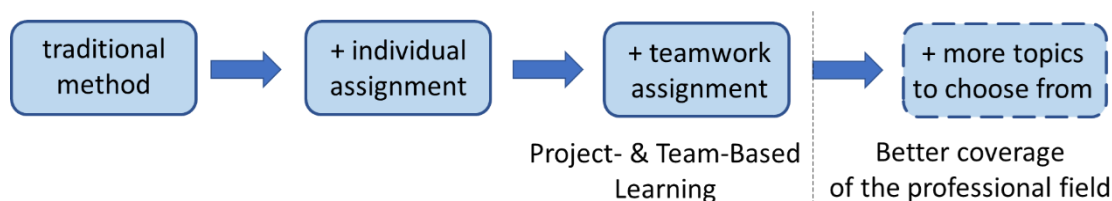


Figure 2. The conscious development of education

Source: Authors' creation

The second step was to solve the problem that many students write many individual final year projects or theses (Table 1). There are currently not enough teacher resources available to supervise the final year projects of students. But maybe not so many teachers are needed. Therefore, in accordance with international engineering education practice, we suggested introducing teamwork to prepare final year projects. With this, similarly to the practice of preparing the assignments to be submitted, where we can turn to the application of small-group education. This proposal will increase the efficiency of the use of human resources.

Table 1. Annual number of students who do a final year project (dissertation) in the Department of Mechanical Engineering and the number and proportion of supervisors

		2020/2021	2021/2022
Students of the Department of Mechanical Engineering, who make a final year project	Number of Hungarian undergraduate (BSc) students	104	151
	Number of foreign undergraduate (BSc) students	27	25
	Number of Hungarian graduate (MSc) students	32	33
	Number of foreign graduate (MSc) students	21	12
	Number of participants in the training of special engineering fields	53	26
	Sum	237	247
Specialization & Operation & Maintenance	Number of Hungarian students	48	55
	Number of foreign students	13	11
	Sum	61	66
Number of teachers with PhD (lecturers, professor, etc.) in the Department of Mechanical Engineering		9	10
student / teacher ratio		~ 26	~ 25

### 3 Results and additional tasks

The use of modern educational techniques (PjBL, TBL) has had several advantages.

From the side of the students:

- The student is not left so alone at university work. In group work, students help and encourage each other, and there is also a kind of emotional support to achieve better results. As a result, positive group pressure emerges.
- Communication skills develop, and also new friendships can be developed.
- Finally, the self-confidence of students improves.

From the side of the university:

- With the preparation of group dissertations, the number of dissertations is significantly reduced, therefore, the workload of the lecturers is reduced.

- Although the workload of faculty decrease, the scope and the complexity of student works increase, and the quality improves.
- Fewer industrial (external) reviewers are needed to evaluate dissertations.

A method must be developed to check the efficiency (economy) and effectiveness (learning) of the new system. This makes it possible to develop the system and apply the PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle method.

The method of calculating the mark of diplomas, and the weighting of the evaluation factors, will probably have to be adapted to the new education system.

## 4 Discussion

The question arises as how the groups and the members of the group should be appointed. In current educational practice, group members are randomly selected for “home-made” assignments to be submitted. Our experiences with this are good. How should groups be formed to make?

The question is also, how big the group should be? We recommend that groups let be 2-5 people.

The purpose of the new system was, on the one hand, to deal with the problems arising from the education of a large number of students (from “mass education”). On the other hand, the goal was to focus the education on the special professional scope and to provide the students with the highest possible level of knowledge (specialized knowledge). Therefore, e.g., acceptance of dissertations on topics that do not fit the special professional scope should be avoided.

### References

- [1] K. Exley, R. Dennick és A. Fisher, *Small Group Teaching: Tutorials, Seminars, and Workshops*, Second edition, ISBN: 978-0-429-49089-7, Abingdon, Oxon OX14 4RN (UK), New York (US): Routledge, Taylor & Francis Group, 2019.
- [2] L. Springer, M. E. Stanne és S. S. Donovan, „Effects of Small-Group Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering, and Technology: A Meta-Analysis,” *Review of Educational Research*, %1. kötetVol. 69, %1. számNo. 1, pp. 21-51., Spring 1999.
- [3] S. A. Kalaian, R. M. Kasim és J. K. Nims, „Effectiveness of Small-Group Learning Pedagogies in Engineering and Technology Education: A Meta-Analysis,” *Journal of Technology Education*, %1. kötetVol. 29, %1. számNo. 2, pp. 20-35., Spring 2018.

- [4] M. Moallem, W. Hung and N. Dabbagh, *The Wiley Handbook of Problem-Based Learning*, John Wiley & Sons, Inc., Hardback ISBN: 9781119173212, 2019.
- [5] A. F. Valderrama Pineda és M. Niero, „WHAT IS SUSTAINABLE DESIGN ENGINEERING (SDE)? PERSPECTIVES FROM A PROBLEM-BASED LEARNING EDUCATION: M.SC. IN SDE AT AALBORG UNIVERSITY COPENHAGEN,” Cavtat, Croatia, 2020.
- [6] S. Chance, G. Duffy és B. Bowe, „Comparing grounded theory and phenomenology as methods to understand lived experience of engineering educators implementing problem-based learning,” *European Journal of Engineering Education*, %1. kötet45, %1. szám3, pp. 405-442, DOI: 10.1080/03043797.2019.1607826, 2019.

# Alkalmazott matematikai feladatok megoldásának elemzése a középiskolában

KÉZI CSABA GÁBOR, NAGYNÉ KONDOR RITA.

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék kezicsaba@eng.unideb.hu

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék rita@eng.unideb.hu

*Absztrakt. Cikkünk célja a matematikai modellezés vizsgálata a középiskolában. 2021. február 4-én a mátészalkai Esze Tamás Gimnáziumban az első szerző motivációs előadást tartott, továbbá a tanulók egy tesztfeladatsort töltöttek ki. Ebben a cikkben a felmérés során kapott eredményeket elemezzük.*

## Bevezetés

„A matematika tantárgy kiemelkedő szerepet játszik a gondolkodási képességek fejlesztésében. Más tantárgyakhoz képest viszonylag kevés külső előismeretet feltételez, így már nagyon korán, kisgyermekkorban is elkezdhető a fejlesztés. A matematika tanulása lehetőséget ad arra, hogy a tanulók felismerjenek szabályszerűségeket, mérlegeljék a lehetőségeket, modelleket állítsanak fel.” [3]

Az általános és középiskolákban a szöveges matematikai feladatoknál jelentős részében a valóságtól távol álló, túlzottan leegyszerűsített, egy sémára épülő feladatokkal találkozhatunk, mely feladatokat a tanulók mechanikusan oldanak meg, a kontextustól függetlenül; a kapott eredményt nem értékelik ki, nem helyezik vissza a kontextusba.

Ezzel szemben életszerű komplex problémáról beszélünk, amikor a megoldandó feladatok a valós élet problémáihoz hasonlóak; új problémák, melyek rosszul definiáltak és szemantikailag gazdagok, nem pedig begyakorolt iskolai típusfeladatok. [4, 9] Hiszen a gyakorlati életben rosszul definiált problémákkal találkozunk, ahol a megoldónak kell megfogalmaznia a problémát és az elérendő célt, megtalálnia a megoldáshoz szükséges és elégséges információkat. [9]

Cikkünk célja a matematikai modellezés vizsgálata egy gimnázium két osztályában. Ennek érdekében 2021. február 4-én a mátészalkai Esze Tamás Gimnáziumban az első szerző egy motivációs előadást tartott, majd ezt követően a tanulók egy tesztet töltöttek ki, két, azonos létszámú osztályban.

A tesztet kitöltők 12. osztályos, érettségi előtt álló, általános tantervű osztályok tanulói voltak. Az egyik osztályban „klasszikus matematikai” szövegezésű feladatok szerepeltek a tesztben, a másik osztályban ugyanazok a feladatok életszerű, alkalmazásszemléletű megfogalmazásban szerepeltek. Az összehasonlítás során fontos, hogy mindkét osztályban ugyanaz a középiskolai tanár tanította a matematikát és az előzetes mérések alapján a két osztály azonos képességű tanulókból állt.



## 1. Problémamegoldás, modellezés a matematikában

Lénárd [7] (matematikai) problémának nevezi azt a helyzetet, amelyben egy célt el akarunk érni, de a cél elérésének útja számunkra rejtve van. A problémamegoldás e rejtett út megkeresése.

Pólya [13] a gyakorlati tapasztalatok általánosítása alapján a következő problémamegoldási fázisokat különítette el:

- a feladat megértése,
- tervekészítés,
- tervünk végrehajtása,
- a megoldás vizsgálata.

A matematikai problémamegoldás során lényeges, hogy a tanulók e problémamegoldási lépések közül egyet se hagyjanak ki.

Az életszerű, alkalmazásszemléletű problémák megoldásakor sokszor van szükség modellezésre. A matematikai modellezés fogalma a közoktatásban a 2012. évi Nemzeti Alaptantervben [11] kapott jelentősebb szerepet: a fejlesztendő kompetenciák között a modell választásának, keresésének, alkotásának képessége több témakör esetében is megtalálható. [15, 18]

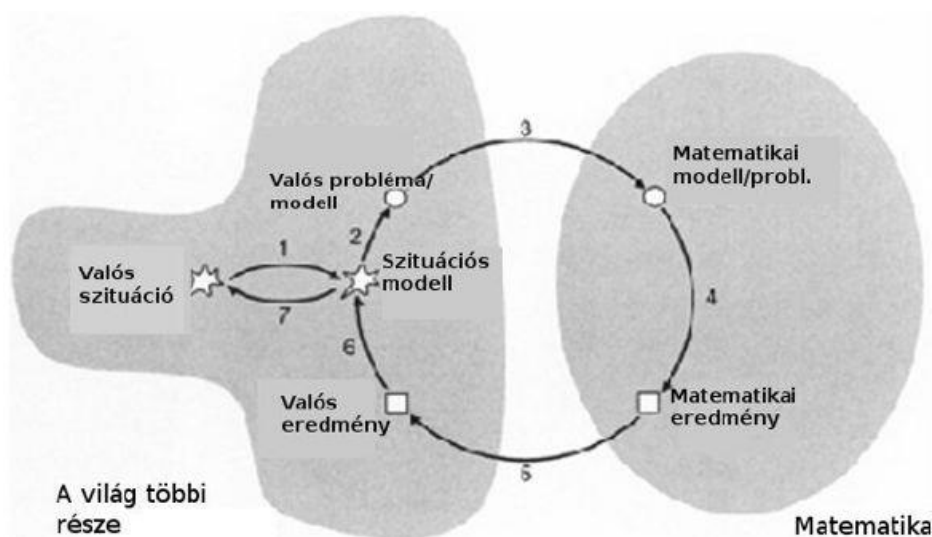
Modellezési kompetencia tulajdonképpen azon kompetenciák összessége, melyekre egy modellezési feladat megoldásnál szükségünk van és amely kompetenciák modellezési folyamattal írhatók le. [6, 15]

A modellezés tehát alapvető matematikai kompetencia, melyben fontos szerepe van a matematika és a valóság közti transzformációnak.

Maass [8] értelmezésében, ha a diákok megtanulnak életszerű problémákat modellezni, az annyit tesz, hogy megtanulták végrehajtani a modellezési folyamat következő négy lépését:

- a valós világ problémájának megértése, matematikai modell létrehozása,
- matematikai probléma megoldása (matematikai modellben),
- a matematikai megoldás értelmezése a valós világ problémájára,
- kapott megoldás értékelése.

Blum és Leiß [1, 2] modellezési ciklusa ennél összetettebb, több lépésből áll; ez látható az 1. ábrán.



1. ábra: A modellezési ciklus [1, 2] (forrás: [15])

Az első lépésben a valós szituációból konstruáljuk a szituációs modellt. Ezután a modellezés folyamatában csak a szituációs modell vesz részt. Számozással szerepelnek az ábrán a modellezési ciklus lépései:

1. Megértés / konstruálás
2. Egyszerűsítés / struktúrálás
3. Matematizálás
4. Matematikai munka
5. Értelmezés
6. Értékelés
7. Válasz

Tehát a valós szituációból létrehozott modellből egyszerűsítéssel keletkezik a valós probléma/modell. Ezt a matematika nyelvére fordítva (matematizálva) kapjuk a matematikai problémát/modellt, melyet matematikai eszközökkel megoldva érjük el a matematikai eredményt. Ezt a valós világ kontextusába helyezve, értelmezve kapjuk a valós eredményt, melyet értékelünk a szituációs modell alapján, majd válaszolunk a valós szituációs kérdésre. A modellezési feladatok e modellezési ciklus teljes vagy részleges alkalmazásával oldhatók meg.

## 2. Az eredmények elemzése

Az eredményeket elemezve azt vehetjük észre, hogy bár a tanulók szívesebben oldanak meg alkalmazásszemléletű feladatokat, mint tisztán matematikai feladatokat, azonban a megoldás sikerességének aránya mégis a tisztán matematikai feladatok megoldása esetén magasabb. Ennek

az lehet az oka, hogy matematika órákon a tisztán matematikai feladatokat gyakorolták be, bizonyos sémák alapján, továbbá az alkalmazásszemléletű feladatok szokatlanok lehetnek számukra és a problémamegoldás lépései közül is kihagytak néhányat; főként a megoldás vizsgálata, az eredmények értékelése, a valószerűtlen eredmények elvetése, az eredeti tartalomhoz való illesztése a problémás.

Vizsgálatunk alapján elmondhatjuk, hogy a tanulók szívesen foglalkoznak alkalmazásorientált feladatok megoldásával, azonban a modellalkotó képességük meglehetősen alacsony, ezt mindenképp fejleszteni kell.

Ennek érdekében érdemes lenne minél több alkalmazásszemléletű feladatot megoldaniuk a tanórákon, illetve e feladatok megoldásának segítése céljából a matematikai modellalkotást, a modellezési folyamat lépéseit gyakorolni, először kevés hiányzó adatot tartalmazó feladatokkal, csoportmunka keretében, a fokozatosság elvét betartva. Az ilyen típusú feladatok iránt a lelkesedésük is nagyobb és a formális gondolkodásuk is fejleszthető. Hosszabb távon ennek hatására elképzelhető, hogy a tanulók matematika iránti szeretete is pozitív irányban változna.

## Felhasznált irodalom

- [1] Blum, W., Leiss, D. (2005) 'Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe'. *Mathematik lehren*, 128, pp. 18–21.
- [2] Blum, W., Leiss, D. (2007) 'How do students and teachers deal with modelling problems?' In Haines, C., Galbraith, P., Blum, W., Khan, S. (ed.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics*, pp. 222–231. Chichester: Horwood. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>
- [3] Csapó, B., Szendrei, M. (szerk.) (2011) 'Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez'. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- [4] Frensch, P., Funke, J. (1995) 'Definitions, traditions, and a general framework for understanding complex problem solving'. In: Frensch, P. és Funke, J. (szerk.): *Complex problem solving: The european perspective*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, NJ., pp. 3–27.
- [5] Horváth, Á. (2012) 'Logikai feladatok középiskolásoknak'. ELTE (Szakdolgozat)
- [6] Leiss, D., Blum, W. (2006) 'Modellierungskompetenz – Vermitteln'. *Messen & Erklären*, Kassel
- [7] Lénárd, F. (1971) 'A problémamegoldó gondolkodás'. Akadémiai Kiadó, Budapest
- [8] Maass, K. (2007) 'Mathematisches Modellieren – Aufgaben für die Sekundarstufe I.'. Cornelsen Verlag, Berlin
- [9] Molnár, Gy. (2001) 'Az életszerű feladathelyzetekben történő problémamegoldás vizsgálata'. *Magyar Pedagógia*, 101(3), pp. 347–372.

- [10] Molnár, Gy. (2002) 'Komplex problémamegoldás vizsgálata 9–17 évesek körében'. Magyar Pedagógia, 102(2), pp. 231–264.
- [11] Nemzeti Alaptanterv – Melléklet a 110/2012. (VI.4.) Korm.rendeletéhez, Magyar Közlöny 2012/66.
- [12] Pintér, K. (2013) 'Matematika tantárgy-pedagógia'. Mentor(h)álój 2.0 Program.  
[http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Matematika\\_tantrgypedaggia/index.html](http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Matematika_tantrgypedaggia/index.html)
- [13] Pólya, Gy. (1969) 'A gondolkodás iskolája'. Gondolat Kiadó, Budapest
- [14] Schoenfeld, A. (1992) 'Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics'. In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp. 334-370). New York, Macmillan
- [15] Tóth, B. (2013) 'Modellezési kompetencia és modellezési lépések. Esettanulmány egy nyolcosztályos gimnázium tanulóiról'. ELTE TTK, Budapest (TDK dolgozat)
- [16] Wachsmuth, I. (1981) 'Two Models of Thinking – also Relevant for the Learning of Mathematics?'. For the learning of mathematics, 2(2), pp. 38-45.
- [17] [www.kooperativ.hu](http://www.kooperativ.hu)
- [18] [www.oktatas.hu](http://www.oktatas.hu)

# A matematika oktatása a 21. századi mérnökképzésben

KOCSIS IMRE

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék kocsisi@eng.unideb.hu

*Absztrakt. Ma számos elvárást fogalmaznak meg a mérnökképzéssel szemben, az ezekre adott válaszok – jó esetben – egyirányba, a hatékonyság növelése felé vezetnek. A hatékonyság persze mást és mást jelent attól függően, hogy milyen célok szempontjából közelítjük meg a kérdést. A teljes folyamatot tekintve a hatékonyság mérhető a képzést sikeresen elvégzők vagy a szakmában sikeresen elhelyezkedők arányával, a részleteket illetően felvethető egyes tantárgyak, ismeretekörök tanításának hatékonysága, ami mérhető például az alkalmazási képesség mértékével szakmai környezetben (egy ráépülő műszaki tárgyban vagy a mérnöki munkában.) A hatékonyság növelésének igénye rákényszeríti a szereplőket az alkalmazott módszerek átgondolására, a tartalom és a módszertan megváltoztatására. Ebben a cikkben néhány gondolatot vetünk fel ebben a témában a matematika oktatásáról.*

## Bevezetés

A műszaki képzés környezete egyre gyorsabban változik, így az is, hogy mire kell felkészíteni a mérnököket. Mivel a képzés infrastruktúrája és tartalma képtelen követni a technológia fejlődését, a követelmény nem is az, hogy a végzett mérnök „mindent tudjon”, sokkal inkább az, hogy „használható legyen”. Ez sok mindent jelent, de az elvárások tekintetében a megértés és a tanulás képessége mindenképpen a legfontosabbak közt van.

Az elvárások természetesen jelentősen függenek az iparágától, azon belül a tevékenység jellegétől (tervezés, gyártás, szolgáltatás, stb.). Az automatizálás térnyerésével egyre kevesebben foglalkoznak közvetlenül a gyártással, míg a fejlesztő tevékenységek aránya növekszik.

Néhány tapasztalat, mely közvetlenül vagy közvetve hatással van a mérnökképzésre, ezen belül a matematika oktatására:

### *Szoftverek használata*

A mérnöki munkában egyre több szoftver funkciót kell használni, melyeket részleteiben nem ismer a felhasználó. Mivel a felelősség ettől még ugyanúgy megvan, a felhasználóknak kellő tudással kell rendelkeznie a szoftverek értő használatához, mondhatnánk, „jogosítványt” kell szerezniük hozzá. A matematika kurzusokon hangsúlyt kell fektetni a matematikai szoftverek szakszerű használatának megtanítására. A hallgatóknak meg kell tudni ítélni, hogy a szoftverek által megadott eredmények helyesek-e, és hogy ezek hogyan használhatók a műszaki problémák megoldására. Nehéz kérdés, hogy milyen szinten kell ismerni a matematikai elméletet ahhoz, hogy valaki „jogosítványt” kapjon egy matematikai szoftver használatára.

### *Az okos eszközök terjedése, matematikai tudás beépítése az eszközökbe*

Az okos eszközökbe tudást kell beépíteni, amihez egyre több fejlesztőre lesz szükség. A fejlesztési tevékenység a klasszikus műszaki (mechanikai, elektromos, stb.) tervezésről eltolódik az interaktivitás, a kommunikáció (IoT, kiberfizika, ember-gép, gép-gép kapcsolat) irányába. A hagyományos oktatási tematika és módszerek kialakulásakor egészen más hangsúlyok voltak.

Az okos eszközökbe tudás algoritmusok formájában épül be, ami matematikára épül, így bizonyos matematikai tudás iránti kereslet növekszik. Egyfajta ellentmondás fedezhető fel abban, hogy egyrészt praktikus és szelektált tudásra van igény, másrészt helyes és kritikus algoritmikus (=matematikai) gondolkozásra, amit leginkább az absztrakt matematika tanulásával lehet fejleszteni.

## 1. Igények

A mérnökképzésben a matematika tanulása sokáig főleg a műszaki tárgyak elméletének tanulásához való előkészület volt. A kutatói, speciális fejlesztői pályára kerülők kivételével a matematikai ismeretek többsége – a számolások kivitelezhetetlensége miatt – nem volt hasznosítható a mindennapi mérnöki munkában. Megfelelő eszköz nélkül sokáig a matematika csak „szép és tiszteletre méltó” háttérként volt jelen, a gyakorlatban jellemzően mérnöki becslésen és tapasztalaton alapuló döntések születtek.

Ma a modern mérnöki tudományok igényei új helyzetbe hozzák a matematikát és annak oktatását. Mérnöki tudományok professzorai szorgalmazzák a mérnöki matematika oktatásának megváltoztatását. A javaslatok lényege az, hogy mást és máshogyan kell tanítani. Az oktatásnak „felhasználóbarátnak” kell lennie, és figyelni kell arra, hogy adott képzésben mit miért tanítunk, de a matematikatanulás szükségszerű logikai felépítését természetesen nem lehet (és nem is kell) sutba dobni.

Két tipikus felvetés:

*„A mérnökhallgatók kezébe eszközként kell adni a matematikát.”*

*Tóth László a mechanika professzora*

*„A jövőben sokkal több mérnöknek kell tudni olyan matematikát, amit mélységében kevesen értenek meg.”*

*Korondi Péter a mechatronika professzora*

Ma rendelkezésre állnak nagy tudású matematikai szoftverek, így a gyakorlatban problémák tömege oldható meg, ha tudjuk kezelni az eszközöket. Annak, hogy a szoftverek megteremtik a gyakorlatban is a „pontos” számolás lehetőségét, nagy gazdasági haszna van, hiszen a pontosabb eredmény birtokában sokkal kevesebb „ráhagyással” lehet dolgozni, a „biztonság javára való tévedés” mértéke jelentősen csökkenthető. A feltétel az, hogy a szoftver használata ne eredményezzen kontrollálatlan eredményt, a mérnöknek pontosan tudnia kell, hogy a szoftver

mire képes, és hogy a megbízható eredményhez hogyan kell a beépített algoritmusokat felhasználni.

A szoftverek megfelelő használatával kezelhetők a „számolásigényes” feladatok. De van egy teljesen más igény is az absztrakt matematika megértése és alkalmazása terén. Az okos eszközök korát éljük, ahol a beépített tudás adja a termék használati értékét. Ezek az eszközök megjelennek az élet minden területén, így a megoldandó feladatok száma folyamatosan növekszik. Következésképp egyre többen válnak valamilyen szinten fejlesztővé, akiknek az algoritmusok szintjéig látni kell az eszközök működésének részleteit. Közben pedig nem várható el tömegektől az absztrakt matematika megértése. Az viszont elengedhetetlen, hogy a matematika eszközként rendelkezésre álljon a mérnökök számára, legalábbis azoknak, akik fejlesztő munkát végeznek.

## 2. Válaszok – módszertani és tartalmi elemek

### 2.1. Kompetenciák megfogalmazása

A képzési program ismeretében azonosíthatók azok a matematikai ismeretek, melyek szükségesek a műszaki tárgyak tanulásakor. Ezek az ismeretelemek különböző kompetenciaszintekbe sorolhatók: lehet egy-egy nagyobb témakör ismeretét megadni szükséges kompetenciaként, de lehet egy-egy számítási módszert is azonosítani, például: egyváltozós lineáris regressziós modell felírása.

Az ismeretek (kompetenciák) azonosítása után lehet ezek helyét megtalálni a tanulási folyamatban. A nagy matematikai témakörök szokásos tárgyalása az alapképzésben kevésbé hatékony, mert sok hallgató szemében öncélúnak tűnik. Egyes kapcsolódó ismeretelemek célzott elhelyezése, a témakörök „tisztá” tárgyalása helyett „érdekesebbé” teszi a tananyagot, és megteremti az alkalmazásokra való közvetlen hivatkozás lehetőségét. Például az egyváltozós valós függvények tárgyalásába (legalább feladatszinten) célszerű bevonnai az interpolációt, a regressziót, a linearizálást, a logaritmikus skálát, a decibel fogalmát műszaki alkalmazások kapcsán. Ezzel az alacsony absztrakciós képességgel bíró hallgatókban is kialakul az érzés, hogy hasznos, amit tanulnak.

Ennek az „előkészítő” munkának a folytatása az, amikor a szakmai tárgyban visszautalnak egy-egy ismeretelemre, ami a matematika órákon megjelent, felhívják a figyelmet ezek átismétlésére, és esetleg számon is kéri ezeket.

### 2.2. Tantárgyakon átívelő projektek megfogalmazása és kiadása

A matematikai eszközök szükségességét és a felhasználás módját legjobban tantárgyakon átívelő projektek megfogalmazásával megvalósításával lehet bemutatni. A projekt első részében – a matematikai tárgyak keretében – ki kell alakítani a számolási képességet, és a módszerek megértését a projektben tervezett műszaki problémákhoz kapcsolódó egyszerű kérdésekkel. Például egy, a szabályozás témában megvalósuló projekt esetén a számolások könnyen

elvégezhető diszkrét idejű rendszerekben (numerikus deriválás, numerikus integrálás, diszkrét idejű konvolúció). Ezzel át lehet hidalni a matematikai analízis fogalmainak és eszközeinek hiányát, és meg lehet mutatni a lineáris dinamikus rendszerek működésének elvét. Az informatikai tárgyakban a számolásokat meg lehet valósítani saját programok segítségével

Az ilyen módon való előkészítés eredményeként a szakmai tárgy tanulásakor már a műszaki tartalomra lehet koncentrálni, és ki lehet adni olyan összetett feladatot, melyben a projekt korábbi részeiben feldolgozott ismereteket tudják használni a hallgatók.

### 2.3. Analitikus és numerikus módszerek

Az absztrakt matematikai fogalmak, például a matematika analízis fogalmainak megértése sok hallgató számára okoz gondot. Gyakran előfordul, hogy azoknak sincs használható képük egy-egy fogalomról, módszerről vagy állításról, akik „megtanulták” és akár sikeresen teljesítettek ezek számonkérésén.

A numerikus módszerek tudatos beépítése a tanulási folyamatba sokat segíthet az értő tanulás elérésében. Hagyományosan az analízis és a numerikus analízis tárgyalása elválik, jellemzően külön tantárgyakban, félévekben kerül sor ezekre. Ezzel elveszítjük annak a lehetőségét, hogy a kapcsolódó numerikus módszer tárgyalásával támogassuk a megértést.

A tapasztalataink szerint a numerikus módszerek lépéseinek megvalósítása papíron rávezeti a hallgatókat az analitikus formulák mögötti gondolatokra. Jó példa erre a differenciálegyenletek numerikus megoldása, a numerikus integrálás, vagy a folytonos idejű rendszerekkel kapcsolatos számolás módszerek előkészítése a diszkrét idejű rendszerek tárgyalásával (pl. konvolúció, visszacsatolás).

### Összegzés

A mérnökképzéssel szemben támasztott elvárásoknak való megfelelés tartalmi és módszertani megújulással érhető el. A mai egyetemista korosztály más ismeretszerzési technikákat preferál, mint amire a megszokott oktatási módszerek épülnek. Másrészt a szükséges/kívánatos műszaki ismeretek köre olyan szerteágazó, hogy már a tananyag meghatározása is számos kérdést vet fel.

Ebben a helyzetben a matematika „kiszolgáló” szerepét előtérbe kell helyezni, mert a matematika „önmagáért való” oktatása csak a kutatói pályát választó mérnökök esetén „térül meg”. A hallgatók többségének a „praktikus” matematikai ismeretek hasznosak, a magas absztrakciós szinten tárgyalt elmélet nagyobb aránya akár vissza is vetheti a tanulás eredményességét a képzés egészét tekintve.

A cikkben megfogalmazott módszerek hozzájárulhatnak a matematika eredményesebb tanulásához.



# KOMPLEX LÁTÁSMÓD A MŰSZAKI KÉPZÉSBEN

KULCSÁR BALÁZS

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék kulcsarb@eng.unideb.hu

*Absztrakt. A mérnöki szakma felelőssége óriási a világ sorsának alakításában. Az alkotások társadalmosítása hosszú távú és globális következményekkel járhat. Ezért a mérnöki munkát széles körű ismeretek birtokában kell végezni. A legtöbb szakmára jellemző az erős szakterületi koncentráció és az interdiszciplináris látásmód hiánya. A geográfiának azonban megvan az a sajátossága, hogy egy ezer szállal összekapcsolódó és függő viszonyban álló rendszert lát. Ezért a komplex, kitekintő látásmóddal rendelkező földrajzi ismereteknek helye van a műszaki felsőoktatásban.*

## Bevezetés

*„A földrajztudomány a természeti és a társadalmi-gazdasági környezet jelenségeit, folyamatait – a természet- és társadalomtudományok vizsgálati módszereire egyaránt építve – mutatja be, ezáltal sajátos helyet foglal el, és összekapcsolja a természet- és társadalomtudományokat. Ezen interdiszciplináris sajátosság alapján válik a földrajz szintetizáló, a természeti és társadalmi-gazdasági jelenségeket és folyamatokat összefüggéseiben, kölcsönhatásaiban feldolgozó tantárggyá.”*

A fenti idézet a Nemzeti Alaptanterven belül, a gimnáziumok 9–12. évfolyama számára készült kerettanterv bevezetőjéből származik, amely kifejezően ragadja meg a földrajzi ismeretek aktualitását és helyét az egyén általános ismeretei között. Míg a geográfia súlya a gimnáziumokban változatlan maradt [1], addig a szakgimnáziumok tantervében fokozatosan csökken, önálló tantárgyként meg is szűnt, mivel a biológiával, a fizikával és a kémiával összevonásra került Kötelező komplex természettudományos tantárgy néven. Oktatása kizárólag a 9. évfolyamon heti 3 órában zajlik [2].

## 1. Mérnökgeográfia a műszaki felsőoktatásban

Az erősödő globális problémákra adható megoldások keresése közben egyre nagyobb teher és felelősség helyeződik a mérnöki szakma képviselőinek vállára. Az alapos, körültekintő és felelősségteljes alkotáshoz komplex geográfiai ismeretekre van szükség, amelyeknek meg kell jelenniük a műszaki felsőoktatásban.

Felismerve a mérnöki terület látókörbővítésének szükségességét fontosnak tartjuk a mérnökgeográfia bevezetését a mérnökképzésben. Ennek érdekében egy három kurzusból álló tantárgycsoportot javasoltunk elindítani a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, szabadon választható tantárgyként:

1. Föld-rendszer

2. Globális környezeti problémák és megoldások
3. Globális energia

E három tantárgy kétségkívül kurrens területeket ölel fel. A Föld-rendszer átfogó képet ad a bolygó működéséről a szférák felépítéséről, a közöttük fennálló összefüggésekről, az ember tevékenységének hatásairól és annak hosszú távú következményeiről. A második kurzus, az ember által okozott globális környezeti problémákra koncentrál, feltárva azok okait, az ember szerepét a kialakulásukban, valamint bemutatja a már létező és a lehetséges megoldásokat. A globális problémák egyik legjelentősebb forrása az energiatermelés, ezért az energiaföldrajzi ismeretek kiemelt figyelmet érdemelnek. A tantárgy témakörei átfogó képet adnak az ember újkori energiafelhasználásának történetétől kezdve a globális energiakészleteken, az energiapolitikán, az alkalmazott technológiákon és önfenntartáson át a földhasználati kérdésekig.

## 2. Föld-rendszer

A tantárgy tematikája az alábbi témaköröket fogja át:

1. Planetológia, a Föld szerkezete
2. Litoszféra és asztenoszféra
3. Hidroszféra
4. Atmoszféra
5. A külső és belső erők földrajza
6. Bioszféra
7. Földtörténet
8. Népeségföldrajz
9. Településföldrajz
10. Gazdaságföldrajz
11. Társadalomföldrajz
12. Összefüggő, komplex rendszer

## 3. Globális környezeti problémák és megoldások

A tantárgy tematikája:

1. Föld-rendszer és az antropocén
2. Globális éghajlatváltozás
3. A bolygó természetes védelmi rendszerei és azok változása

4. A világtengerekben lezajló folyamatok
5. Sarki jég zsugorodása, óceáni áramlások megváltozása
6. Édesvízkészletek csökkenése
7. Árhullámok, elsivatagosodás, erdőtüzek, savas esők
8. Fajok kihalása, biodiverzitás csökkenése, ökológiai lábnyom
9. Természeti környezet, mint élettér csökkenése, erdőirtás, talajpusztulás
10. Hulladékképződés és -gazdálkodás, körforgásos gazdaság
11. Alacsony hatékonyságú energiagazdálkodás, energiapazarlás, energiaváltás
12. Hiperurbanizáció
13. Társadalmi konfliktusok, újkori népvándorlás
14. Harc az erőforrásokért, és azok általános pazarlása

## 4. Globális energia

A tantárgy tematikája az alábbi témaköröket fogja át:

1. Az energiafelhasználás fejlődése az emberi történelemben
2. Globális energia készletek
3. Az energiaellátás célterületei: villamosenergia, (ipar), fűtés-hűtés és közlekedési szektor
4. Az energia szektor a globális környezeti problémák sorában
5. Energiaváltás; önellátó országok és települések
6. Energia politika és stratégiák
7. Jó gyakorlatok
8. Klímaváltozás és következményei
9. Megújuló energia technológiák I.
10. Megújuló energia technológiák II.
11. Fosszilis energia technológiák
12. Energiatárolás, energia szállítás és technológiái
13. Erőművek típusai
14. Földhasználat

## 5. Összegzés

A három kurzus közül kettő a Globális energia (Ge)/Global Energy (GE) és a Globális környezeti problémák és megoldások (Gkpm)/Global Environmental Problems and Solutions (GEPS) a Debreceni Egyetem Műszaki Karán már elérhető szabadon választható tantárgyként mind a magyar, mind az angol nyelvű képzéseken részt vevő hallgatók számára. Elsőként a Global Energy, a tantárgy angol nyelvű változata került bevezetésre a 2019-2020-as tanév 2. félévében, 30 hallgató részvételével. A Globális energia magyar nyelvű kurzusa, valamint a Globális környezeti problémák és megoldások magyar, illetve a Global Environmental Problems and Solutions angol kurzusa a 2021-2022-es tanév 2. félévében indult. A érdeklődést jól mutatja, hogy az angol nyelvű képzésben 93 (GE), illetve 96 (GEPS) hallgató vette fel a kurzusokat. A magyar nyelvű képzésben 25-25 hallgató érdeklődött a Ge és a Gkpm tantárgyak iránt. A kidolgozás alatt álló Föld-rendszer, valamint ennek angol nyelvű változata az Earth-system a 2022-2023-as tanév során lesz elérhető a hallgatók számára.

## Felhasznált irodalom

[1] Kerettanterv a gimnáziumok 9-12. évfolyama számára

[2] Kerettanterv a szakgimnáziumok 9-12. évfolyama számára „14. melléklet az 51/2012. (XII. 21.) EMMI rendelethez

# Mérnökhallgatók térbeli képességének mérési eredményei, a Mental Cutting Test alkalmazása

PERGE ÉRIKA

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék perge@eng.unideb.hu

*Absztrakt. A fejlett térbeli képesség rendkívül fontos számos szakma esetében egy adott munkakör betöltéséhez, a magas szintű munkavégzéshez. A mérnöki tudományok tanulásában és oktatásában is kiemelkedően fontos szerepe van a térbeli készségek fejlesztésének. A Debreceni Egyetem Műszaki Karán a mérnöki képzésben, a járműmérnök szakos hallgatók szakmai képzésében a Műszaki ábrázolás I. tárgy keretében van lehetőség a fejlesztésre, mérésre. Bemutatásra kerül a hallgatók térbeli képességét mérő papír alapú Mental Cutting Test mérési eredménye.*

*Kulcsszavak: Térsejtellet, térbeli képesség, Mental Cutting Test*

## Bevezetés

A térbeli képesség elengedhetetlen több száz szakma és hivatás műveléséhez. A térbeli képességek magasabb szintjét gyakran a mérnöki-, matematikai-, műszaktudományok követelik meg, például a STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) szakmák, [1] illetve a STEAM szakmák (amely már a művészeteket is magába foglalja). A térsejtellet interdiszciplináris jellegével túlnyúlik az oktatás tantárgyi keretein és számos iskolai fejlesztési területet kapcsol össze. [2] Számos terület, például kreatív gondolkodás, természettudomány, matematikai képességek felméréseiben is találkozhatunk térbeli feladatokkal. [3,4]

## 1. A térbeli képesség fogalma

A térbeli képesség a térbeli intelligenciával is összefügg, A térbeli intelligencia Howard Gardner kilenc intelligenciájának egyike. [5] Magában foglalja az objektumok megjelenítésére és forgatására, átalakítására és manipulálására való képességét. [6]

A térbeli képességeknek nem létezik egységesen elfogadott meghatározása. Megnevezésében is több változata használatos a hazai tudományos életben: a térbeli képességek, a vizuális-térbeli képességek, a térsejtellet, a térbeli intelligencia vagy a vizuális nevelésben a térbeli kifejezés. Az angol nyelvű irodalomban is alkalmaznak több fogalmat: a „spatial skills”, „spatial abilities”, „spatial intelligence”, „spatial cognition” és „spatial knowledge”. Még a „skills” és „abilities” szavak használatakor sem történik meg a különbségtétel az angol változatban. [7]

A térbeli képességek elmélete szerteágazó. Három fő komponens különíthető el: a mentális rotáció, a térbeli észlelés és a vizualizáció. [8] A térbeli képesség meghatározását Maier öt definíció fogalmára terjesztette ki: a térérzékelés, a vizualizáció, a mentális forgás, a térbeli kapcsolatok, valamint a forgások. [9]

Leggyakrabban használt definíciók:

- „absztrakt vizuális képek előállításának, megőrzésének és manipulálásának képessége” [10]
- "szimbolikus, nem nyelvi információkat ábrázoló, átalakító, generáló és visszahívó képesség" [11]
- „képesség, hogy mentálisan manipuláljunk, elforgassunk, elcsavarjunk vagy megfordítsunk képileg bemutatott objektumokat” [12]
- „a tárgyak mentális elforgatását igénylő feladatok megoldása, az objektumok különböző nézőpontokból történő megjelenésének és a tárgyak egymáshoz való viszonyának megértése” [13]
- „a téri-vizuális képességek lehetővé teszik a környezetben való tájékozódást, a különböző szögben elforgatott objektumok elképzelését, és a tárgyak elhelyezkedésére való emlékezést” [14]
- „a tárgyak formájához és térbeli helyzetéhez kapcsolódó vizuális észlelések felfogása, ezekről mentális reprezentációk kialakítása, és ezen reprezentációk manipulálása” [15]
- „Vizuális-téri képességnek a két- és háromdimenziós alakzatok észlelésének és az észlelt információknak tárgyak és viszonylatok megértésére és problémák megoldására való felhasználásának képességét nevezzük.” [16]
- „a térbeli geometriai alakzatok alakjairól, tulajdonságairól és kölcsönös kapcsolatairól szóló reprodukciós és prediktív, statikus és dinamikus elképzelésekhez kapcsolódó képességek összessége” [17]
- „a vizuális kép mentális generálásának, forgatásának és átalakításának képessége”. [18]

## 2. A téri képesség fejlődése

A térérzékelés képessége eredetileg gyermekkorban kezd fejlődni három szakaszban:

- Az elsőben tanuljuk meg az objektumok forma és távolság szerinti megkülönböztetését (izoláció, csoportok felismerése). Elsődlegesen a kétdimenziós érzékelés van jelen, és 3-5 éves korra alakul ki a téri képességeknek ez a minősége.
- A másodikban el tudjuk képzelni a háromdimenziós tárgyakat különböző nézőpontokból, érzékeljük a mozgásukat, átalakulásukat a térben (nehézséget a bonyolult, ismeretlen formák értelmezése).

- A harmadikban képessé válunk a térbeli viszonylatok, a méretek és a távolságok vizualizálására, valamint ezekkel a belső térképekkel műveleteket végrehajtani (pl.: forgatás, tükrözés, összeillesztés). [19] Különböző mentális műveletek végrehajtását igénylő feladat ehhez a csoporthoz: forgatás, metszés, elmozgatás, tükrözés, összeállítás és konstruálás.

A téri gondolkodás kialakulásának kezdeti szakaszában a mozgás, a cselekvés, a taktilis és más érzékszervi tapasztalatok határozzák meg a fejlődést. Később egyre fontosabb szerepe lesz a szimbolikus megismerésnek, például a nyelv, a gesztusok, a térképek és a modellek használatának. [20] Olson szerint a térérzékelés fejlődése kilenc éves korban kezdődik. [21] Az életkor hatással van a térbeli képességekre: gyermekkorban javul, felnőttkorban viszont csökken [22,23], a térbeli készségeket fejlesztheti az iskolázottság már kilenc éves kortól [24]. a tanulási környezet [25] és a szabadidős tevékenységek.

### 3. Tesztek térbeli képesség mérésére

Az évek során jelentős mennyiségű papíralapú tesztet fejlesztettek ki a felhasználók térbeli képességeinek fejlesztése, mérése céljából. A különböző téri képességek mérésére létrehozott tesztek csoportosítása:

- Térbeli helyzet érzékelése. Térbeli helyzetek, viszonylatok, méretek, távolságok, irányok, az elemek egymáshoz és a tér egészéhez fűződő viszonylatainak érzékelése. pl méret, távolság, úrtartalom becslése.
- Térbeli struktúrák, szerkezeti felépítések értelmezése. Térbeli formák szerkezetének, felépítésének értelmezése: szerkezeti elemek kapcsolódása, pozitív-negatív viszonylatok, takart tömegek érzékelése, a térbeli struktúra logikája, szabályszerűségei, rész-egész viszonylatok.
- Tér rekonstruálása. Vetületi ábrák, nézetek értelmezése, Monge-vetület, metszetek alapján következtetés a térbeli kiterjedésre, redukált képek alapján következtetés a látvány térbeli megjelenésre (pl. szilettek, térképek, műszaki és magyarázó ábrák, alaprajz- épületek párosítása).
- Mozgás vagy képzeleti mozgatás által változó térélmények érzékelése.
- Térábrázolási rendszerek ismerete és alkalmazása.
- Tér redukálása, absztrahálása.
- Térbeli tájékozódás.

### 4. A vizsgálat résztvevői, eszközei

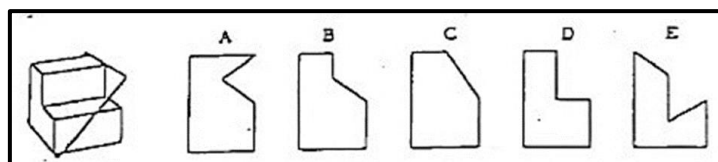
- A vizsgálatban résztvevők köre

A Debreceni Egyetem Műszaki Karán a 2021/2022-es tanév I. félévében 41 fő első éves járműmérnök szakos hallgató részvételével valósult meg a téri képesség mérés.

- A méréshez alkalmazott teszttípus: Mental Cutting Test (Mentális Metszet Teszt)

A tesztet 1939-ben egyetemi felvételi alkalmassági vizsgához fejlesztették az Egyesült Államokban, és csak később alkalmazták térszemléleti kutatásokban. 25 itemből áll, és 20 perces időkorlátban belül kell megoldani. Egy háromdimenziós objektumot ábrázol minden feladat, egy képzeletbeli metszési síkkal. A válaszadóknak öt lehetőség közül kell kijelölniük a megfelelő síkmetszetet. [26].

A méréshez alkalmaztuk a papír alapú Mental Cutting Test-et. A 25 teszttípusból 10 db-ot válogattunk be a mérésbe.



1. ábra: A Mental Cutting Test egyik tesztfeladata

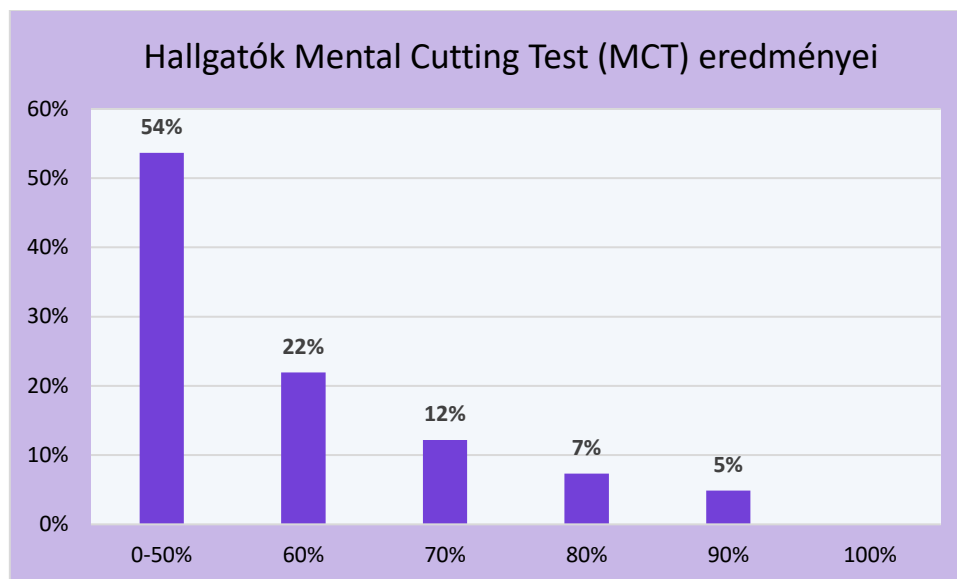
Kutatásunk a mentális téri műveletek fejlettségének vizsgálatára irányult. A mentális képekkel (képzetekkel) végzett műveletekhez nem szükséges a tárgy jelenléte, végrehajtható az objektum valódi képe (vetületei, axonometrikus ábrája) alapján, de a nélkül is.

MCT		NÉV:	Évfolyam:	<input type="checkbox"/> Férfi	<input type="checkbox"/> Jobb kezes										
		Szak:		<input type="checkbox"/> Nő	<input type="checkbox"/> Bal kezes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		A	B	C	D	E	6		A	B	C	D	E		
2		A	B	C	D	E	7		A	B	C	D	E		
3		A	B	C	D	E	8		A	B	C	D	E		
4		A	B	C	D	E	9		A	B	C	D	E		
5		A	B	C	D	E	10		A	B	C	D	E		

2. ábra: A hallgatók által megoldott tesztsor

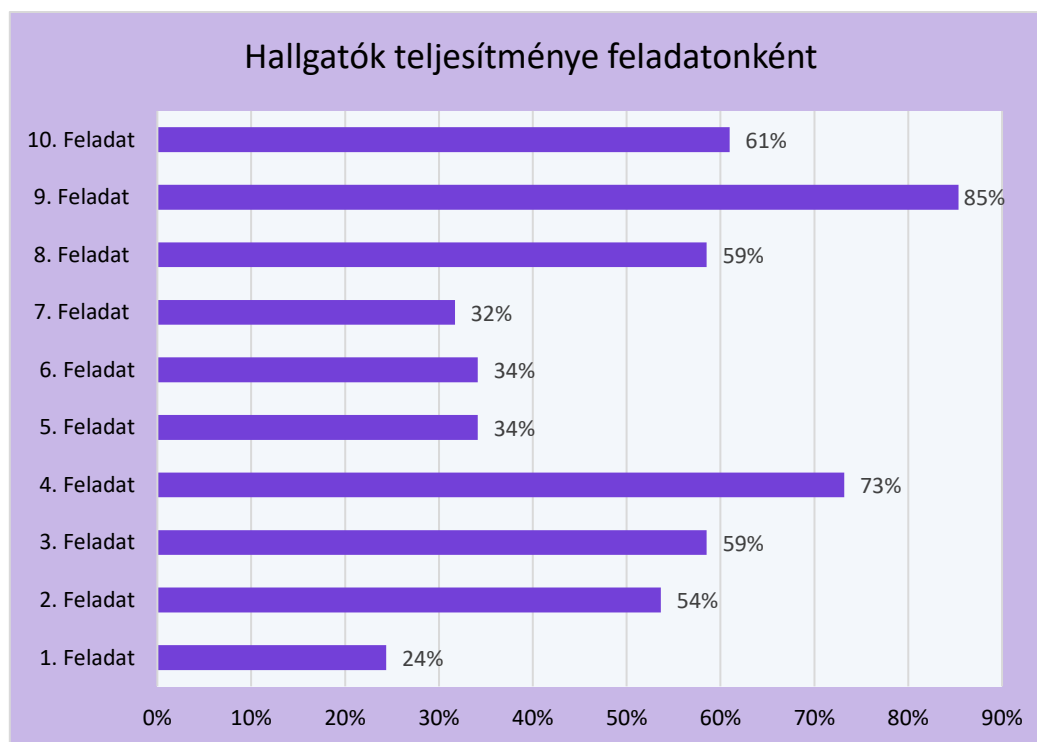


## 5. A vizsgálat eredménye



3. ábra: A hallgatók Mental Cutting Test -en nyújtott teljesítménye

A Mental Cutting Test-en a hallgatók nagyon gyengén teljesítettek. A hallgatók több, mint fele (54 %-a) 50% alatt teljesített. 90%-ot két hallgató (hallgatók 5 %-a), 80 %-ot három hallgató (hallgatók 7 %-a), 71%-ot öt hallgató (hallgatók 12 %-a), 60 %-ot kilenc hallgató (hallgatók 22 %-a) teljesített. Olyan hallgató nem volt, aki minden feladatot meg tudott oldani.



4. ábra: A hallgatók Mental Cutting Test-en elért eredménye feladatonként

A hallgatók legjobban teljesítettek a 9. feladat megoldásakor (85 %-ban) és a 4. feladat megoldásakor (73 %-ban). Leggyengébben teljesítettek az 1. feladat megoldásakor (24 %), a 7. feladat megoldásakor (32 %), az 5. és a 6. feladat megoldásakor (34-34 %-ban). 54 -64 % között teljesítettek a 2-es, 10-es, 3-as és a 8-as feladat megoldása során.

Korábban 2019 és 2020 években végzett számítógépen történő (nem papír alapú) mérések alkalmával is hasonlóan gyenge eredményt értek el a hallgatók a Mental Cutting Test alkalmazásával. [27,28,29,30]

## Befejezés

A Debreceni Egyetem Műszaki Karán 2021/2022-es tanév I. félévében 41 fő első éves járműmérnök szakos hallgatók részvételével valósult meg a téri képesség mérése papír alapú Mental Cutting Test az alkalmazásával. A mérnökhallgatók helyes válaszadási arányát vizsgálva megállapítható, hogy teljesítményük igen gyenge. Mivel munkájuk végzéséhez elengedhetetlen a magas szintű téri képesség, ezért fejlesztése szükséges.

A szakirodalom alapján a térszemléletet leghatékonyabban fejleszti az építőjátékok használata gyermekkorban, a különböző kézműves foglalkozások, a barkácsolás, a 3D-s számítógépes játékok, sportolás és a matematikai képességek fejlesztése [31], a valós térben végzett műveletek: az építés, a konstruálás, a téri mozgásformák [32]. Ezt figyelembe véve célszerű a felsőfokú képzésébe a továbbiakban beépíteni 3D modellek órai használatát, velük különböző műveletek végzését (metszését), valamint ajánlom beépíteni a tanórákba a 3D modellezés nyújtotta lehetőségeket is.

## Felhasznált irodalom

- [1] Beták, N., Szabó, T.: Térszemlélet-fejlesztést segítő foglalkozások Lego eszközök segítségével. OXIPO (2020) 4. 71-81. <https://doi.org/10.35405/OXIPO.2020.4.71>
- [2] Babály, B., Kárpáti, A.: A téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel, Magyar Pedagógia 115. évf. (2015) 2. szám 67–92. DOI: 10.17670/MPed.2015.2.67
- [3] Shepard, R. N.: Externalization of mental images and the act of creation. In B. S. Randhawa & W. E. Coffman (Eds.), Visual learning, thinking, and communication. New York: Academic Press. (1978) pp. 133-190.
- [4] Carroll, J. B.: The higher-stratum structure of cognitive abilities: Current evidence supports g and about ten broad factors. In H. Nyborg (Ed.), The scientific study of general intelligence: Tribute to Arthur R. Jensen. Oxford: Pergamon Press. (2003) pp. 5–21.
- [5] Gardner, H.: Frames of mind: the theory of multiple intelligences basic books. New York. 1983.
- [6] Lohman, D. F.: Spatial ability and g. In I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), Human abilities: Their nature and assessment. Hillsdale, NJ: Erlbaum. (1996) pp. 97-116.

- [7] Babály, B.: A térszemlélet fejlődésének vizsgálata a vizuális nevelés szemszögéből: mérőeszközök, fejlődési korszakok és pedagógiai javaslatok. PhD értekezés. 2020.
- [8] Gardner, H.: Frames of mind: the theory of multiple intelligences basic books. New York. 1983.
- [9] Maier, P. H.: Spatial geometry and spatial ability–How to make solid geometry solid. In Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics (1996) pp. 63V75.
- [10] Lohman, D. F.: Spatial ability: A review and re-analysis of the correlational literature. (Technical Report/Aptitudes Research Project), (1979) No. 8. Stanford, California: Stanford University, School of Education.
- [11] Linn, M. C., Petersen, A. C.: Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. Child development, (1985) 56 (6), 1479-1498.
- [12] McGee, M. G.: Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. Psychological bulletin, (1979) 86 (5), 889-918.
- [13] Sutton, K., & Williams, A.: Spatial Cognition and its Implications for Design. Hong Kong, China: International Association of Societies of Design Research. 2007.
- [14] Lawton, C. A., & Hatcher, D. W.: Gender differences in integration of images in visuospatial memory. Sex roles, (2005) 53 (9-10), 717-725.
- [15] Carroll. J. B.: Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies. New York: Cambridge University Press. 1993.
- [16] Séra, L., Kárpáti, A., & Gulyás, J.: A térszemlélet. A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése. Pécs: Comenius Kiadó. 2002.
- [17] Molnár, J.: Rozvíjení prostorové představivosti (nejen) ve stereometrii. Univerzita Palackého v Olomouci: Olomouc. 2009.
- [18] Park, G., Lubinski, D., Benbow, CP.: Recognizing spatial intelligence. Scientific American, 2010/11.
- [19] Piaget, J.: Az észleleti tér, a képzeleti tér és az alaklátás (a sztereognosztikus észlelés). In J. Piaget (Ed.), Válogatott tanulmányok. Budapest: Gondolat Kiadó. 1970.
- [20] Newcombe, N. S. Seeing Relationships: Using Spatial Thinking to Teach Science, Mathematics, and Social Studies. American Educator, (2013) 37 (1), 26-40.
- [21] Olson, D. R.: On the relations between spatial and linguistic processes. Children's spatial development, (1975) 67–110.
- [22] Orde, B. J.: A correlational analysis of drawing ability and spatial ability (Doctoral dissertation, University of Wyoming). 1996.
- [23] Pak, R. A.: further examination of the influence of spatial abilities on computer task performance in younger and older adults. In Proceedings of the Human Factors and

- Ergonomics Society Annual Meeting (2001) Vol. 45, No. 22, pp. 1551-1555. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications. <https://doi.org/10.1177%2F154193120104502203>
- [24] Rovet, J., Olson, D. R., & Bialystok, E.: The education of spatial transformations. *Spatial cognition: The structure and development of mental representations of spatial relations*, (1983) 164–181.
- [25] Ip, H. H., & Li, C.: Virtual reality-based learning environments: recent developments and ongoing challenges. In *International conference on hybrid learning and continuing education* (2015). pp. 3–14. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20621-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20621-9_1)
- [26] Mental Cutting Test - CEEB Special Aptitude Test in Spatial Relations, Developed by the College Entrance Examination Board, USA 1939.
- [27] Guzsvinecz, T., Orbán-Mihálykó, É., Sik-Lanyi, C., Perge, E.: The effects of display parameters and devices on spatial ability test times. *Applied Sciences-Basel* 2076-3417 12 (3) pp. 1-16 Paper:1312 2022. <https://doi.org/10.3390/app12031312>
- [28] Guzsvinecz, T., Orbán-Mihálykó, É., Sik-Lanyi, C., Perge, E.: Investigation of Spatial Ability Test Completion Times in Virtual Reality using a Desktop Display and the Gear VR. *Virtual Reality*. 2021. pp. 1-14. Kiadó: Springer Nature. ISSN 1434-9957. DOI:10.1007/s10055-021-00509-2
- [29] Guzsvinecz, T., Szeles, M., Perge, E., Sik-Lanyi, C.: The influence of display parameters and display devices over the answers in spatial ability tests in virtual reality environments. *Applied Sciences - Basel* 2076-3417 10 (2) Paper: 526. 2020. ISSN 2076-3417; CODEN: ASPCC7. <https://doi.org/10.3390/app10020526>
- [30] Guzsvinecz, T., Orbán-Mihálykó, É., Perge, E., Sik-Lanyi, C.: Analyzing the spatial skills of university students with a virtual reality application using a desktop display and the Gear VR. *Acta Polytechnica Hungarica* 2020. 17 (2) pp. 35-56. <https://doi.org/10.12700/APH.17.2.2020.2.3>
- [31] Herendiné Kónya, E.: *Kisiskolások térbeli tájékozódó képességének fejlesztési lehetőségei*, PhD értekezés, Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen, 2007.
- [32] Séra, L., Kárpáti, A., Gulyás, J.: *A térszemlélet. A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése*. Comenius Kiadó, Pécs, 2002.

# Középiskolai szilárdságtan oktatás során alkalmazott módszerek és tapasztalatok hasznosítása a felsőoktatásban

VADAI ZSOLT

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék vadai@eng.unideb.hu

*Absztrakt. Az alábbi cikkben azt a kérdést válaszolom meg, hogy érdemes-e az egyetemi hallgatók esetében a szilárdságtan alapfogalmait elemi módszerekkel bevezetni a felsőbb matematikai eszközöket alkalmazó precízebb tárgyalásmód előtt. Emeltszintű érettségi vizsgára készülő középiskolás diákok számára elkészített elemi matematikai eszközöket alkalmazó, heurisztikán alapuló tananyagot előadtam egyetemi hallgatóknak, akik már hallgatták a Szilárdságtan c. tantárgyat. Az egyetemi hallgatókkal az előadás után kérdőívet töltettem ki, melyből arra vonatkozó következtetéseket vontam le, hogy az egyetemi tárgyalásmódot megelőzően érdemes velük is elemi szinten megtárgyalni az alapfogalmakat.*

## Bevezetés

A Debreceni Egyetem Műszaki Karának Építőmérnöki Tanszéke felkérést kapott a Debreceni Szakképzési Centrum Péchy Mihály Építőipari Szakközépiskolájának vezetőségétől, hogy szakkör jellegű foglalkozásokon segítsük az érdeklődő diákok emelt szintű érettségi-, valamint technikus vizsgára való felkészülését. Az általam vezetett foglalkozásokon a Szilárdságtan c. tantárgy, az említett vizsgákon az előző évek feladatsorai alapján előfordulható témakörei kerültek tárgyalásra.

A Szilárdságtan alapfogalmai: a terület, statikai nyomaték, súlypont, valamint a másodrendű nyomatékok meghatározása, jelentős motivációként hatott azon felsőbb matematikai eszközök kialakulására és fejlődésére, melyek a precíz tárgyalásmódhoz szükségesek [1]. A példák megoldásához szükséges elméleti anyag pontosabb tárgyalásához a differenciál-, valamint az integrálszámítás bizonyos fejezeteinek ismerete szükséges. Az építőmérnök hallgatók számára, amikor tanulmányaik során a Szilárdságtan c. tárgy felvételéhez érkeznek, rendelkezés áll az említett eszköztár, mely lehetővé teszi a precíz tárgyalásmódot, illetve annak megértését. A középiskolás diákok nem rendelkeznek az említett felsőbb matematikai eszközökkel, ezért összeállítottam részükre egy elemi módszereken alapuló oktatásianyagot, melyet a következő fejezetben vázlatosan mutatok be.

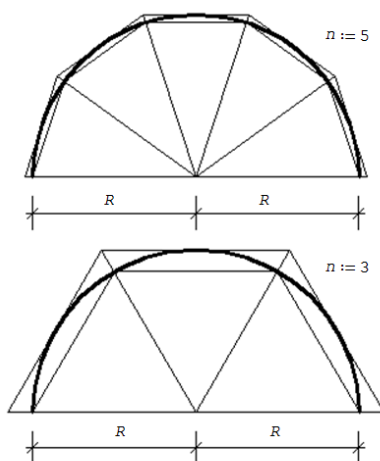
## 1. Az elemi tárgyalásmód

A keresztmetszeti síkidom területe, a súlypontjának helyzetének meghatározásához szükséges statikai nyomatéka, valamint a másodrendű nyomatékának kiszámítása általános esetben

határozott integrálok kiértékelésével történik [2, 3, 4]. Az említett integrálok kiszámítása nem középiskolás feladat, viszont bemutatathatók a számukra is érthető numerikus kísérletek, melyek alapján „megsejthetőek” az eredmények. Ezeknek a kísérleteknek nincs általános bizonyító ereje, de adott példák esetében numerikusan igazolják az eredményeket, valamint vizuálisan megjelenítik azokat. Tulajdonképpen az adott határozott integrál alsó- és felső közelítő összegének a konvergencia vizsgálatáról van szó, ami számítógéppel egyszerűen elvégezhető. Az eredmények grafikus megjelenítésével, „láthatóvá tehető” a konvergencia és a határérték fogalma. A fenti gondolatmenet alapján bemutatom a félkör területének meghatározásának egy lehetséges módját.

## A félkör területének meghatározása

A félkör területét közelítsük alulról a be-, míg felülről a körül írható  $2n$  oldalú sokszög területének a felével, az 1. ábrán látható módon. Az  $n$  azt mutatja meg, hogy hány egybevágó egyenlőszárú háromszögre osztottuk fel a félkört.



1. ábra: A félkör területének geometriai közelítése

Legyen  $t(n)$  az alsó-,  $T(n)$  a felsőközelítése az 1. ábrán látható  $R$  sugarú félkör  $t$  területének. Ekkor látható, hogy:

$$t(n) = n \cdot \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot \sin \frac{\pi}{n} \leq t \leq T(n) = n \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n} = n \cdot R^2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{2n}. \quad (1)$$

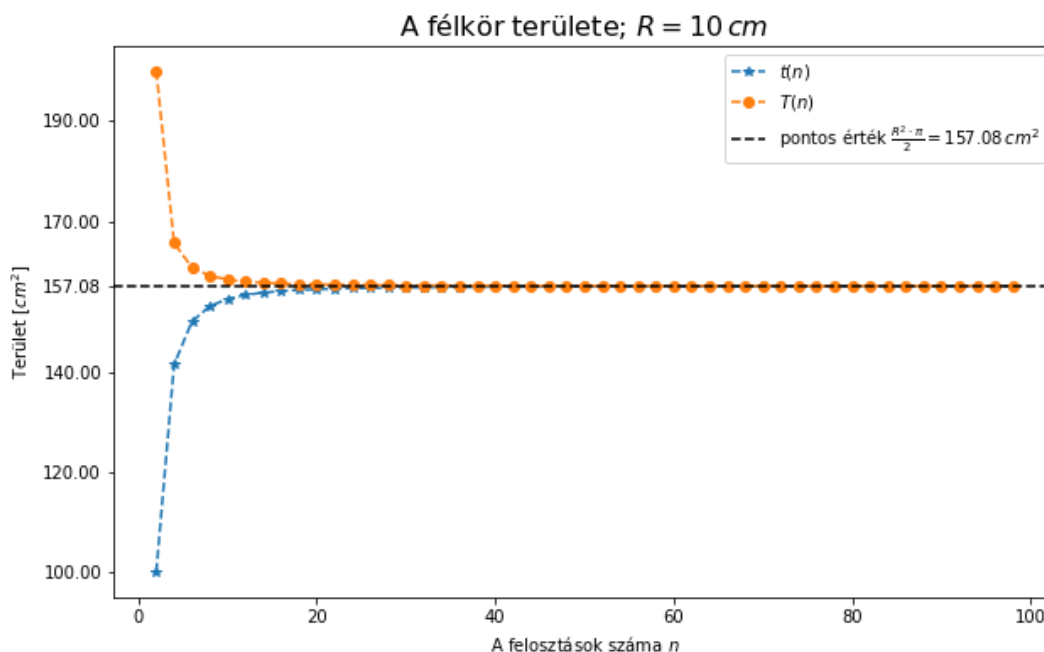
Az (1) kifejezés alapján megírható a 2. ábrán látható numerikus kód, mellyel adott  $n$  értékhez meghatározhatók a  $t(n)$  és  $T(n)$  becslések.

```

1 # A félkör területe
2
3
4 R=10 #cm
5
6 def t(n):# az alsó közelítő összeg
7     return 0.5*n*R**2*np.sin(np.pi/n)
8
9 def T(n):# a felső közelítő összeg
10    return n*R**2*np.tan(0.5*np.pi/n)
11
12 n_val=np.arange(2,100,2)
13
14 t_val=np.array([t(n) for n in n_val])
15 T_val=np.array([T(n) for n in n_val])
16
17 plt.figure(figsize=(10,6))
18 plt.plot(n_val,t_val,'--*',label='$t(n)$')
19 plt.plot(n_val,T_val,'--o',label='$T(n)$')
20 plt.axhline(10**2*np.pi/2,color='black',linestyle='--',
21            label=r'pontos érték $\frac{R^2 \cdot \pi}{2}=157.08$,cm^2$')
22 plt.xlabel('A felosztások száma $n$')
23 plt.ylabel('Terület [$cm^2$]')
24 plt.title('A félkör területe; $R= 10$,cm$', fontsize=16)
25 plt.yticks(np.array([100,120,140,157.07963,170,190]))
26 plt.legend()
    
```

2. ábra: A félkör területét közelítő Python kód

A 2. ábrán látható Python kóddal, különböző  $n$  értékekre végzett számítások eredményeit a 3. ábra foglalja össze.



3. ábra: A félkör területének numerikus közelítése

A 3. ábra alapján középiskolás szinten megfigyelhető, hogy „kellően” nagy  $n$  érték esetén az alsó- és felső becslések „egyenlővé válnak” az  $\frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot \pi$  értéknél, melyet a félkör területének nevezünk.

Az egyetemi hallgatók esetében elmondható, hogy az (1) egyenlőtlenségeket alakítva kapjuk:

$$t(n) = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot \pi \cdot \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{\frac{\pi}{n}} \leq t \leq T(n) = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot \pi \cdot \frac{1}{\cos \frac{\pi}{2n}} \cdot \frac{\sin \frac{\pi}{2n}}{\frac{\pi}{2n}}.$$

Mivel  $n \rightarrow \infty$  esetén  $\frac{\pi}{n} \rightarrow 0$ , használva az alábbi nevezetes határértékeket:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{\frac{\pi}{n}} = 1 \text{ és } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\cos \frac{\pi}{2n}} = 1,$$

belátható, hogy  $\lim_{n \rightarrow \infty} t(n) = \lim_{n \rightarrow \infty} T(n) = \frac{R^2 \cdot \pi}{2}$ , azaz a félkör területe:

$$t = \frac{R^2 \cdot \pi}{2}. \quad (2)$$

A fenti módszerrel meghatározható a keresztmetszeti síkidomok statikai-, és másodrendű nyomatékai.

## 2. Kérdőív

Az 1. fejezetben vázolt elemi módszereket alkalmazó oktatási anyagot 47 önként jelentkező egyetemi hallgatónak előadtam, akik már legalább egyszer hallgatták a Szilárdságtan c. tárgyat. A hallgatók esetében az elemi megközelítést párhuzamba állítottam a felsőbb matematikai módszereket alkalmazó tárgyalásmóddal. Az előadást követően a hallgatók kitöltöttek egy kérdőívet, melyben az alábbi információkhoz kapcsolódó kérdések szerepeltek:

- tárgy teljesítéséhez szükséges félévek száma,
- a félév során szerzett pontok száma,
- Matematika tárgyakból kapott érdemjegyek,
- a tárgy megértési szintjének összevetése egyetemi és elemi tárgyalásmód esetén,
- az elemi megközelítés bevezetésének támogatottsága hallgatói oldalról.

## 3. Következtetések

A hallgatók válaszai alapján az elemi, intuitív megközelítéssel kell kezdeni a keresztmetszeti síkidomok geometriai tulajdonságainak bevezetését, majd ezzel párhuzamba állítva a felsőbb matematikai módszereket alkalmazó tárgyalásmódot, a matematikai és a mechanika fogalmak mélyebb megértése valósítható meg.



## Felhasznált irodalom

- [1] A. J. D. Guardeno, Az igazság határértéke. Eaglemoss Ltd., 2020.
- [2] Kaliszky S., Kurutzné Kovács M., és Szilágyi Gy., Szilárdságtan. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 2000.
- [3] Németh F., Mechanika I. Statika. Budapest: Panem-McGraw-Hill, 1996.
- [4] Gáspár Zs. és Tarnai T., Statika. Budapest: Műegyetemi Kiadó, 2005.
- [5] Pintér L., Analízis II. Budapest: Typotex Nemzeti Tankönyvkiadó, 1998.

# A probléma alapú tanítás problémái

VÁMOSINÉ VARGA ADRIENN

Debrecen Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék vargaa@eng.unideb.hu

*Absztrakt. A probléma alapú tanítás egyik célja, hogy valós problémákon keresztül vonzóvá tegye az absztrakt fogalmak megértését a diákok számára. Az elmúlt évekhez képest érzékelhetően markánsabbá vált az első éves mérnökhallgatók absztrakt gondolkodási képességeinek különbsége. E cikk olyan – nem újkeletű - problémát mutat be, melynek tárgyalása közben lehetőség nyílik az elsőéves hallgatók absztrakt gondolkodási képességeinek vizsgálatára is.*

## Bevezetés

Néhány szakirodalom szerint azok a diákok, akik probléma alapú tanulási tevékenységekben vesznek részt, javíthatják információmegtartási és -felidézési képességeiket.

A probléma alapú tanítás egyik célja, hogy valós problémákon keresztül vonzóvá tegye az absztrakt fogalmak megértését a diákok számára.

Az akadémikus Beke Manó tanácsa: „Jól kell megválasztani az időt, amikor az absztrakt fogalom bevezetendő. Ezt a bevezetést mindig előzze meg a kellő előkészítés. Adjuk meg előbb annak az absztrakt fogalomnak tapasztalati, szemléleti, általában érzékelhető elemeit, kapcsoljuk erősen össze a tanulóban meglévő, hasonló rokon, vagy analóg ismeretanyaggal és úgy térjünk rá az absztrakcióra, a fogalmak megalkotására és azoknak a tanuló általános műveltsége szempontjából is értékes anyagon való begyakorlására.”

A Debreceni Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék matematikát oktatójaként a környezet-, gépész-, építőmérnök és műszaki menedzser szakos hallgatókat egy előadáson tanítom. Tapasztalataim szerint a probléma alapú tanítás egyik problémája az, hogy az elsőéves hallgatókat szak-specifikusan „hétköznapi” problémával lehet csak motiválni.

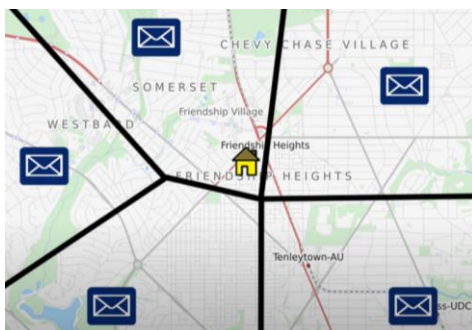
A probléma alapú tanítás másik problémája, hogy az egyetemisták absztrakt gondolkodási képességei különbözőek. A tanítás hatékonyabbá tehető, ha differenciálás céljából a bejövő első éves hallgatók absztrakt gondolkodási képességeit felmérjük.

Célom volt olyan témát találni, mely minden – említett – szakos hallgató számára érdekes lehet és a téma elsajátítása alatt feltérképezhető a hallgatók absztrakt gondolkodási képessége. Ezt egy olyan probléma felvetésén keresztül is megtehetjük, amely nem igényel túl sok szakmai előkészületet – nehogy az adott tantárgy ismeretanyaga elsajátításának rovására menjen – sem a tanár, sem a diákok részéről.

A különböző szakokon tanuló hallgatókat más-más problémákkal lehet motiválni. Így olyan problémát célszerű keresni, amelynél az egyes szakokon felvetett gyakorlati problémák matematikai modellje ugyanaz és minden szakon érdekes lehet.

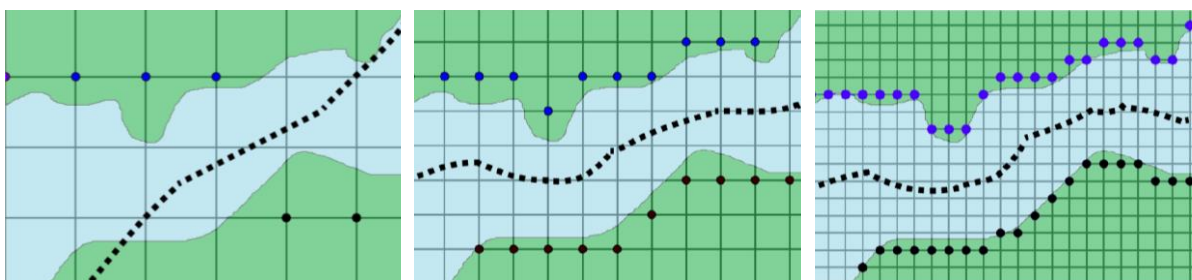
## 1. Gyakorlati problémák

I. A posta-probléma: Egy városban  $n$  darab posta működik. Annak érdekében, hogy egyik se legyen túlterhelve, illetve a postásoknak és a lakosoknak is kényelmesebb legyen, úgy osztják fel egymás közt körzetekre a várost, hogy minden lakos azon posta körzetéhez tartozzon, amelyikhez a legközelebb lakik (az esetleg több postától is egyenlő távolságra lakókat valamilyen módon besorolják). Hogyan kell meghatározni ezeket a postai körzeteket?



1. ábra: A posta-probléma

II. Az ENSZ Tengerjogi Egyezménye szerint, ha csak korábban másféle megállapodás nem született, az országok felségvizeinek határát az a görbe határozza meg, melynek minden pontja egyenlő távolságra esik az országhatárok legközelebbi pontjaitól.



2. ábra: A felségvizek problémája

Mindkét probléma megoldásának kulcsa az úgynevezett Voronoi-felbontás, mely számos mérnöki probléma megoldásában megjelenik:

- A robotikában a több robotból álló rendszerek egyes vezérlési stratégiái és útvonaltervező algoritmusai[1] a környezet Voronoi-felbontásán alapulnak[2],[3]
- A várostervezésben Voronoi diagramok használhatók a teherrakodási zónarendszer kialakításában

- Arcfelismerésnél a Voronoi felbontás használható arra, hogy a színtér szegmentálás során a klaszterek alappontjai köré olyan rácsszerkezetet alakítsanak ki, melynek minden belső pontja közelebb van az adott klaszter alappontjaihoz, mint a többi ponthoz.
- A meteorológiai állomások hálózatára szerkesztett Voronoi cellákkal gyakran modellezik pld. a csapadékeloszlást.
- Erdőmodellezésben is megjelenik a Voronoi diagram (Olyan kérdésekre keresnek választ, hogy mekkora tér jut a fáknak, mennyire terjedhet ki lombkoronájuk, gyökérzetük.)

## 2. A matematikai modell

Ha adott egy véges ponthalmaz (melynek elemeit generátorpontoknak nevezzük), akkor a tér minden egyes pontjáról döntsük el, hogy ezen generátorpontok közül mely(ek)hez esik a legközelebb (egy lakos mely postai körzetben lakik). Vagy, fordított irányból megközelítve, minden egyes generátorponthoz rendeljük hozzá az összes generátorpont közül a hozzá legközelebb eső pontjait a térnek (határozzuk meg minden egyes posta körzetét).

Tisztázni kell, hogy mit értünk két pont távolságán, pont és halmaz távolságán, két halmaz távolságán. Miután tisztáztuk, hogy milyen tulajdonságok teljesülését várunk el két pont távolságától, bevezethetjük a metrikus tér fogalmát. Ha mást nem mondunk, a  $\mathbb{R}^n$ -ben a hagyományos euklideszi struktúrát vesszük alapul, azaz az

$\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$  és  $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_n) \in \mathbb{R}^n$  vektorok

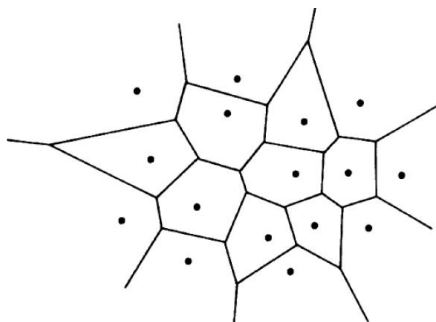
- belsőszorzata  $\langle \mathbf{x}, \mathbf{y} \rangle = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i)$ ,
- az  $\mathbf{x}$  vektor hossza (normája)  $\|\mathbf{x}\| = \sqrt{\langle \mathbf{x}, \mathbf{x} \rangle}$  és
- a két vektor (pont) távolsága  $d(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \|\mathbf{x} - \mathbf{y}\|$ .

Pontnak halmaztól, illetve halmaznak halmaztól való távolságát a következő módon definiálhatjuk: Legyen  $X$  a  $d$  metrikával metrikus tér,  $x \in X$  pont infimum-távolsága egy  $H \subseteq X$  nemüres halmaztól legyen  $dist_d(x, H) := \inf\{d(x, h) | h \in H\}$ ; a  $H, S \subseteq X$  halmazok távolsága pedig legyen  $dist_d(H, S) := \inf\{d(h, s) | h \in H, s \in S\}$ . Egy  $h_0 \in H$  pontot a  $H$  halmaz  $x$ -hez legközelebbi pontjának nevezünk, ha minden  $h \in H$  esetén  $d(x, h_0) \leq d(x, h)$ . Nyilván a  $h_0 \in H$  pont pontosan akkor a  $H$  halmaz  $x$ -hez legközelebbi pontja, ha

$$d(x, h_0) = dist_d(x, H).$$

Ha  $H = \{h_1, \dots, h_p\} \subseteq X$  egy véges halmaz, akkor a  $h_i \in H$  úgynevezett generátorponthoz tartozó Voronoi-cella:  $Vor(h_i, H) := \{x \in X | \forall j \in \{1, \dots, p\} : d(x, h_i) \leq d(x, h_j)\}$ .

Tehát  $dist_d(x, H) = d(x, h_i)$ . Voronoi-felbontás alatt az egyes generátorpontokhoz tartozó Voronoi cellák családját értjük:  $\mathcal{V}(H) = \{Vor(h_j, H) | j \in \{1, \dots, p\}\}$ .



3. ábra: Voronoi-felbontás

Itt csak az  $X = \mathbb{R}^2$  esetet írjuk le, az általános eset tárgyalása megtalálható [4]-ben.

Két pont szakaszfelező merőlegesének egyenletét egy elsőéves diák meg tudja határozni. Ennek segítségével igazolható, hogy a  $V_i := \text{Vor}(h_i, H)$  és  $h_i = (a_i, b_i)^T$  ( $i \in \{1, \dots, p\}$ ) jelölésekkel a  $V_i$  cellát leíró  $p - 1$  tagú egyenlőtlenség-rendszer:

$$V_i : 2(a_i - a_j)x + 2(b_i - b_j)y \geq (a_i^2 + b_i^2) - (a_j^2 + b_j^2), \text{ ahol } j \in \{1, \dots, p\} \setminus \{i\}.$$

Átrendezés után kétféle típusú egyenlőtlenség jelenik meg egy rendszerben:

$$V_i : \begin{cases} y \geq \alpha_{ij}x + \beta_{ij}, & \text{ha } b_i - b_j > 0 \\ y \leq \alpha_{ij}x + \beta_{ij}, & \text{ha } b_i - b_j < 0 \end{cases}$$

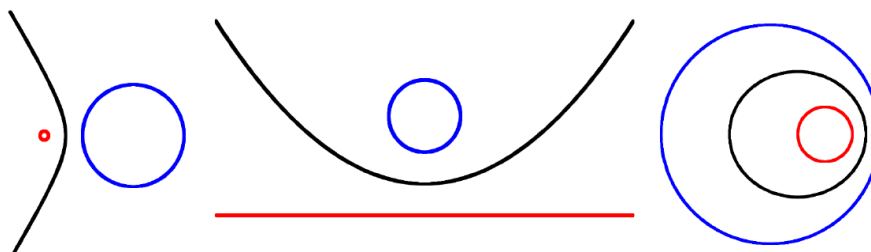
$$\text{itt } \alpha_{ij} = -\frac{a_i - a_j}{b_i - b_j} \text{ és } \beta_{ij} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(a_i^2 + b_i^2) - (a_j^2 + b_j^2)}{b_i - b_j}, \text{ ahol } j \in \{1, \dots, p\} \setminus \{i\}.$$

A felségvizek kérdésének megoldásához, meg kell válaszolni azt a kérdést, hogy a tér pontjai két adott halmaztól mikor vannak egyenlő távolságra?

Legyen  $(X, d)$  metrikus tér,  $K; L \subseteq X$  nemüres halmazok. A  $K$  és  $L$  halmazok  $\{K = L\}$  ekvidisztáns halmaza a tér mindazon pontjaiból áll, melyek mindkét halmaztól egyenlő távolságra fekszenek, azaz

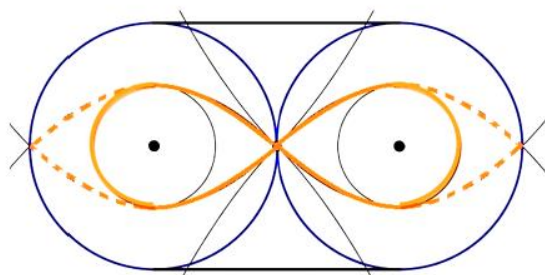
$$\{K = L\} := \{x \in X \mid \text{dist}_d(x, K) = \text{dist}_d(x, L)\}$$

Például két nem egybeeső pont ekvidisztáns halmaza a síkon a szakaszfelező merőleges; illetve a szögfelező a szögcsúcs, mint ponthalmazok ekvidisztáns halmaza. Kevésbé ismert példák a kúpszeletek, lásd [5]:



4. ábra: Kúpszeletek, mint ekvidisztáns halmazok (Forrás:[5])

Az ekvidisztáns meghatározása koránt sem egyszerű, lásd Loveland példáját: Ha az egyik halmaz két nem egybeeső pont, a másik pedig egy párhuzamos szakaszpár az 5. ábrán látható módon, akkor az ekvidisztáns két félkör és négy parabolaív uniója.



5. ábra: Loveland példája (Forrás:[6])

Itt csak a véges fókuszhalmozok esetét írjuk le  $\mathbb{R}^2$ -ben.

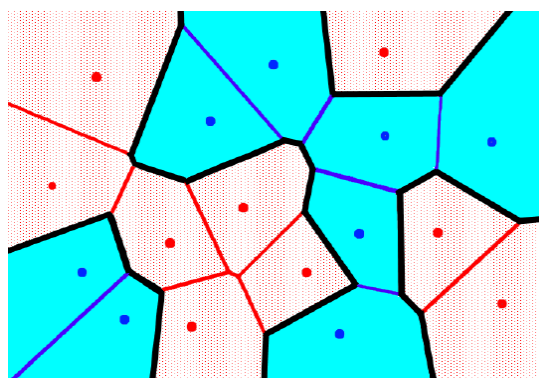
Legyenek a fókuszhalmozok  $K = \{k_1, \dots, k_p\}$  és  $L = \{l_1, \dots, l_q\}$  ahol

$k_i = (a_i, b_i)$ ,  $l_k = (c_k, d_k)$  és jelölje a generátorpontokhoz tartozó Voronoi-cellákat rendre  $V_i := Vor(k_i, K)$  és  $W_k := Vor(l_k, L)$ .

Az ekvidisztáns halmaz előáll szakaszok uniójaként:

$$\{K = L\} = \bigcup_{i=1}^p \bigcup_{k=1}^q (V_i \cap W_k \cap Bis(k_i, l_k)),$$

ahol  $Bis(k_i, l_k)$  a  $k_i$  és  $l_k$  pontok szakaszfelező merőlegesét jelöli.



6. ábra: Ekvidisztáns halmaz

Korábban láttuk, hogy egy  $V_i$  cellát egy  $p-1$  tagú egyenlőtlenségrendszer ír le; hasonlóan, egy  $W_k$  cellát egy  $q-1$  tagú.

$$Bis(k_i, l_k): y = \mu_{ik}x + v_{ik}, \text{ ahol } \mu_{ik} := -\frac{a_i - c_k}{b_i - d_k} \text{ és } v_{ik} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(a_i^2 + b_i^2) - (c_k^2 + d_k^2)}{b_i - d_k}$$

Az ekvidisztáns görbe  $V_i \cap W_k \cap Bis(k_i, l_k)$  szakaszát leíró  $p+k-2$  egyenlőtlenség-rendszer:

$$\begin{cases} \mu_{ik}x + v_{ik} \geq \alpha_{ik}x + \beta_{ik} & (b_i - b_j > 0) \\ \mu_{ik}x + v_{ik} \leq \alpha_{ik}x + \beta_{ik} & (b_i - b_j < 0) \\ \mu_{ik}x + v_{ik} \geq \gamma_{kl}x + \delta_{kl} & (d_k - d_l > 0) \\ \mu_{ik}x + v_{ik} \leq \gamma_{kl}x + \delta_{kl} & (d_k - d_l < 0) \end{cases} \quad (j = 1, \dots, p; j \neq i \text{ és } l = 1, \dots, q; l \neq k)$$

A vizsgálandó esetek számának csökkentése érdekében szükséges és elegendő feltételt lehet adni a fenti rendszer megoldhatóságára lásd[7].

### 3. Az absztrakt gondolkodás mérése és probléma alapú tanulás

A rendszerszemléletű és az absztrakt gondolkodás egyaránt elengedhetetlen a mérnöki tervezésben [8],[9],[10]. Az absztrakt gondolkodási képesség indikátorai [11]:

Szemponatok	Indikátorok
Reflektív absztrakció	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A probléma integrálása, megfogalmazása</li><li>2. A probléma szimbólumokkal való megfogalmazása</li></ol>
Empirikus absztrakció	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Általánosítás</li><li>2. Más fogalomhoz kapcsolódó matematikai fogalom kialakítása</li><li>3. További matematikai objektumok kialakítása</li><li>4. Matematikai objektumok formalizálása</li></ol>
Elméleti absztrakció	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A szimbolikus műveletek értelmezése, feldolgozása</li></ol>

7. ábra: Az absztrakt gondolkodási képesség indikátorai

A matematikai modell tárgyalásakor bevezetett fogalmak segítségével vizsgálni tudjuk a hallgatók absztrakt gondolkodását. Az alábbiakban csak vázlatosan említünk néhány kérdést, melyre a hallgatói válaszokból következtethetünk a hallgatók absztrakt gondolkodási képességeire.

- Lehet-e két halmaz távolsága 0 úgy, hogy a két halmaznak nincs közös eleme? (Igen.)
- Mi az  $]1;2[$  nyílt intervallumnak a 0-hoz legközelebbi pontja  $\mathbb{R}$ -ben? (Nincs ilyen.)
- Előfordulhat-e, hogy az ekvidisztáns halmaz üres? (Például tekintve  $\mathbb{R}$ -nek az  $[1,2] \cup \{4\} \cup [5,6]$  metrikus alterét, ha  $K=[1,2]$  és  $L=[5,6]$ , akkor  $\{K=L\}=\emptyset$ .)

Az absztrakt gondolkodási képességek felmérése után indokolt a differenciált oktatás bevezetése.

### 4. Összefoglalás

A különböző mérnök szakos hallgatók kezdő matematika kurzusán olyan problémával célszerű a hallgatókat motiválni, amely minden szakon érdekes lehet, nem igényel túl sok előismeretet. E cikkben egy ilyen lehetséges téma került ismertetésre, melynek matematikai alapja a Voronoi-felbontás és az ekvidisztáns halmazok témaköre. A jó absztrakt gondolkodási képességgel rendelkező hallgatókat kiválasztva tovább lehet lépni a projekt alapú oktatásra, mely persze a mérnök kollégákkal való szorosabb együttműködés igényét erősíti.

## Felhasznált irodalom

- [1] Niu, Hanlin; Savvaris, Al; Tsourdos, Antonios; Ji, Ze (2019). "Voronoi-visibility roadmap-based path planning algorithm for unmanned surface vehicles" (PDF). *The Journal of Navigation*. 72 (4): 850–874. doi:10.1017/S0373463318001005. S2CID 67908628.
- [2] J Cortes, J.; Martinez, S.; Karatas, T.; Bullo, F. (April 2004). "Coverage control for mobile sensing networks". *IEEE Transactions on Robotics and Automation*. 20 (2): 243–255. doi:10.1109/TRA.2004.824698. ISSN 2374-958X. S2CID 2022860.
- [3] Teruel, Enrique; Aragues, Rosario; López-Nicolás, Gonzalo (April 2021). "A Practical Method to Cover Evenly a Dynamic Region With a Swarm". *IEEE Robotics and Automation Letters*. 6 (2): 1359–1366. doi:10.1109/LRA.2021.3057568. ISSN 2377-3766. S2CID 232071627.
- [4] Oláh Márk Voronoi-cellák és ekvidisztáns halmazok euklideszi terekben- Ekvidisztancia, mint a konvexitás egy általánosítása, Diplomamunka Debreceni Egyetem, TTK, 2019
- [5] Mario Ponce, Patricio Santibanez, On equidistant sets and generalized conics: the old and the new, *The American Mathematical Monthly*, Vol 121, No. 1 (2014), pp. 18-32.
- [6] L. D. Loveland, When midsets are manifolds, *Proceedings of the American Mathematical Society*, Vol. 61, No. 2 (1976), pp. 353-360.
- [7] Vincze Csaba, Varga Adrienn, Oláh Márk, Fórián László, Lőrinc Sándor, On computable classes of equidistant sets: finite focal sets, *Involve, a Journal of Mathematics*, Vol. 11 (2018), No. 2, pp. 271-282.
- [8] R. M. Jaradat, Complex system governance requires systems thinking-how to find systems thinkers, *International Journal of System of Systems Engineering*, 6(1–2), pp. 53–70, 2015.
- [9] J. Kramer and O. Hazzan, The role of abstraction in software engineering, *Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering*, ACM, pp. 1017–1018, 2006.
- [10] Aziz Shekh\_Abed, Orit Hazzan, Aharon Gero, *International Journal of Engineering Education*, 2021 Vol. 37, No. 4, pp. 1080–1089, 2021.
- [11] Santi Irawati, Indriati Nurul Hidayah, Makbul Muksar, *AIP Conference Proceedings* 2330, 040039 (2021)



# A DEENK Műszaki Könyvtár szerepvállalása a mérnökhallgatók matematika oktatásában

KOVÁCSNÉ SZABÓ ÁGNES

Debrecen Egyetem Egyetemi és Nemzeti Könyvtár Műszaki Könyvtár kszagi@lib.unideb.hu

## Összefoglalás

A DEENK (Debreceni Egyetem Egyetemi és Nemzeti Könyvtár) Műszaki Könyvtár az 1965-ös alapításától kezdve kiemelt figyelmet fordított a mérnökhallgatók matematika szakirodalommal való ellátására. A felhasználói szokások változása miatt a DEENK Műszaki Könyvtár újabb és újabb szolgáltatásokkal járul hozzá a matematika oktatásához és a tanuláshoz. A DEENK biztosítja az egyetemi polgárok részére a könyvtári dokumentumokhoz, adatbázisokhoz való hozzáférést, a technikai eszközök (számológépek, laptopok) kölcsönzését. A [Debreceni Egyetem Műszaki Kara](#), a [Debreceni Egyetem Hallgatói Önkormányzata](#) és a **DEENK kooperációjában** a Műszaki Könyvtár olvasótermében kialakított IT tanácsadási ponton a hallgatók a matematikához kapcsolódó szoftverek pl. MATLAB telepítésében, illetve az e-learning használata során felmerülő problémák megoldásában kaphatnak segítséget. A könyvtár javaslatokat kér a DE Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék oktatóitól a matematika témájú dokumentumok beszerzésével kapcsolatban.

A DEENK Műszaki Könyvtár 2016-tól szorosán együttműködik a Debreceni Egyetemi Kiadóval a kari jegyzetek kiadása, előállítása, reklámozása és árusítása területén. 2016-2021 között 21 féle matematika jegyzet (4 angol és 17 magyar nyelvű) született öt tanszéki oktató közreműködésében. A matematika témakörű jegyzetvásárlások száma a legmagasabb a mérnökhallgatók között, a zökkenőmentes árusítás szempontjából fontos, hogy a DEENK Műszaki Könyvtár a Műszaki Alaptárgyi Tanszektől folyamatos tájékoztatást kapjon a hallgatói létszámadatokról, a matematika kurzusokról és az ezekhez kapcsolódó jegyzetekről, az új jegyzetek írásáról, megjelentetéséről. A matematika tárgyakból adódó hallgatói lemorzsolódás csökkentésében a DEENK Műszaki Könyvtár a következő lépéseket tudja tenni:

- Lehetőség egyéni, csoportos tanulásra, valamint konzultációkra
- Matematika I, II, III kurzusokhoz a kötelező jegyzetek folyamatos egyeztetése (könyvlista)
- Bulletin(ek) évenkénti revíziója, az angol nyelvű kari matematika jegyzetek kötelező vagy ajánlott szakirodalomként való feltüntetése
- A kikölcsönzött dokumentumokról hallgatói visszajelzés kérése (érdemes volt-e kikölcsönözni, megtalálta-e dokumentumban azt, amit keresett, ajánlaná-e másoknak stb.)
- Jegyzeteladás esetén visszacsatolás kérése a vásárlóktól, hogy a jegyzet mennyire volt hasznos számukra (benne van minden órán leadott anyag, ebből volt a zh, ebből van a vizsga, nincs benne semmi...)

- Jegyzetvásárláshoz: a matematika kurzusokhoz kapcsolódó jegyzetsomagok összeállítása.