

Tóth Zoltán

■ Debreceni Egyetem TTK Kémiai Intézet | tothzoltandr@gmail.com

# Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel

**K**evés olyan oktatás-korszerűsítési módszert ismerünk, amely bizonyítottan hatékony, ráadásul az oktatók és a hallgatók számára is elfogadható, és könnyen beilleszthető a „hagyományos” frontális oktatásba. Az egyik ilyen az „egymás tanítása” (peer instruction) módszer, melyet Eric Mazur amerikai fizika-professzor dolgozott ki és vezetett be a Harvard Egyetemen 1991-ben [1]. Ez olyan interaktív módszer, amely épít a hallgatók közötti kommunikációra és kihasználja a társtanítás lehetőségeit. Szerencsésen ötvözi a hagyományos frontális, a problémaalapú és a kooperatív tanítás elemeit. Elsősorban a fogalmi megértés – és részben a problémamegoldás – elmélyítésére, fejlesztésére és ellenőrzésére alkalmas.

Kidolgozása óta – az elmúlt negyedszázadban – számos tudományos igényű pedagógiai kísérletben vizsgálták a módszer egészének és egyes lépéseinek hatékonyságát, a tanulási eredményességre, a problémamegoldásra, a tantárgyi attitűdre, a lemorzsolódásra gyakorolt hatását. A vizsgálatok zöme a felsőoktatásban – és elsősorban fizikakurzusokon – folyt, de találunk példákat középszintű oktatási és más diszciplínákat (biológia, élettan, geográfia, informatika, kémia, angol) érintő alkalmazásokra is.

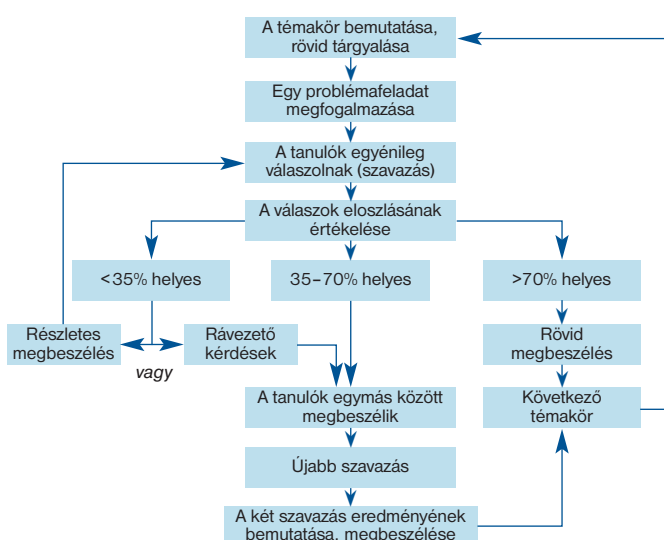
A következőkben először áttekintjük a módszer egészét és egyes lépéseit, majd bemutatjuk a módszer hatékonyságával kapcsolatos legfontosabb eredményeket. A részletek iránt érdeklődők figyelmébe ajánljuk Mazur könyvét [1], Vickrey és munkatársai összefoglaló tanulmányát [2], valamint saját magyar nyelvű ismertetőnk [3–4].

## A módszer bemutatása, egyes lépéseinek elemzése

A módszer lépéseit az **1. ábra** szemlélteti.

### A témakör bemutatása, rövid tárgyalása

A témakör elméleti alapjait 5–15 perc időtartamban tárgyaljuk. Előfordulhat, hogy ezt a tananyagot – például elektronikus tananyag formájában – a hallgatók otthon tanulmányozzák. Ebben az esetben az elméleti alapok tárgyalása lerövidíthető, esetleg el is hagyható. Az elméleti megalapozás miatt a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer elsősorban elméleti kurzusokba (előadá-



**1. ábra.** A Mazur-féle „egymás tanítása” eljárás blokkdiagramja. Az eredeti, Mazur-féle változat [5] Vickrey és munkatársai [2] által módosított formája alapján szerkesztette és némileg kiegészítette a szerző

sokba, szemináriumokba) építhető be, laboratóriumi gyakorlatok esetén az elméleti előkészítésben vagy a gyakorlat végén az összefoglaló értékelésben, megbeszélésben lehet szerepe.

### Egy problémafeladat megfogalmazása (kérdésfeltevés)

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer a fogalmi megértésre, a fogalmi megértési zavarok feltárására és korrekciójára helyezi a hangsúlyt a tárgyi tudás és ismeret helyett. Ennek megfelelően a felvetett kérdésnek (problémafeladatnak) is a fogalmi megértésre, a tanultak elmélyítésére, alkalmazására kell irányulnia. A szavazás megkönnyítése érdekében a problémát zárt végű (feleltérválasztásos) formában célszerű megfogalmazni.

Rosenberg, Lorenzo és Mazur [6] összehasonlította a hagyományos módszerrel és az „egymás tanítása” módszerrel tanított hallgatók esetén egy adott fizikai témakör felmérésében az is-



meret jellegű, valamint a megértés-alkalmazás jellegű kérdések megválaszolásának sikerességét. Kiderült, hogy a hagyományos oktatáshoz képest a Mazur-féle módszer lényegesen növelte a megértés-alkalmazás jellegű feladatok megoldásának sikerességét (48%-ról 85%-ra), ugyanakkor kismértékben csökkentette az ismeret jellegű kérdéseket (70%-ról 60%-ra).

Számos kutató – például Rao és DiCarlo [7] orvosi élettanból; Smith és munkatársai [8] genetikából; Porter és munkatársai [9] informatikából; Knight, Wise és Southard [10] fejlődésbiológiából – bizonyította, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszerből akkor profitálnak a hallgatók a legtöbbet, ha viszonylag nehéz, magasabb rendű kognitív műveleteket igénylő feladatokat használunk.

Az is fontos azonban, hogy a feladat csak olyan mértékben legyen nehéz, hogy a hallgatók legalább egyharmada számára megoldható legyen. Tehát sem a túl nehéz feladat nem jó, sem a túl könnyű feladat, melyet esetleg a hallgatóság túlnyomó többsége meg tud oldani.

A jó problémafeladat tehát i) egy fogalomra koncentrál; ii) megoldása nem igényli egyenletek használatát; iii) szövegezése rövid és egyszerű; iv) disztraktorai a tipikus hibás válaszokat tartalmazza; és v) közepes nehézségű [11].

A feladatot általában kivetített formában tárjuk a hallgatóság elé, kis létszámú csoport esetén lehetséges feladatlap formájában is. Célszerű hangosan is felolvasni a feladatot, hogy minimalizáljuk a hibás szövegértelmezésből, a pontatlan olvasásból adódó hibát [1].

### *A hallgatók egyénileg válaszolnak (1. szavazás)*

A feladat kivetését követően, maximum 1 perc gondolkodási idő után a hallgatóknak egyénileg kell választaniuk a megadott válaszlehetőségek közül. Ekkor még egymással nem kommunikálhatnak. A szavazás történhet megfelelő kártya feltartásával vagy beadásával, esetleg kézfeltartással, illetve szavazóegységgel, okostelefonnal stb.

Vajon szükséges-e azzal tölteni az időt, hogy a hallgatók egyénileg gondolkodjanak a probléma megoldásán és válaszoljanak a feltett kérdésre? Turpen és Finkelstein [12] szerint számos oktató nem tulajdonít jelentőséget ennek a lépésnek, és kihagyja a módszer alkalmazása során. Noha azt még valóban nem vizsgálták, hogy ennek a lépésnek a kihagyása milyen hatással van a tanulási eredményességre [2], néhány kérdőíves vizsgálat és interjú arra figyelmeztet, hogy ez is fontos lépése a Mazur-féle „egymás tanítása” módszernek.

A megkérdezett hallgatók szerint ugyan mindkét módszer hatásos, de szükséges az egyéni gondolkodás, a válaszlehetőségek áttekintése, a saját elképzelés, vélemény kialakítása, mert így aktívabban tudnak részt venni a későbbi együttes gondolkodásban [13-14]. Nielsen és munkatársai [14] mérései szerint statisztikailag szignifikánsan megnő az együttes megbeszélés ideje és tartalmi színvonala akkor, ha azt megelőzi az egyéni véleményalkotás és szavazás.

Mazur szerint viszont nem tanácsos 1 percnél több időt adni az egyéni gondolkodásra, mert egy idő után a hallgatók kommunikálni kezdenek egymással [1].

Fontos kérdés még a szavazás módja, technikája. A legegyszerűbb módja a kézfeltartás. Ez azért nem tanácsolható, mert óhatatlanul befolyásolja a helyes válaszban bizonytalan hallgatók döntését. Kis létszámú csoportok esetén megoldást jelenthet a kártyás szavazás. Ilyenkor a hallgatók a helyes válasznak meg-

felelő kártyát tartják fel – egyszerre. Korszerűbb szavazási módszerek az interaktív táblákhoz is illeszthető szavazóegység, vagy az okostelefon. Utóbbiak esetén a szavazás eredményét azonnal láthatóvá lehet tenni akár oszlopdiagram formájában is. Okostelefont, táblagépeket és laptopokat, valamint az ún. SOCRATIVE alkalmazást használták a hallgatók Jarosievitz fizikaóráin [15-16].

Néhány tanulmány foglalkozik azzal a kérdéssel, hogy vajon a szavazás módjának, eszközének van-e hatása a tanulás eredményességére és a metakognitív képességek fejlődésére.

Lasry algebraalapú mechanika kurzusán azt találta, hogy mind a kártyás szavazás, mind a szavazóegységes eljárás egyforma mértékben fejlesztette a tanulás eredményességét és a vizsgaeredményeket [17]. Nem volt szignifikáns különbség a két csoport eredményessége között.

Érdekes módon, egy pszichológia kurzuson végzett kísérlet azt mutatta, hogy a hagyományos szavazókártyák használata inkább fejlesztette a hallgatók metakognitív készségét, mint a korszerű szavazóegység [18]. Ugyanakkor a szavazóegységet használó csoport szignifikánsan jobb eredményt ért el, mint a szavazókártyát használók. Ennek az ellentmondásnak a feloldása további vizsgálatokat igényel.

Az eddigi eredmények tehát azt mutatják, hogy a tanulók egyéni válaszadása fontos, kihagyhatatlan lépése a módszernek. A szavazás technikai megvalósításának viszont nincs jelentős hatása az eredményességre.

### *A válaszok eloszlásának értékelése*

Számítógép-alapú szavazási technikák esetén az oktató pillanatok alatt megnézheti az első szavazás eredményét.

Amennyiben a helyes szavazatok aránya nem éri el a 35%-ot, akkor az oktató dönt, hogy részletes megbeszélés után újra szavazásra teszi fel a kérdést, vagy néhány rávezető, segítő kérdést, megjegyzést követően megkéri a hallgatókat, hogy egymás között vitassák meg a problémát. Amennyiben a hallgatók 35-70%-a adott helyes választ, akkor az oktató megkéri őket, hogy egymás között vitassák meg a problémát. Ha az első szavazás során a hallgatóknak több mint 70%-a helyes választ adott, akkor nincs szükség a társmegbeszélésre. A szavazás eredményének bemutatása, a megoldás rövid megbeszélése után újabb témakör tárgyalása (esetleg újabb probléma felvetése) következhet.

Fontos kérdés, hogy *meg kell-e mutatni az első szavazás eredményét a hallgatóknak* is. Néhány tanulmány [19-21] foglalkozik ezzel a kérdéssel. Általában az volt a tapasztalat, hogy az előzetes szavazás eredménye befolyásolja a végleges eredményt: a hallgatók egy része az előzetes szavazáson népszerűbbnek bizonyult választ jelöli meg a második szavazás során – függetlenül attól, hogy valóban az-e a helyes válasz vagy sem. Bár ezt a kérdést még nem vizsgálták meg alaposan, az eddigi eredmények alapján úgy tűnik, hogy nem célszerű az első szavazás eredményét megmutatni a hallgatóknak a második szavazás előtt.

Másik igen fontos kérdés, hogy *miért éppen 35% és 70% között* célszerű sort keríteni a közös megbeszélésre.

Rosenberg, Lorenzo és Mazur eredményei szerint a hallgatói megbeszélés után kapott helyes válaszok részaránya akkor haladja meg leginkább a megbeszélés előtti részarányt, ha a társ-megbeszélés előtti sikeresség 50% körül van [6]. Úgy találták azonban, hogy a társ-megbeszélés hatása még 35%-os kezdeti eredményesség esetén is lehet jelentős. Ezt támasztják alá Simon, Kohanfars és Lee [22], valamint Smith és munkatársai [8] ered-



ményei is. A 35%-os alsó határt tehát nem szabad szigorúan venni, ettől az oktató lefelé eltérhet, legfeljebb néhány rávezető kérdéssel segítheti az eredményesebb társmegbeszélést.

### *A hallgatók egymással megbeszélik a kérdést (egymás tanítása), majd újra szavaznak*

Ez a lépés a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer legfontosabb része. Felvetődik a kérdés, hogy a második szavazás eredményességét mennyiben befolyásolja a társmegbeszélés, és mennyiben csak az, hogy több ideje van a hallgatóknak a válasz átgondolására. Lasry és munkatársai vizsgálata azt mutatja, hogy a társakkal való megbeszélés sokkal nagyobb mértékben javította a második szavazás eredményét, mint a csendben elmélkedés [23]. A társakkal való beszélgetés elemzése során Brooks és Koretsky azt találta, hogy még azoknak a hallgatóknak a fogalmi megértése is fejlődött a megbeszélés során, akik már az első szavazásnál helyes választ adtak [21].

A társakkal való megvitátás nem csak az adott probléma helyes megoldását segíti elő, hanem az ahhoz hasonló problémák megválaszolását is [8–9]. Ez azt mutatja, hogy a hallgatók nem csak mechanikusan elfogadják a helyes választ, hanem többé-kevésbé meg is értik annak magyarázatát, és az így szerzett tudásukat képesek transzferálni másik hasonló problémára is.

Egy újabb kutatás [24] pedig arra hívja fel a figyelmet, hogy sokkal hatékonyabbak azok a közös megbeszélések, amelyek állandó összetételű csoportban történnek, mintha csak véletlenszerűen állnának össze a csoportok.

Néhány tanulmány [25–27] foglalkozik azzal a problémával, hogy a társdiskuszióban való részvétel pontokkal (jegyekkel) történő értékelése hogyan befolyásolja a hallgatók aktivitását a társmegbeszélések során. Azt találták, hogy amennyiben csak a jó választ adók kapnak pontot (jó jegyet), akkor ez csökkenti a társmegbeszélés intenzitását és hatékonyságát. Amennyiben pusztán a megbeszélésben való részvételért már jár a pont, annak pozitív hatása van a társmegbeszélésre.

Fontos további kérdés, hogy mennyi időt adjunk a tanulóknak a probléma megbeszélésére. Ez az idő általában 2 perc és 5 perc között változik. Figyelemre méltó Miller és munkatársai tanulmánya [28], amelyben arról számolnak be, hogy a csoportmegbeszélés során általában azok adják le legkésőbb a szavazatukat, akik nem tudják a helyes választ, vagy továbbra sem biztosak benne. Szerintük az optimális idő az, amelyen belül a hallgatók 80%-a leadja szavazatát.

A társakkal való megbeszélés tehát elhagyhatatlan eleme a Mazur-féle módszernek. Nem csak az adott kérdés helyes megoldásának megtalálását és megértését segíti elő, hanem más hasonló jellegű kérdéseket is. Ezt a megbeszélést célszerű néhány fős, előre összeállított csoportban végezni. A szükséges idő néhány perc, vagy annyi idő, amennyi a csoport 80%-ának szavazatleadásához szükséges volt.

### *A két szavazás eredményének bemutatása és megbeszélése, a helyes válasz kifejtése*

Smith és munkatársai [29] két genetika kurzus során összehasonlították a csak társmegbeszéléssel, a csak oktatói magyarázattal, valamint a társmegbeszéléssel és az oktatói magyarázattal egyaránt dolgozó csoportok eredményességét. Szignifikánsan jobb eredményt ért el a harmadik csoport, akik mind a társakkal való megbeszélésben, mind az oktatói magyarázatban része-

sültek a problémák feldolgozása során. Hasonló eredményre jutott Zingaro és Porter informatika kurzusok esetében [30–31]. Sőt még azt is kimutatták, hogy a kurzust lezáró vizsgán is szignifikánsan jobban teljesített az a csoport, amelyik mindkét feldolgozási módszert használta, szemben a csak társakkal való megvitátást használó csoporttal.

Amint azt már korábban megállapítottuk, ebben a fázisban mindenképpen jó, ha az oktató bemutatja a két szavazás eredményét, a válaszok eloszlását

## **A módszer hatékonyságával kapcsolatos kutatási eredmények**

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer hatékonyságát számos tudományos igényű pedagógiai kísérletben vizsgálták az elmúlt negyedszázadban. A következőkben ezeket tekintjük át.

### *A tanulás eredményességére gyakorolt hatás*

Az egyik – talán legfontosabb – kérdés, hogy ennek a módszernek van-e kimutatható pozitív hatása a tanulás eredményességére a hagyományos frontális tanítással szemben. Crouch és Mazur 10 évet átölelő vizsgálata szerint az egyetemi bevezető fizikai számítások kurzus esetén az „egymás tanítása” módszer kétszeres tanulási hatékonyságot eredményezett a hagyományos tanítási módszerrel összevetve [32].

A tanulási hatékonyságot legtöbbször a Hake-féle  $g$ -faktorral szokták jellemezni [33].  $g = (\text{utóteszt} - \text{előteszt}) / (100 - \text{előteszt})$ , ahol *utóteszt*: a tanítási periódus végén mért átlagos teszt-eredmény százalékban; *előteszt*: a tanítási periódus megkezdése előtt mért átlagos teszt-eredmény százalékban. A  $g$ -faktor százszorosa lényegében azt mutatja meg, hogy az elméletileg lehetséges fejlődés  $(100 - \text{előteszt})$  hány százalékban valósult meg a tanítás hatására. A hagyományos frontális oktatás  $g$ -faktora általában ritkán haladja meg a 0,24-os értéket, míg az interaktív módszerekre épülő tanulásé akár 0,6 fölötti is lehet [33].

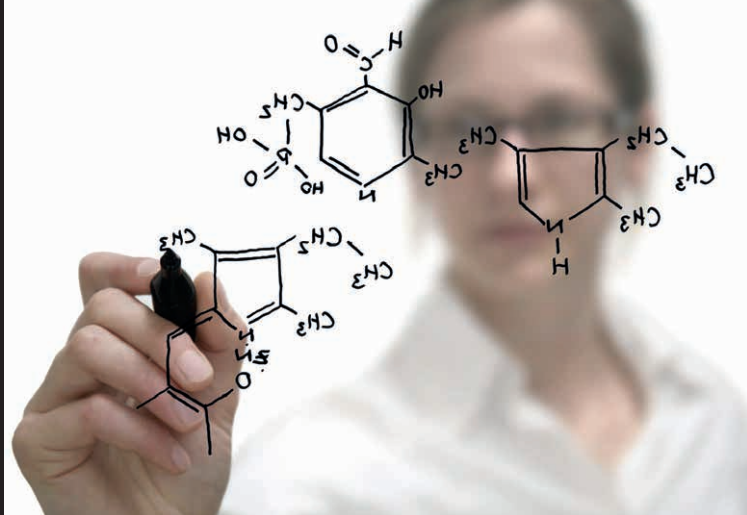
Egy egyetemi oktatók körében végzett széleskörű nemzetközi felmérés [34] szerint az „egymás tanítása” módszert alkalmazó fizikakurzusok 90%-a 0,30 és 0,70 közötti  $g$ -értéket produkált, mindössze 10% ért el ennél gyengébb eredményt. Az „egymás tanítása” módszerrel dolgozó 384 oktató több mint 80%-a találta a módszert eredményesnek, és 90%-uk úgy nyilatkozott, hogy továbbra is fogja azt használni.

Gok a Solomon-féle négycsoportos kísérleti elrendezést alkalmazva vizsgálta egy nem fizikaszakos hallgatóknak tartott két éves bevezető fizikakurzus hatékonyságát a Mazur-féle módszerrel és a hagyományos oktatással [35]. A kísérleti csoport esetében szignifikánsan magasabb tanulási hatékonyságot ( $g = 0,59$ ) ért el a kontrollcsoporttal szemben ( $g = 0,32$ ).

Ugyancsak pozitív eredményről számolt be Aina, aki egy nigériai egyetemen tanuló fizikatanár-jelöltek körében végzett kontrollcsoportos elő- és utómérési kísérletet [36]. A Mazur-féle módszerrel tanuló hallgatóknak szignifikánsan nőtt a fogalmi megértési szintje, és csökkent a témakörrel kapcsolatos tévképzeteinek mennyisége.

Egy újabb tanulmány [24] szerint a pekingi egyetemen végzett vizsgálatban nem találtak szignifikáns különbséget a Mazur-féle módszerrel és a hagyományos módon fizikát tanuló hallgatók fogalmi megértését ellenőrző tesztben. Ugyanakkor azt találták, hogy az „egymás tanítása” módszer fejlesztette a hallgatók fizikával és a fizika tanulásával kapcsolatos attitűdjét. A Mazur-féle





módszerrel oktatott hallgatók fizikáról alkotott képe elmozdult a kezdők szintjéről a haladók nézete felé. Ugyanez nem volt megfigyelhető a hagyományos módon oktatott hallgatóknál.

Bár az eddigi eredmények elsősorban a fizikára vonatkoznak, találunk példát a szakirodalomban más diszciplínákra is. A Mazur-féle módszer pozitív hatását írták le például a geológia [37–38] és a számítástechnika [30, 39–41] tanítása során.

#### *A hallgatók problémamegoldó készségére gyakorolt hatás*

Számos tanulmány foglalkozik a Mazur-féle egymás tanítása módszernek a hallgatók *problémamegoldó készségére* gyakorolt hatásával.

Cortright és munkatársai élettangyakorlaton [42], Giuliadori és munkatársai állatorvosi élettan kurzuson [43] azt találták, hogy a Mazur-féle módszerrel tanított hallgatók szignifikánsan eredményesebben oldottak meg a megbeszélttől némileg különböző új problémákat. Crouch és Mazur a Harvard Egyetemen végzett longitudinális vizsgálata pedig bebizonyította, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tanított hallgatók nem csak a feleletválasztásos és a kvalitatív problémák, hanem a kvantitatív problémák megoldásában is jobban teljesítettek, mint a hagyományos frontális módszerrel oktatott társaik [32].

#### *A hallgatói lemorzsolódásra gyakorolt hatás*

A felsőoktatásban fontos kérdés a hallgatók *lemorzsolódásának csökkentése*.

A fizikakurzusok vizsgálata azt mutatta, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tanult hallgatók között szignifikánsan kisebb (<5%) a lemorzsolódás, mint a hagyományos módon tanultak között (>20%) [5, 44].

#### *A módszer elfogadottságával kapcsolatos vizsgálatok*

Bármilyen oktatási módszer fontos jellemzője – hatékonyságán kívül – annak elfogadottsága mind a hallgatók, mind az oktatók részéről.

Számos tapasztalat mutatja, hogy a *hallgatók* többsége idegenkedik az, ún. „aktív” oktatási módszerektől, jobban szeretik a hagyományos frontális munkát, ahol a tanár dolgozik, ők pedig figyelnek, esetleg jegyzetelnek. Ezért már az is jó eredmény, ha egy új oktatási módszerhez semleges viszonyulnak a hallgatók, nem tartják azt sem jobbnak, sem rosszabbnak, mint a hagyományos, megszokott frontális módszereket. Crouch és Mazur longitudinális vizsgálatuk során azt tapasztalták, hogy az „egymás tanítása” módszer nem változtatta meg szignifikánsan a

hallgatóknak a kurzusról alkotott véleményét [32]. Egy másik vizsgálatban [45] a megkérdezett 384 oktatóból 70% számolt be arról, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tartott kurzusukat pozitívabban ítélték meg a hallgatók, mint a hagyományos módon tartott kurzusokat, 17% kapott változó véleményeket a hallgatóktól és mindössze 5% számolt be negatív hallgatói véleményekről.

Crossgrove és Curran összehasonlította a biológia főszakosok genetikakurzusának és a nem biológia szakosok bevezető biológiai kurzusának hallgatói megítélését [46]. Mindkét kurzust a Mazur-féle módszerrel tartották. A nem biológia szakosok szignifikánsan pozitívabban ítélték meg a módszert a vizsgateljesítményük szempontjából, mint a biológia szakosok. A nem biológia szakosok nagyobb mértékben javasolták a módszer további használatát az oktatónak, mint a biológia szakosok. Számos tanulmány számol be arról, hogy a bevezető számítástechnika [22], a természettudományi gyakorlat [42], mérnökképző tantárgyak [47–48], valamint az állatorvosi élettan kurzus [43] hallgatói javasolták a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer megtartását, sőt használatának kiterjesztését más kurzusokra is.

Számos esetben számoltak be a hallgatók arról, hogy a Mazur-féle módszer növelte önbizalmukat [24, 35, 49]. Néhány esetben pedig azt is megjegyezték, hogy a módszer hatására javult az oktatójukkal való kapcsolatuk is [39].

Érdekes módon az *oktatóknak* a módszerről alkotott véleményével, a módszerrel kapcsolatos tapasztalataikkal viszonylag kevés tanulmány foglalkozik. Egy felmérés alapján a módszert használó fizikatanárok 90%-a pozitív tapasztalatokról számolt be, és közel 80%-a jelezte, hogy a későbbiekben is használni fogja, 8%-a pedig valószínűleg fogja használni a Mazur-féle módszert [34].

Mind a hallgatók, mind a saját részéről pozitív tapasztalatokról számoltak be a módszer eddigi egyetlen „dokumentált” *hazai kipróbálója* is, Jarosievitz Beáta [15–16].

#### *A módszer alkalmazása a kémiaoktatásban*

Sajnálatos módon a nemzetközi szakirodalomban alig találunk példát a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer kémiaoktatásban történő alkalmazására.

Gok és Gok főiskolások általános kémia kurzusán végzett kontrollcsoportos kísérletet [52]. Megállapították, hogy a kísérleti csoport fogalmi megértésben, tanulási stratégiában és problémamegoldásban is szignifikánsan felülmúlta a kontrollcsoportot.

Brooks és Koretsky kémia termodinamika tárgykörben alkalmazta a módszert [21]. Megállapították, hogy az első szavazás eredményének megmutatása befolyásolja a hallgatók döntését. Ugyanakkor a társakkal való beszélgetés elemzése azt mutatta, hogy még azoknak a hallgatóknak a fogalmi megértése is fejlődött a megbeszélés során, akik már az első szavazásnál helyes választ adtak.

Ezeket kívül mindössze egy web-oldal [50] és egy könyv [51] foglalkozik a módszer során használható kémiai problémafeladatokkal, és mutat példákat azokra.

#### **Összefoglalás**

Az elmúlt több mint két évtized kutatásai azt mutatják, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer eredményesen alkalmazható az egyetemi oktatásban. Szinte valamennyi tanulmányban arról számoltak be, hogy elősegíti a hallgatók fogalmi megérté-



sét, fejleszti a problémamegoldás szempontjából fontos tudás-transzferet és pozitív irányba változtatja a tantárggyal kapcsolatos attitűdöket. A hallgatók többsége nem zárkózik el a módszer használatától, sőt inkább pozitívan viszonyul ahhoz.

Az eddigi szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer egyik lépése sem hagyható el a módszer eredményességének csökkenése nélkül. Fontos a megfelelően megfogalmazott problémafelvetés. A probléma ne ismeretet, felidézést mérjen, hanem a tanultak megértését, még inkább alkalmazását. Kiderült, hogy mind a megoldás megértése, mind a metakogníció fejlesztése miatt nem hagyható el az, hogy rövid ideig a hallgatók maguk is elgondolkozzanak a problémán, és egyedül próbálják megválaszolni a kérdést. Nem ajánlott viszont az első szavazás eredményének bemutatása. A módszer akkor a leghatékonyabb, ha az első szavazás során a hallgatók 35–70%-a ad helyes választ. A társbeszélés alapvető fontosságú ebben a módszerben. Úgy tűnik, hogy az előzetesen kialakított, és egy kurzus során állandó összetételű csoport hatékonyabban tud dolgozni, mint az óráról órára változó, alkalmasszerűen összeállt csoport. A társbeszélést kísérő tanári magyarázat tovább növeli a módszer hatékonyságát.

A szakirodalmi adatok szerint egy kérdés ilyen módon való feldolgozása átlagosan 15 percet (10–20 percet) vesz igénybe, tehát egy tanítási órán (45–50 perc) legfeljebb három ilyen kérdésfeldolgozásra van lehetőség.



#### IRODALOM

- [1] Mazur, E. (1997): Peer instruction - A user's manual. Prentice Hall, Inc. Simon & Schuster, New Jersey.
- [2] Vickrey, T., Rosploch, K., Rahmanian, R., Pilarz, M. és Stains, M. (2015): Research-based implementation of peer instruction: A literature review. *CBE - Life Science Education*, 14 (spring), 1–11.
- [3] Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, I. A módszer leírása és hatékonysága. *Középisikolai Kémiai Lapok*, 44(2), 160–170.
- [4] Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, II. A módszer egyes lépéseinek elemzése. *Középisikolai Kémiai Lapok*, 44(4), (közlésre elfogadva).
- [5] Lasry, N., Mazur, E. és Watkins, J. (2008): Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76(11), 1066–1069.
- [6] Rosenberg, J. L., Lorenzo, M. és Mazur, E. (2006): Chapter 8. Peer instruction. Making science engaging. In: Mintzes, J. J. és Leonard, W. H. (eds): *Handbook of college science teaching: theory, research, and practice*, National Science Teacher Association, Arlington, Virginia.
- [7] Rao, S. P. és DiCarlo, S. E. (2000): Peer instruction improves performance on quizzes. *Advances in Physiology Education*, 24, 51–55.
- [8] Smith, M.K., Wood, W.B., Adams, W.K., Wieman, C., Knight, J.K., Guild, N. és Su, T. (2009): Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, 323, 122–124.
- [9] Porter, L., Bailey-Lee, C., Simon, B. és Zingaro, D. (2011): Peer instruction: do students really learn from peer discussion in computing? In: *ICER '11: Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research*, New York, ACM Press.
- [10] Knight, J.K., Wise, S.B. és Southard, K. M. (2013): Understanding clicker discussions: student reasoning and the impact of instructional cues. *CBE Life Science Education*, 12, 645–654.
- [11] Brame, C. J. (é.n.): Writing good multiple choice test questions. <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/writing-good-multiple-choice-test-questions/> (Utolsó látogatás: 2017. 01. 25.)
- [12] Turpen, C. és Finkelstein, N. D. (2009): Not all interactive engagement is the same: variations in physics professors' implementation of peer instruction. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 5, 20101.
- [13] Nicol, D. J. és Boyle, J. T. (2003): Peer instruction versus class-wide discussion in large classes: a comparison of two interaction methods in the wired classroom. *Studies in Higher Education*, 28, 458–473.
- [14] Nielsen, K. L., Hansen, G. és Stav J. B. (2014): How the initial thinking period affects student argumentation during peer instruction: students' experiences versus observations. *Studies in Higher Education*, 3, 1–15.
- [15] Jarosievitz B. (2016): The impact of ICT and multimedia used to flip the classroom (Physics lectures) via Smart phones and tablets. In: Lars-Jochen, T., és Raimund, G. (szerk.): *Proceedings of the 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning*. Mulhouse, European Physical Society (EPS), 357–363.
- [16] Jarosievitz B. (2016): Fordulj a társadhoz! Saját eszközökkel megvalósított interaktív tanítási módszer a fizika oktatásában. In: Karlovitz J. T. (szerk.): *Társadalom, kulturális háttér, gazdaság: IV. IRI Társadalomtudományi Konferencia*. Komárno, International Research Institute, 396–402.
- [17] Lasry, N. (2008): Clickers or flashcards: is there really a difference? *Physics Teaching*, 46, 242.
- [18] Brady, M., Seli, H., Rosenthal, J. (2013): “Clickers” and metacognition: a quasi-experimental comparative study about metacognitive self-regulation and use of electronic feedback devices. *Computers & Education*, 65, 56–63.
- [19] Perez, K. E., Strauss, E. A., Downey, N., Galbraith, A., Jeanne, R., Cooper, S. és Madison, W. (2010): Does displaying the class results affect student discussion during peer instruction? *CBE Life Science Education*, 9, 33–140.
- [20] Nielsen, K. L., Hansen-Nygaard, G. és Stav, J. B. (2012): Investigating peer instruction: how the initial voting session affects students' experiences of group discussion. *ISRN Education*, 290157.
- [21] Brooks, B. B. J. és Koretsky, M. D. M. (2011): The influence of group discussion on students' responses and confidence during peer instruction. *Journal of Chemical Education*, 88, 1477–1484.
- [22] Simon, B., Kohanfars, M. és Lee, J. (2010): Experience report: peer instruction in introductory computing. *SIGCSE '10: Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, ACM Press, 341–345.
- [23] Lasry, N., Charles, E., Whittaker, C. és Lautman, M. (2009): When talking is better than staying quiet. In: Sabella, M., Henderson, C. és Singh, C. (eds.): *Physics Education Research Conference*, Melville, NY, American Institute of Physics, 181–184.
- [24] Zhang, P., Ding, L., Mazur, E. (2017): Peer instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Physical Reviews: Physical Education Research*, 113, 10104–1–9.
- [25] James, M. C. (2006): The effect of grading incentive on student discourse in peer instruction. *American Journal of Physics*, 74, 689.
- [26] James, M. C., Barbieri, F. és Garcia, P. (2008): What are they talking about? Lessons learned from a study of peer instruction. *Astronomy Education Review*, 7, 37–43.
- [27] Turpen, C. és Finkelstein, N. D. (2010): The construction of different classroom norms during peer instruction: students perceive differences. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 6, 020123.





- [28] Miller, K., Lasry, N., Lukoff, B., Schell, J. és Mazur, E. (2014): Conceptual question response times in peer instruction classrooms. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 10, 020113.
- [29] Smith, M. K., Wood, W. B., Krauter, K. és Knight, J. K. (2011): Combining peer discussion with instructor explanation increases student learning from in-class concept questions. *CBE Life Science Education*, 10, 55–63.
- [30] Zingaro, D., Porter, L. (2014): Peer instruction in computing: the value of instructor intervention. *Computers in Education*, 71, 87–96.
- [31] Zingaro, D. és Porter, L. (2014): Peer instruction: a link to the exam. *Proceedings of the 19th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, New York, ACM Press, 255–260.
- [32] Crouch, C. H., Mazur, E. (2001). Peer instruction: ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977.
- [33] Hake, R. R. (1998): Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- [34] Fagen, A. P., Crouch, C. H. és Mazur, E. (2002): Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. *The Physics Teacher*, 40(4), 206–209.
- [35] Gok, T. (2012): The effect of peer instruction on students' conceptual learning and motivation. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13(1), Article 10, 1–17.
- [36] Aina, J. K. (2016): Using Peer Instruction (PI) to Investigate Pre-service Physics Teachers Academic Performance in Nigeria. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 3(4), 100–105.
- [37] McConnel, D. A., Steer, D. N., Owens, K. D., Knott, J. R., Dick, J. és Heaney, P. J. (2006): Using ConcepTests to assess and improve student conceptual understanding in introductory geoscience courses. *Journal of Geoscience Education*, 54, 61–68.
- [38] Mora, G. (2010): Peer instruction and lecture tutorials equally improve student learning in introductory geology classes. *Journal of Geoscience Education*, 58, 286.
- [39] Simon, B., Esper, S., Porter, L. és Cutts, Q. (2013): Student experience in a student-centered peer instruction classroom. *Proceedings of the Ninth Annual International ACM Conference on International Computing Education Research—ICER '13*, New York, ACM Press, 129.
- [40] Miller, R. L. R., Santana-Vega, E. és Terrell, M. S. (2006): Can good questions and peer discussion improve calculus instruction? *Problem Resource Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 16, 193–203.
- [41] Pilzer, S. (2001): Peer instruction in physics and mathematics. *Problem Resource Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 11, 185–192.
- [42] Cortright, R. N., Collins, H. L. és DiCarlo, S. E. (2005): Peer instruction enhanced meaningful learning: ability to solve novel problems. *Advances in Physiology Education*, 29, 107–111.
- [43] Giuliodori, M. J., Lujan, H. L. és DiCarlo, S. E. (2006): Peer instruction enhanced student performance on qualitative problem-solving questions. *Advances in Physiology Education*, 30, 168–173.
- [44] Crouch, C. H., Watkins, J. (2007): Peer instruction: engaging students one-on-one, all at once. In: Redish, E. F. and Cooney, P.: *Reviews of Research-Based Reform Curricula in Introductory Physics*, College Park, MD, American Association of Physics Teachers, 1–55.
- [45] Fagen, A. P. (2003): Assessing and enhancing the introductory science course in physics and biology: Peer instruction, classroom demonstrations, and genetics vocabulary. Thesis. [http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazurpubs\\_537.pdf](http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazurpubs_537.pdf) (utolsó letöltés: 2017. 01. 26.)
- [46] Crossgrove, K. és Curran, K. L. (2008): Using clickers in nonmajors- and majors-level biology courses: student opinion, learning, and longterm retention of course material. *CBE Life Science Education*, 7, 146–154.
- [47] Nielsen, K. L., Hansen, G. és Stav, J. B. (2013): Teaching with student response systems (SRS): teacher-centric aspects that can negatively affect students' experience of using SRS. *Research in Learning Technology*, 21, 18989.
- [48] Boyle, J. T. és Nicol, D. J. (2003): Using classroom communication systems to support interaction and discussion in large class settings. *Association for Learning Technology Journal*, 11(3), 43–57.
- [49] Zingaro, D. (2014): Peer instruction contributes to self-efficacy in CS1. *SIGCSE '14: Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, ACM Press, 373–378.
- [50] Herzfeld Group (é.n.): *ConcepTests for general chemistry*. <http://people.brandeis.edu/~herzfeld/concepttests.html> (Utolsó látogatás: 2017. 01. 25.)
- [51] Landis, C. R., Ellis, A. B., Lisenky, G. C., Lorenz, J. K., Meeke, K. és Wamser, C. C. (2000): *Chemistry ConcepTests: A pathway to interactive classrooms*. Prentice Hall.
- [52] Gok, T. és Gok, O. (2016): Peer instruction in chemistry education: Assessment of students' learning strategies, conceptual learning and problem solving. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(1), Article 9, 1–21.

## Fűtés-mérgezés

*Az egyre gyakoribb szén-monoxid(?)-mérgeződések háttérében az egyre jobban karbantartott kémények és az ablakok/ajtók szigetelésének korszerűsítése áll: vagyis az égéstermék/levegő jó hatásfokú elvezetése és a szellőzés kizárása.*

Vajon hány köbméter levegő távozik a fűtött térből a kéményen át, hasonló intenzitású füstölés esetében?

Az alábbi számítás szerint a szoba/fürdőszoba légtere, az átlagos méreteket figyelembe véve, kb. fél/negyedóra alatt kicserélődik – persze csak akkor, ha van levegő-utánpótlás, vagyis szellőzik a légtér.

Az égés során az áramló levegő oxigéntartalma 100%-ban elhasználódik, égéstermékek keletkeznek, amelyek a kéményen



át távoznak. Az égéstermékek legnagyobb része szén-dioxid, gőz és szálló por/korom, de ahogy fogy a rendelkezésre álló levegő oxigéntartalma, a tökéletlen égés következtében növekszik a szén-monoxid-tartalom

is. Ha nincs levegő-utánpótlás, az áramlás lelassul, az égéstermékek egyre nagyobb hányada marad a légtérben.

A légzés során az ember a levegő oxigéntartalmának kb. 5%-át használja el, de 16% alatti oxigéntartalom esetén már légzési problémák léphetnek fel, majd eszméletvesztés és fulladás is lehetséges.

Tehát ha nincs szellőzés, levegő-utánpótlás, akkor a rendelkezésre álló levegő összes oxigéntartalmát az égő használja el, vagyis nem marad belélegezhető oxigén, ezért a helyiségben tartózkodó ember oxigénhiányos állapotba kerülve eszméletét veszti. A mentés során az ajtó/ablak kinyitásával a levegő oxigéntartalma kiegyenlítődik, így csak a megnövekedett szén-dioxid- és szén-monoxid-koncentrációt érzékeljük.

*Következtetés: a fűtés és az ablakok/ajtók szigetelésének átgondolatlan „korszerűsítése” problémákat okozhat. Ezért figyeljünk arra, hogy az a helyiség, ahol a kazán üzemel, mindig megfelelően szellőzőn, legyen elegendő levegő-utánpótlás kívülről.*

Ritz Ferenc

Számítás		
Csőátmérő, m	0,100	kémény
Csőkeresztmetszet, m <sup>2</sup>	0,007854	
Átlagos sebesség, m/s	2,00	légsebesség a nyíláson át
Térfogatáram, m <sup>3</sup> /h	56,55	