A herbáriumok, florilegiumok, hortusok állományát bemutató katalógusok képanyaga jelentősen átfedte egymást. A munkákat megjelentető könyvkiadók számára értéknövelőnek minősült az illusztrációk átvétele, s szívesen használták akár az eredeti metszeteket, akár azok alapján készített újabbakat.

A metszésekkel előállított ábrák számára fejlődési lehetőséget ígért az egyedi színezés. A kézműves kivitelezés mellett új, a festészet gyakorlatára támaszkodó növényillusztráció kialakulását az egyedi gyűjtemények fenntartói szorgalmazták. A nagyobb kertek fenntartói a növényállomány temperával festett képek által való bemutatását is vállalták, függetlenül attól, hogy a kert magán- vagy oktatási céllal keletkezett. A gyűjteményekhez készült dokumentációk abból a célból ábrázolták a növényeket, hogy a kertet fenntartók agronómiai, kertészeti, esztétikai, gyűjtési, medicinális, illetve botanikai igényeinek megfeleljenek. Amíg a reprezentációs, illetve a kertészeti/kereskedelmi célokkal készült ábrák a növények egyes szerveit – rendszerint a virágot vagy egyéb, dekoratív részletét – hangsúlyozták, az oktatási gyűjtemények (szintén a maguk profilja szerint) a habituális bemutatást szorgalmazták.

Ez utóbbiak révén, lépésről lépésre alakultak ki a máig használatos botanikai illusztrálás normái. Kezdetben a szárított növények jelentették a mintát, utóbb az élőhelyen előforduló, intakt, a maguk természetes alakját kínálók. A botanikai azonosítás érdekében olyan részletek bemutatása is szokásossá vált – megfordított levél, profilban ábrázolt szerv, a virág és a termés egyidejű fölvázolása – amely ugyan a képi általánosítás révén valósult meg, de a többletinformáció e 'szabálytalanságot' igazolta.

E változások hűen követhetőek a kor könyvtípusa, a herbáriumok ábrái jóvoltából. A szimbolikus ábrázolástól azonban nem minden esetben történt meg az eltávolodás. Amíg a növények kertészeti használatában s a növények dekorációs jellegű bemutatásában a művészet mindvégig fenntartotta a bemutatásra került növények mögöttes jelentését és értelmezhetőségét, a botanikai bemutatás ettől idővel eltávolodott: némely herbáriumban még megfigyelhető ugyan a növény hatásának narratív ábrázolása, utóbb ezt az illusztrációhoz illeszkedő szöveg vállalta magára, majd – a felvilágosodás rendszerező mozgalmai hatására – az is lemondott róla.

Otto Brunfels ‚Vivae Eicones'-ének illusztrátora, Hans Weiditz tekinthető az elsőnek, aki merészen szakított a hagyománnyal. Nem volt hajlandó elődeit követni, s a herbáriumot korábbról ismert ábrákkal vagy azok másolataival illusztrálni, hanem saját megfigyelései alapján készítette el fametszeteit. Ugyan e növénybemutatások elegáns merevsége, kontúrossága még a gótikus időszak növényképeit imitálták, s nem nyújtották a herbák laza, könnyed formáit, de már nem is vették át az elődök többnyire másolás útján terjesztett képhibáit. Weiditz ábrái a növényeket nem természetes méretükben ábrázolták, s ez nem is lesz szokása e század képmetszőinek: mindnyájan elfogadták a könyvészet kínálta lapok méretét és meghatározott formáját.

Weiditztől azonban vízfestmények is fennmaradtak – amelyek szervesen illeszkedtek a szakrális, illetve világi festészet eljárásaihoz. Ezeken már fantáziadúsabban (bár festményszerűbben) láthatóak a növények. Köztük olyan habitusúak, amilyeneket Fuchs is szívesebben használt: az ábrázolt élőlények nem laposak, kitörnek a síkbeliségből, s térbelivé váltak. Másrészt Fuchs azt is igényelte, hogy az illusztráció ne a szöveg fragmentumai közé illesztődjék, hanem áttekinthető, egész oldalt kapjon. Fuchs növényábrái ugyan vékony határvonalúak, de e rajzosságuk előnyt is jelentett: nem keltett zsúfolt hatást a növényrészletek sokasága – azaz úgy egyszerűsített, hogy a szakszerűség megmaradt, s az élőlény karaktere vált hangsúlyozottá. Fuchsnál vált az is gyakorlattá, hogy a virágot és a termést – mintegy idősűrítés eredményeként – egymás mellett mutatta be, de az is, hogy néha egy tőről nő a növény vad és nemesített formája.

Fuchs egész oldalas, a szöveggel egyenrangú, saját botanikai információkkal rendelkező, a kép időbeli szabályaitól eltekintő ábrái 1545-ben jelentek meg először – de fölhasználásuk hosszú időn át megmaradt. Az idézés középkori formája megmaradásának tekinthető – miként az egyéb, nyomtatható herbáriumi ábráknál is látszik, hogy mások is használták a saját nevükkel fémjelzett – leginkább kompilációnak tekinthető – művükhöz. Fuchs metszeteit *Turner* és Dodoens is alkalmazta. A színek botanikai jelentőségére először Adam Lonitzer kiadói újítása hívta fel a figyelmet. A könyvekben a metszetet nem olajfestékkel, hanem aquarellel színezték. Maga az eljárás a piktúra bevált technikája volt ugyan, de alkalmazása mégis jelentős: életszerűbb ábrázolást tett lehetővé. Másrészt annak a kétféle botanikai illusztrálásnak az összekapcsolására tett próbát, amelyet a maga metszeteivel a könyvészet, illetve egyedi lapjaival és vásznaival a (szakrális és a profán tárgyú) festészet korábban már megteremtett.

## Irodalom


Anderson, F. J. (1977): *An Illustrated History of the Herbals.* Columbia University Press, New York – Guildford.

Géczi János (2001): A reneszánsz rózsái. In: G. J.: *Természet – kép. Művelődéstörténeti tanulmányok.* Krónika Nova, Budapest. 60–151.

Besler (1613): Hortus Eystettensis. In: *The Besler Florilegium. Plants of the Fouer Seasons.* Előszó: Aymonim, G. G. Editio Citadelles, Paris.

*Botanical prints from the Hortus Eystettensis.* (2000) Bev.: Barker, N., előszó: Aymonim, G. G. – Abrams, Harry N. Inc., New York.

Lamers – Schütze (szerk, 2001): *Redouté's Roses.* P. Taschen, Köln.

Redouté, P. J. (1980): *Die Rosen.* Harenberg Edition, Dortmund.

Blunt, W. (1955): *The Art of Botanical Illstration.* Collins, London.

Arber, A. (1938): *Herbals, Their Origin and Evolution: A Chapter in the History of Botany. 1470–1650.* Hafner.

Gerard's Herball (1636): *The Essence thereof distilled by Marcus Woodward from the Edition of Th. Johnson.* Crescent Books. New York.

Euricius Cordus (1534): *Botanologicon.* Johannes Gymnicus, Cologne.

Swan, Claudia (1998): *The Clutius Botanical Watercolors. Plants and Flowers of the Renaissance.* Harry N. Abrams, Inc., New York.

Melius Péter Herbárium (1578): *Az fáknak, füveknek nevekről, természetről és hasznairól.* Bevezető tanulmánnyal és magyarázó jegyzetekkel sajtó alá rendezte Szabó Attila. Kriterion.

Nissen, C. (1966): *Die Botanische Buchillustration. Ihre Geschichte und Bibliographie.* Anton Hiersemann, Stuttgart.

Wickert. K. (1993): *Das Camerarius – Florilegium.* Universitätsbibliothek, Erlangen – Nürnberg. Kultur-Stiftung der Länder. Bayern.

*Flowers in Books and Drawings ca. 940–1840.* (1980) The Pierpont Morgan Library, New York.

Hobhouse, P. (1997): *Plants in Garden History.* Pavilion, London.

Coats, A. M. (1973): *The book of Flowers. Four centuries of flower illustration.* Phaidron.

Takács Viola

# Felidézés vagy alkalmazás

## *Fizikatesztek megoldásáról*

*Az 1999 májusában Baranya megyében íratott fizika teszteket megvizsgáltuk abból a szempontból, hogy a feladatok megoldása csupán a tanultak felidézését igényelte-e, vagy a tanultak új helyzetben történő alkalmazására is szükség volt.*

A Pécsi Tudományegyetem Tanárképző Intézetének kutatócsoportja 1999 májusában Baranya megye szerte végzett felmérést általános és középiskolákban. Ennek során egyebek között tizenöt iskolai tantárgy tudását is vizsgálták. Az egyik tantárgy a fizika volt, ezt az általános iskolák hetedik és a középiskolák harmadik osztályaiban felvett tesztek alapján bírálták el. *(1)*

Mivel a hetvenes években hazánk természettudományos oktatása világviszonylatban kiemelkedő helyet foglalt el a nemzetközi felmérésekben részt vevő országok sorában, ám ez a vezető pozíció az utóbbi évtizedben elveszni látszik, fontos kérdés a romlás okainak felderítése. Több hazai pedagógiai kutató hívta fel a figyelmet a tünetekre, elsősorban *Csapó Benő*re gondolunk, aki a baj (egyik) gyökerét abban látja, hogy az elméletben tanultakat a gyerekek kevéssé tudják alkalmazni. *(2, 3, 4, 5, 6)*

A természettudományos ismeretek alkalmazását szorgalmazta a nemzetközi trendet jól mutató, 2001-ben tartott EARLI (European Association for Research on Learning and Instruction) konferencia is. *(7)*

E körülmények indítottak arra, hogy a fent említett tudásmérés adatait az alkalmazás szempontjából is megvizsgáljuk. Vizsgálatunk módszere nem statisztikai, hanem strukturális elemzés, melynek eredményeként nem számszerű, hanem minőségekre vonatkozó állításokat van módunk megfogalmazni

### Az általános iskolai mérés leírása

A vizsgált populáció 529 fő hetedik évfolyamos tanuló, 26 osztályban.

A feladatlap az 1995-ös Csongrád megyei mérésben is használt, a JATE által kidolgozott mérőlap, amelynek 38 iteme van, melyek közül 19 elektromosságtani, 19 pedig mechanikai kérdéseket tartalmaz. *(lásd 1. melléklet: Fizika feladarlap 7. o.)*

Röviden leírjuk eljárásunkat.

A feladatlapon minden itemnél megjelöltük, hogy melyik feladat megoldása kívánja az ismeretek felidézését s melyik az alkalmazást.

Így a következő kategóriák alakultak ki:

1. EF elektromosságtani feladat – felidézés
2. EA elektromosságtani feladat – alkalmazás
3. ES elektromosságtani feladat – alkalmazás – számítással
4. MF mechanikai feladat – felidézés
5. MA mechanikai feladat – alkalmazás
6. MS mechanikai feladat – alkalmazás – számítással

Minden feladat tökéletes megoldásával elérhető maximális pontszámok *(1. táblázat)*:

| feladatkategória | maximális pontszám |
|---|---|
| 1. EF | 3 |
| 2. EA | 11 |
| 3. ES | 5 |
| 4. MF | 1 |
| 5. MA | 8 |
| 6. MS | 10 |

*1. táblázat*

A 27 osztály tanulónkénti teszteredményeit – kategóriánkénti pontszámaikkal – feldolgoztuk.

A tanulók által elért átlagos pontszámok:

| feladatkategória | átlagos pontszám |
|---|---|
| 1. EF | 1,40 |
| 2. EA | 4,40 |
| 3. ES | 1,40 |
| 4. MF | 0,08 |
| 5. MA | 1,20 |
| 6. MS | 1,10 |

*2. táblázat*

Tekintettel kellett lenni a rendkívül alacsony átlagértékekre, ily módon az egyes feladatfajtákra ponthatárokat állapítottunk meg az alábbiak szerint:

| feladatkategória | ponthatár |
|---|---|
| 1. EF | 1 |
| 2. EA | 4 |
| 3. ES | 2 |
| 4. MF | 1 |
| 5. MA | 2 |
| 6. MS | 2 |

*3. táblázat*

Ha a tanuló az előírt ponthatárt elérte, akkor az adott feladatcsoportot „megoldotta" (legalábbis elfogadhatóan), ha nem, akkor nem oldotta meg. Megjegyzendő, hogy ezekkel a ponthatárokkal valóban elfogadható (kettes) lehet a dolgozat.

Minden egyes tanulóra vonatkozóan bevezettük a hat feladatkategória kétértékű elbírálását, osztályonként csoportosítva. Ezeket most már Galois-gráfok input táblázatainak – relációtáblázatainak – tekintettük, s mindegyikhez megkerestük az úgynevezett zárt részhalmaz-pár listát.

Egy osztály tanulóinak bizonyos csoportját s az ezekhez tartozó feladatkategória-csoportot akkor nevezzük zárt részhalmazpárnak, ha a szóban forgó tanulócsoport a tanulóknak az a legnagyobb csoportja, amelynek minden tagja a hozzá tartozó feladatcsoport minden feladatát jól oldotta meg, s ez a legnagyobb ilyen feladatcsoport. Zártnak azért nevezhetjük, mert ha több tanulót tekintenénk, ők kevesebb feladatot oldanak meg jól, illetve ha több feladatot tekintenénk, azokat kevesebb tanuló oldja meg jól.

Úgynevezett Galois-gráfon ábrázoljuk a kapott eredményt. Itt a gráf szögpontjai egy-egy zárt részhalmazpárt jelentenek. Ábránkat a feladatcsoportok szerint rendezzük el, úgy, hogy az egyelemű zárt feladatcsoportokat reprezentáló pontokat egymás mellé rajzoljuk, majd az előbbivel párhuzamos, felette fekvő szakasz mentén a kételeműeket, és így tovább. A gráf éleit a következő szabály szerint rajzoljuk meg: a tetszőleges szögpontot minden olyan alatta fekvővel össze kell kötni, amely a szóban forgó halmazt jelentő pont legnagyobb részhalmazát jelentő pont. Az eljárást minden pontra nézve el kell végezni. *(8)*

Megrajzoltuk az osztályok tudásstruktúráját mutató Galois-gráfokat.

## Egy általános iskolai osztály gráfjának elkészítése

Példaképpen bemutatjuk itt a 22. sorszámú általános iskolai osztály ismereteit mutató gráf feldolgozásának menetét.

A 22. sorszámú osztályban 26 tanuló írta meg a tesztet, sorszámukkal jelölve az ő eredményeik állnak a következő táblázat soraiban. Az oszlopok a hat feladatkategóriát jelentik. Egy-egy tanuló sorában a sor és oszlop metszésénél lévő helyen „1" áll, ha az illető a szóban forgó oszlopnak megfelelő kategóriában elérte a ponthatárt, különben „0".

| | 123456 |
|---|---|
| 1 | 111011 |
| 2 | 111000 |
| 3 | 111011 |
| 4 | 100000 |
| 5 | 111011 |
| 6 | 101011 |
| 7 | 111001 |
| 8 | 100010 |
| 9 | 110000 |
| 10 | 111011 |
| 11 | 110010 |
| 12 | 111011 |
| 13 | 100000 |
| 14 | 111010 |
| 15 | 100010 |
| 16 | 111011 |
| 17 | 100010 |
| 18 | 111001 |
| 19 | 111010 |
| 20 | 111000 |
| 21 | 101010 |
| 22 | 111010 |
| 23 | 000011 |
| 24 | 111011 |
| 25 | 101010 |
| 26 | 111011 |

Látjuk, hogy több tanuló is azonos eredményt ért el, őket – feldolgozásunk szempontjából – azonosnak tekintjük.

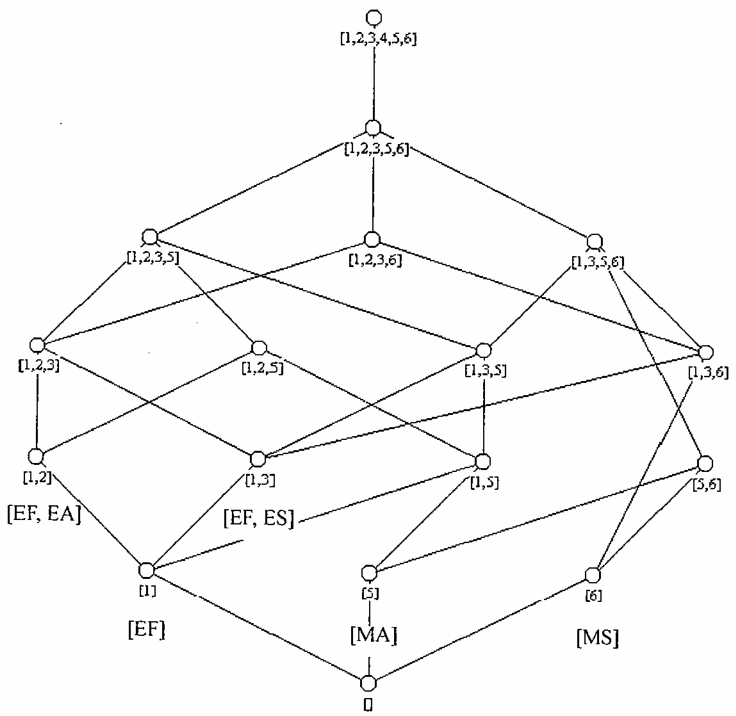
1 = 3 = 5 = 10 = 12 = 16 = 24 = 26, 2 = 20, 4 = 13, 7 = 18, 8 = 15 = 17, 14 = 19 = 22, 21 = 25. Így 15-tel csökken a sorok száma, mivel csak a különbözőket tartjuk meg. Új táblázatunk tehát az alábbi lesz:

| | 123456 |
|---|---|
| 1 | 111011 |
| 2 | 111000 |
| 3 | 100000 |
| 4 | 101011 |
| 5 | 111001 |
| 6 | 100010 |
| 7 | 110000 |
| 8 | 110010 |
| 9 | 111010 |
| 10 | 101010 |
| 11 | 000011 |

Ez a táblázat szolgál inputként, s a *Pozsonyi–Drommer*-féle programmal megkeresve a zárt részhalmazpárok listáját a következő eredményt kapjuk:

```
1>[ 1 ]:{ 1 2 3 5 6 }
2>[ 1 9 ]:{ 1 2 3 5 }
3>[ 1 8 9 ]:{ 1 2 5 }
4>[ 1 5 ]:{ 1 2 3 6 }
5>[ 1 4 ]:{ 1 3 5 6 }
6>[ 1 4 11 ]:{ 5 6 }
7>[ 1 4 9 10 ]:{ 1 3 5 }
8>[ 1 4 6 8 9 10 ]:{ 1 5 }
9>[ 1 4 6 8 9 10 11 ]:{ 5 }
10>[ 1 4 5 ]:{ 1 3 6 }
11>[ 1 4 5 11 ]:{ 6 }
12>[ 1 2 5 9 ]:{ 1 2 3 }
13>[ 1 2 5 7 8 9 ]:{ 1 2 }
14>[ 1 2 4 5 9 10 ]:{ 1 3 }
15>[ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ]:{ 1 }
```

A zárt feladatcsoportok szerint rendezve, a *Szigeti*-féle programmal megrajzoljuk a gráfot, amely esetünkben 17 pontból áll:




*1. ábra. A 22. sorszámú általános iskolai osztály tudásstruktúráját mutató Galois-gráf*

Ábránkon az egyes szögpontok alá írt számok a zárt feladatkategóriák csoportjait jelentik. Az első emelet bal első pontja [1], ehhez tartozik az {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} tanulókból álló csoport, az első emelet balról második pontja az [5], ehhez az {1, 4, 6, 8, 9, 11} tanulócsoport tartozik, majd végül még az első emeleten van a [6] pont, amelyhez a {1, 4, 5, 11} tartozik. A második emeleten, ismét balról indulva, látjuk az [1, 2] pontot, ehhez tartozik a tanulók {1, 2, 5, 7, 8, 9} csoportja, s az [1, 3] pont, amelyhez az {1, 2, 4, 5, 9, 10} gyermekcsoport tartozik. Az ennél feljebb lévő pontokhoz egyre kisebb létszámú gyerekcsoportok tartoznak. A legmagasabban fekvő pont az [1, 2, 3, 5, 6], ehhez csupán az egy gyerekből álló {1} számmal jelölt tanuló tartozik.

A fizika feladatok megoldására nézve ezek az alábbiakat jelentik. Az [1] az EF, vagyis elektromosságtani feladat, amely a tanultak felidézését igényli. Az EF típusú feladatok ponthatárát – azaz legalább 1 itemet – elérő tanulók legnagyobb csoportja az {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} jelű tanulóké. Ugyanígy az [1, 2] azt jelenti, hogy az EF és EA (elektromosságtani feladat, alkalmazás) együtt az a legnagyobb feladatcsoport, amelyre nézve a {1, 2, 5, 7, 8, 9} tanulókból áll az a legnagyobb csoport, amelyik elérte a ponthatárt – azaz legalább 1 itemet a felidézésből és legalább 4 itemet az alkalmazásból. E csoportban csak olyanok vannak, akik már az előzőben is benne voltak. Más szóval csak olyanok fordultak elő az alkalmazást tudók között, akik tudták a felidézést. Az [1,3] jelenti az EF és ES típusú feladatokat együtt, azaz azon elektromosságtani feladatokat egyrészt, amelyekhez felidézés szükséges, és azokat, amelyekben számítással kellett alkalmazni az ismereteket. A tanulóknak az a legnagyobb csoportja, amelyik maximum e két kategóriában érte el a ponthatárt – azaz legalább 1 pontot szerzett a felidézésből és legalább 2 pontot a számításos feladatokból –, a {1, 2, 4, 5, 9, 10} tanulókból áll. Ezek is csak olyanok, akik benne voltak már az előző [1] csoportban, vagyis a felidézést kívánó feladatot megoldották. Az elektromosságtant illetően az „alkalmazás"-ok mindig ráépülnek a „felidézés"-re.

A mechanikai feladatoknál az [5] az MA, a mechanikai alkalmazás jele, s ez az első emeleten található, azok a tanulók pedig, akik csak e kategóriában érték el a ponthatárt, – azaz legalább 2 pontot –, az {1, 4, 6, 8, 9, 11} tanulók. Hasonlóan a [6], vagyis MS (mechanikai számítás) feladattípus is az első emeleten van, s a hozzá tartozó tanulócsoport: {1, 4, 5, 11}. Ők azok, akik csak e példatípusban érték el a ponthatárt – azaz legalább 2 pontot. Egyáltalán nem fordul elő az ábrán szögletes zárójelben a 4 szám, azaz a 4 feladatkategória, ami az MF jelet kapta, s a felidézést igénylő mechanikai feladatot jelenti! Ennyit lehet leolvasni ennek az osztálynak a gráfjáról.

Ne felejtsük el közben, hogy itt az új tanulószámozás szerepel, tehát némelyik szám egynél több gyermeket is jelent.

## Megfigyelések az általános iskolai eredményekről

A feldolgozott adatok alapján a 27 osztály közül tehát 26-nak készült el a gráfja, s mindegyik ábrát megvizsgáltuk a mintapéldán bemutatott módon. Megfigyelve az ábrák közös vonásait, az alábbiakat tapasztaltuk.

*Elektromosságtani feladatok.*

EF – A felidézést igénylő feladatokat a tanulók meg tudják oldani (26-ból 25 esetben van ilyen csoport). Ezeket az esetek háromnegyedében a legnagyobb tanulói csoportok oldják meg.

EA – Ezek az egyszerűbb alkalmazások, amelyekhez számításra nincsen szükség. Ebben a kategóriában is jó eredményt értek el a gyerekek, túlnyomó többségük megoldotta az ide tartozó példákat. Figyelemre méltó, hogy a megoldások egyik fele – minthogy a gráf első „emeletén" fordul elő – az alapismeretekhez tartozik, olyan szinten tudják, mint a felidézendő ismereteket. A megoldások másik fele viszont – minthogy a gráfok második „emeletein" fordul elő – ráépül a felidézendő ismeretekre. Azaz olyan tanulók tudják ezekre a választ, akik tudják a felidézendő ismereteket!

ES – Ezek a számítást is igénylő alkalmazások, tehát egy fokkal nehezebbek az EA típusúaknál. Itt már csak egyharmad részben tudják ugyanúgy a megoldást, mint a felidézendőket, míg az e kategóriát teljesítők felének ismerete ráépül a felidézendőkre.

*Mechanikai feladatok*

MF – A csak felidézést kívánó egyetlen feladat hozta a leggyengébb eredményt. A 26 osztály közül 17-ben egyetlen esetben sincsen megoldás. Ahol van megoldás, ott sem az első „emeleten" fordul elő, azaz nem szerepel az alapvető ismeretek között, sőt nem szerepel alacsonyabban, mint a mechanikai ismeretek (MA) alkalmazása.

MA – Az egyszerűbb, számítást nem igénylő alkalmazások tartoznak ide. Kevesebb a jó megoldás, mint az elektromosságtani alkalmazások esetében, de többségükben megbirkóznak vele a tanulók (mármint a megállapított ponthatár-értékben). Nem beszélhetünk arról, hogy az itt felhasznált ismeretek pontosan mire épülnek – hiszen az MF típusú feladatot olyan sokan nem tudták megoldani –, de ahol igen, ott az az előzményekre épül.

MS – Ide az olyan alkalmazott ismeretek tartoznak, amelyekről csak számítás elvégzésével adhat számot a tanuló. E kategóriában még kevesebb jó eredmény született. Azok a tanulók, akik elérték a(z alacsony) ponthatárt, többségükben az alapismeretek birtokában vannak, tehát tudásuk ráépül az egyszerűbb ismeretekre.

**Következtetések az általános iskolai eredményekről**

*A feladatlapról*

Míg a fizika fejezetek szempontjából kiegyensúlyozott a feladatlap, hiszen fele-fele arányban oszlanak meg a feladatok az elektromosságtan és a mechanika között, addig a felidézés és az alkalmazás szempontja szerint nem, mert csupán egyetlen ilyen mechanikai példát tartalmaz, s ha ezt az egyet nem tudja a tanuló, akkor azt kell megállapítanunk, hogy nem tudja megoldani a felidézést kívánó feladatokat!

*A matematikai háttérről*

Az az egyetlen feladat, amely a mechanikai fejezetből a felidézést kívánja, a következő: „A grafikon az erő és az erőkar közötti összefüggést mutatja azonos forgatónyomaték esetén. Milyen összefüggés van az erő és az erőkar között?" (A tesztlapon itt jól leolvasható grafikon szerepel.) Mármost, ha a fizika órán megtanulják, hogy a forgatónyomaték nagysága egyenlő az erő és erőkar szorzatával, akkor vajon miért nem tudnak válaszolni? Mert a matematika órán nem tanulták meg a fordított arányt!!! (Illetve nem tudják értelmezni annak grafikus ábrázolását.) E feladat tömegesen sikertelen megoldását tehát nem írhatjuk a fizika tanításának rovására!

*Felidézés vagy alkalmazás?*

A vizsgálat célja annak kiderítése vagy legalább valamilyen megközelítése, hogy vajon gyerekeink csak elméletet tanulnak-e, és ezért gyenge az eredményük. Nem tanítjuk őket az alkalmazásra?

Állításunk csak erre a populációra s erre a feladatlapra vonatkozik, így korlátozott érvényével tisztában vagyunk.

Az elektromosságtani feladatokban körülbelül egyformán teljesítenek a tanulók a felidézésben és az alkalmazásban. Mármint ha az alkalmazáshoz nem kell számolni. Ráadásul az alkalmazás ismerete ráépül a felidézéshez is szükséges ismeretekre. A hiányosan értékelhető mechanikai feladatok megoldása is azt mutatja, hogy bonyolultabb feladatokat azok oldanak meg, akiknek a tudása ráépül az előzményekre. Tehát bűn lenne a „csak" felidézendő alapismeretek tanítására kevesebb gondot fordítani.

Fontos lenne olyan újabb mérést végezni, amelynek során a mechanikai feladatok is kiegyensúlyozottan szerepelnek.

Összegezve: a vizsgált minta – az általános iskolai korcsoportban, a 7. évfolyamon – nem nagy, és nem is teljesen értékelhető. Ám az eredmények alapján állítható, hogy az alacsony teljesítményszint oka nem az ismeretek alkalmazásának gyengesége.

## Egy előfeltevésről

A következőkben a középiskolai – 11. évfolyambeli – eredményekről számolunk be, de előbb egy előfeltevésünket ismertetjük.

Több esetben éltünk azzal a meghatározással, hogy amelyik ismeret az első emeleten szerepel a gráfon, az alapszintű ismeret, vagy hogy valamely ismeret ráépül egy másikra. Ennek hátterében a következő hallgatólagos előfeltevés áll. Adataink egy adott pillanatban megmért tudásértékek az illető osztályokban. Azt mutatják, hogy egy adott időpontban a különböző gyerekcsoportok mit tudtak. Azzal a feltevéssel élünk, hogy ez felcserélhető egy gyermek különböző időpontbeli tudásával. Vagyis, hogy az egyén fejlődésének gyarapodása ugyanolyan úton történik, mint amilyen a különböző csoportok állapota azonos időben. Vagy, hogy a darwini kifejezéssel éljünk, az egyedfejlődés felcserélhető a törzsfejlődéssel. Ezt a fundamentális feltevést sokak és sokszor alkalmazták, úgy gondoljuk, mi is élhetünk vele.

## A középiskolai mérés leírása

A vizsgált populáció 891 fő 11. évfolyamos (III. osztályos) tanuló, 33 osztályban.

A feladatlap itt is az 1995-ös Csongrád megyei mérésben is használt, a JATE által kidolgozott mérőlap, amelynek 40 iteme van, melyek közül 20 elektromosságtani, 20 pedig mechanikai kérdéseket tartalmaz.

A feladatlapon itt is minden itemnél megjelöltük, hogy melyik feladat megoldása kívánja az ismeretek felidézését, s melyik az alkalmazást. Az általános iskolaival azonos kategóriákat értelmeztük, számozásuk is azonos.

1. EF elektromosságtani feladat – felidézés
2. EA elektromosságtani feladat – alkalmazás
3. ES elektromosságtani feladat – alkalmazás – számítással
4. MF mechanikai feladat – felidézés
5. MA mechanikai feladat – alkalmazás
6. MS mechanikai feladat – alkalmazás – számítással

A feladatlapon megjelöltük, hogy melyik feladatot melyik kategóriába soroltuk. E besoroláshoz két magyarázatot kell hozzáfűznünk. Az egyik magyarázat a „mechanikai"-nak nevezett feladatokra vonatkozik. Az 1/f és a 4/b itemek hőtaniak. Mivel azonban az összes többi feladat vagy elektromosságtani, vagy mechanikai, az egyszerűség kedvéért e kettőhöz is a „mechanikai" jelzőt írtuk. A másik megjegyzés a 7/a-tól h-ig lévő itemeket illeti. Ez a 7. feladat transzformátorokra vonatkozik. A nyolc részfeladat (a-tól h-ig) tartalmaz felidézést és alkalmazást is, de a kitöltéskor kibogozhatatlan lenne, hogy melyik melyik, különben is gyakorlatias a példa, úgyhogy végül mindegyikhez az MA jelet, vagyis a „mechanikai alkalmazás"-t írtuk.

Minden feladat tökéletes megoldásával elérhető maximális pontszámokat lásd a *4. táblázat*ban.

| feladatkategória | maximális pontszám |
|---|---|
| 1. EF | 3 |
| 2. EA | 11 |
| 3. ES | 6 |
| 4. MF | 10 |
| 5. MA | 7 |
| 6. MS | 3 |

*4. táblázat*

A 33 osztály tanulónkénti teszteredményeit pontszámaikkal feldolgoztuk. (Az értékelés 32 osztályra szól, mert a 30. számú osztály eredménye értékelhetetlen volt.)
A tanulók által elért átlagos pontszámok:

| feladatkategória | átlagos pontszám |
|---|---|
| 1. EF | 1,79 |
| 2. EA | 1,61 |
| 3. ES | 2,92 |
| 4. MF | 4,98 |
| 5. MA | 1,11 |
| 6. MS | 0,35 |

*5. táblázat*

Tekintettel kellett lenni a rendkívül alacsony átlagértékekre, ily módon az egyes feladat-fajtákra ponthatárokat állapítottunk meg az alábbiak szerint.

| feladatkategória | ponthatár |
|---|---|
| 1. EF | 2 |
| 2. EA | 2 |
| 3. ES | 3 |
| 4. MF | 5 |
| 5. MA | 2 |
| 6. MS | 1 |

*6. táblázat*

Ha a tanuló az előírt ponthatárt elérte, akkor a feladatcsoportot „megoldotta" (legalábbis elfogadhatóan), ha nem, akkor nem oldotta meg. Megjegyzendő itt is, hogy ezekkel a ponthatárokkal valóban elfogadható (kettes) lehet a dolgozat.
Minden egyes tanulóra vonatkozóan bevezettük a hat feladat-kategória kétértékű elbírálását, osztályonként csoportosítva
Ezeket most már Galois-gráfok input táblázatainak – relációtáblázatainak – tekintettük, s mindegyikhez megkerestük az úgynevezett zárt részhalmazpár-listát.
A zárt részhalmazpárok listája alapján a Szigeti-féle algoritmus segítségével elkészítettük a gráfokat.

## Egy középiskolai osztály gráfjának elkészítése

Példaképpen bemutatjuk itt a 10. sorszámú középiskolai osztály ismereteit mutató gráf feldolgozásának menetét.
A 10. sorszámú osztályban 33 tanuló írta meg a tesztet, sorszámukkal jelölve az ő eredményeik állnak a következő táblázat soraiban. Az oszlopok a hat feladatkategóriát jelentik. Egy-egy tanuló sorában lévő sor és oszlop metszésénél lévő helyen „1" áll, ha az illető a szóban forgó oszlopnak megfelelő kategóriában elérte a ponthatárt, különben „0".
A 33 tanuló közül többen azonos megoldást adtak – a mi ponthatáraink értelmében –, így csak a különbözőeket véve tekintetbe, táblázatunk a következő:

```
goszt10
13
6
011111
111000
101100
111100
```

```
111111
110100
000100
001000
101111
011100
001100
111110
011000
```

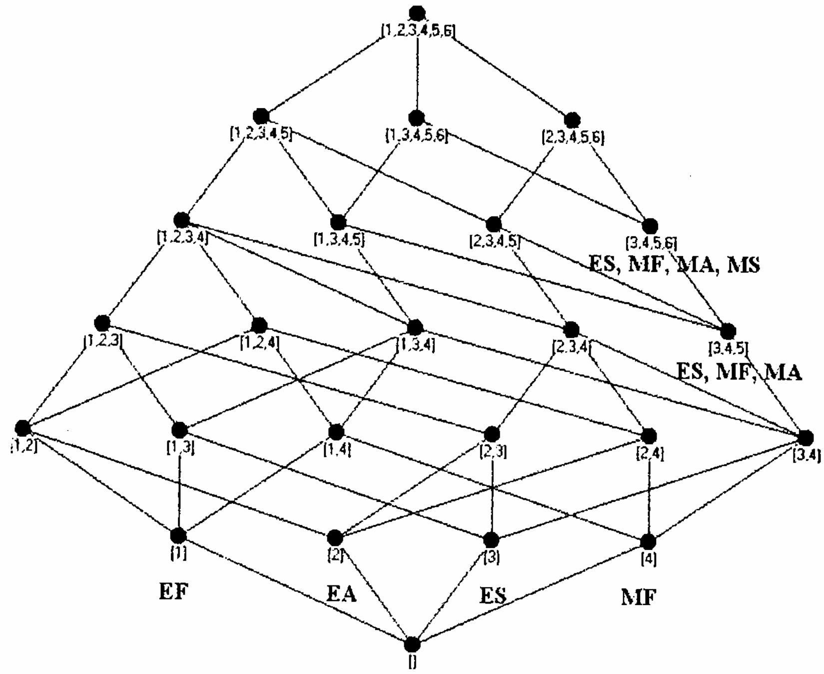
Ez a táblázat szolgál inputként, s a Pozsonyi–Drommer-féle programmal megkeresve a zárt részhalmazpárok listáját a következő eredményt kapjuk:

```
gosztout10

 1>[ 1 5 ]:{ 2 3 4 5 6 }
 2>[ 1 5 12 ]:{ 2 3 4 5 }
 3>[ 1 5 9 ]:{ 3 4 5 6 }
 4>[ 1 5 9 12 ]:{ 3 4 5 }
 5>[ 1 4 5 10 12 ]:{ 2 3 4 }
 6>[ 1 4 5 6 10 12 ]:{ 2 4 }
 7>[ 1 3 4 5 9 10 11 12 ]:{ 3 4 }
 8>[ 1 3 4 5 6 7 9 10 11 12 ]:{ 4 }
 9>[ 1 2 4 5 10 12 13 ]:{ 2 3 }
10>[ 1 2 4 5 6 10 12 13 ]:{ 2 }
11>[ 1 2 3 4 5 8 9 10 11 12 13 ]:{ 3 }
12>[ 2 4 5 12 ]:{ 1 2 3 }
13>[ 2 4 5 6 12 ]:{ 1 2 }
14>[ 2 3 4 5 9 12 ]:{ 1 3 }
15>[ 2 3 4 5 6 9 12 ]:{ 1 }
16>[ 3 4 5 9 12 ]:{ 1 3 4 }
17>[ 3 4 5 6 9 12 ]:{ 1 4 }
18>[ 4 5 12 ]:{ 1 2 3 4 }
19>[ 4 5 6 12 ]:{ 1 2 4 }
20>[ 5 ]:{ 1 2 3 4 5 6 }
21>[ 5 12 ]:{ 1 2 3 4 5 }
22>[ 5 9 ]:{ 1 3 4 5 6 }
23>[ 5 9 12 ]:{ 1 3 4 5 }
```

A zárt feladatcsoportok szerint rendezve megrajzoljuk a gráfot, amely esetünkben 23 pontból áll. *(2. ábra)*

A 2. ábrát elemezve a következőket látjuk. Az első emelet bal első pontja [4], ehhez tartozik az {1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12} tanulókból álló csoport, az első emelet balról második pontja a [2], ehhez tartozik az {1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13} tanulók csoportja, a harmadik pont a [3], amelyhez az {1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13} tanulók csoportja tartozik, s az első emelet balról negyedik pontja az [1], a hozzá tartozó {2, 3, 4, 5, 6, 9, 12} tanulócsoporttal. A második emeleten, ismét balról indulva látjuk a [2, 4] pontot, ehhez a tanulók {1, 4, 5, 6, 10, 12} csoportja tartozik, ezt követi a [3, 4] pont, a hozzá tartozó {1, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12} tanulócsoporttal, majd ezt a [2, 3] pont követi a {1, 2, 4, 5, 10, 12, 13} tanulócsoporttal, a következő az [1,2] pont az ehhez kapcsolódó {2, 4, 5, 6, 12} tanulócsoporttal, végül az [1, 3] pont a hozzá tartozó {2, 3, 4, 5, 9, 12} tanulócsoporttal. És így tovább felfelé haladva az emeletek során, egyre nagyobb feladatkategória-csoportok egyre csökkenő hozzájuk tartozó tanulócsoportokkal. Az 5 számmal jelzett feladatkategória első előfordulása a harmadik emeleten van: [3, 4, 5] ~ {1, 5, 9, 12}. A 6 számú feladatkategória első előfordulása a negyedik emeleten van: [3, 4, 5, 6] ~ {1, 5, 9}. A legmagasabban fekvő pont tartalmazza az összes feladatcsoportot, de ehhez már csupán egyetlen tanuló tartozik: [1, 2, 3, 4, 5, 6] ~ {5}.




*2. ábra. A 10. sorszámú középiskolai osztály tudásstruktúráját mutató Galois-gráf*

Mit jelentenek ezen adatok a fizika feladatok megoldására nézve? Az első emelet [1], [2], [3] és [4] pontjai az EF, EA, ES és MF típusú feladatkategóriákat jelentik, azaz mindegyik fajta elektromosságtani és a felidézést kívánó mechanikai feladatokat. Ezek fordulnak elő alapszinten, ezeket a legnagyobb létszámú tanulócsoportok oldják meg. Az 5 és 6 feladatkategória, az MA és az MS, a mechanikai alkalmazás két fajtáját, a számítás nélkülit és a számításosat jelenti. Ezek csak magasabb emeleteken fordulnak elő, ráépülnek az egyszerűbb ismeretekre.

Ezeket olvastuk le a szóban forgó osztály gráfjáról.

Ne felejtsük el közben, hogy itt csak a ponthatárok szempontjából egymástól különböző megoldást adó tanulók szerepelnek, tehát némelyik – tanulót jelző – szám egynél több gyermeket is jelent.

## Megfigyelések a középiskolai eredményekről

A feldolgozott adatok alapján a 33 osztály közül tehát 32-nek készült el a gráfja, s mindegyik ábrát megvizsgáltuk a mintapéldán bemutatott módon. Megfigyelve az ábrák közös vonásait, az alábbiakat tapasztaltuk.

*Elektromosságtani feladatok*

EF – A felidézést igénylő feladatokat a tanulók meg tudják oldani (26 osztályban az első, 6 osztályban a második emeleten vannak ezek a csoportok).

EA – Ezek az egyszerűbb alkalmazások, amelyekhez számításra nincsen szükség. Ebben a kategóriában is jó eredményt értek el a gyerekek, túlnyomó többségük megoldotta az ide tartozó példákat. Figyelemre méltó, hogy a megoldások egyik fele – minthogy a gráf első „emeletén” fordul elő – az alapismeretekhez tartozik, olyan szinten tudják, mint a felidézendő ismereteket. A megoldások másik fele viszont – minthogy a gráfok magasabb „emeletein” fordul elő – ráépül a felidézendő ismeretekre. Azaz olyan tanulók tudják ezekre a választ, akik tudják a felidézendő ismereteket!

ES – Ezek a számítást is igénylő alkalmazások, tehát egy fokkal nehezebbek az EA típusúaknál. A tanulók ugyanúgy tudják a megoldást, mint a felidézendőket, az EF típusúakat.

*Mechanikai feladatok*

MF – A csak felidézést kívánó mechanikai feladat pontosan ugyanolyan arányban hozott jó megoldásokat, mint az elektromosságtani felidézést kívánók. A 33 osztály közül 26-ban az első, 6-ban a második emeleten fordulnak elő e csoportok.

> *Az azonos feladatkategóriák szerinti elrendezés mutatja, hogy az általános iskolai korosztály ismereteiben az elektromosságtani feladatok terén hogyan alakulnak a felidézésre mint alapismeretekre ráépülő alkalmazások. A mechanikai ismeretekben megfigyelhetjük az alkalmazást és a számításos alkalmazást alapszintű ismeretként, de hiányzik alapszinten a mechanikai felidézés éppen úgy, mint az elektromosságtani számításos alkalmazás. A középiskolai csoportoknál minden feladatkategória előfordul alapszinten is, és létező csoportot jelöl a gráf csúcspontján lévő, minden feladatkategória jó megoldását jelentő pont. Összegezve: a középiskolások ismeretei lényegesen strukturáltabbak az általános iskolásokénál. Másrészt mindkét korosztályról elmondható, hogy az elektromosságtanban jobbak az eredmények, mint a mechanikában.*

MA – Az egyszerűbb, számítást nem igénylő alkalmazások tartoznak ide. Feleannyi a jó megoldás, mint az elektromosságtani alkalmazások esetében, de többségükben megbirkóznak vele a tanulók (mármint a megállapított ponthatár-értékben). Túlnyomó többségben ráépülnek a felidézendő mechanikai ismeretekre.

MS – Ide az olyan alkalmazott ismeretek tartoznak, amelyről csak számítás elvégzésével adhat számot a tanuló. Egyetlen csoport sincsen, amelyben ez az első emeleten, azaz alapszintű ismeretként fordulna elő. A megoldások kivétel nélkül az MF típusú, azaz a felidézendő mechanikai ismeretekre épülnek rá.

**Következtetések a középiskolai eredményekről**

Az ismeretek felidézésében a tanulók megfelelő eredményt mutatnak.

Az elektromosságtani feladatokban a számításokat ugyanolyan szinten oldják meg, mint a csak felidézést kívánókat.

Az alkalmazási feladatok ráépülnek a felidézést kívánókra.

Érdemlegesen jobban tudják a gyerekek az elektromosságtant, mint a mechanikát. (Vagy talán egy-egy – számításos – mechanikai feladat megoldása inkább kíván önálló gondolkodást, mint egy-egy elektromosságtani feladaté?)

Összegezve: a középiskolások korcsoportjában, a 11. évfolyamon, a viszonylag alacsony teljesítményszint oka nem az ismeretek alkalmazásának gyengesége.

**Az általános iskolai és a középiskolai eredmények összehasonlítása**

Az igen gyenge általános iskolai és a nem annyira gyenge középiskolai korcsoport eredményeit megkíséreltük egymással összehasonlítani. Ez a következő módon történt. Az egész általános iskolai mintából (27 osztály, 529 fő) és az egész középiskolaiból (33