

Felidézés vagy alkalmazás

Fizikatesztek megoldásáról

Az 1999 májusában Baranya megyében íratott fizika teszteket megvizsgáltuk abból a szempontból, hogy a feladatok megoldása csupán a tanultak felidőzését 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 osztályában 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 Benőre* 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 feladatlap 7. o.*)

Röviden leírjuk eljárásunkat.

A feladatlapon minden itemnél megjelöltük, hogy melyik feladat megoldása kívánja az ismeretek felidőzését 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 tanulócsoporthoz 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 to-

vább. 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 feladat kategóriát 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

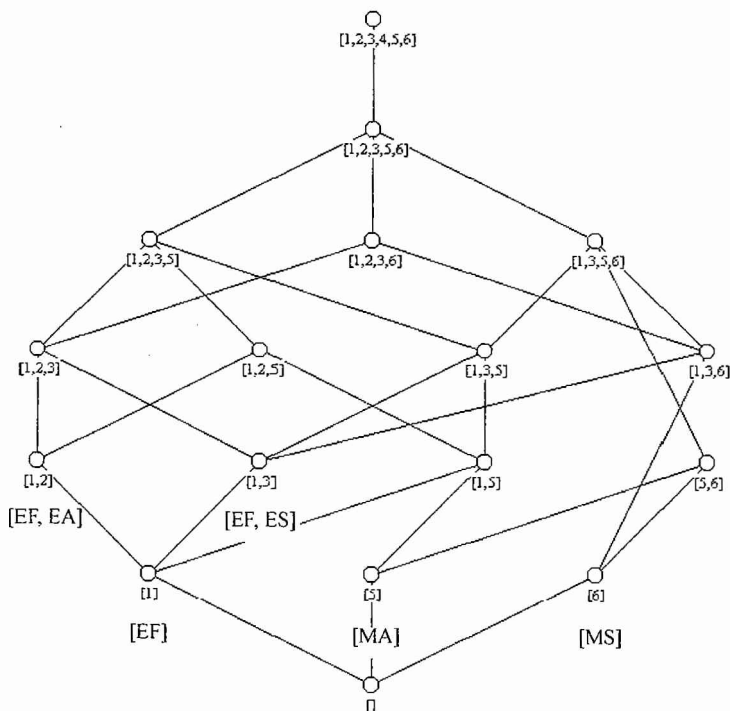
Ez a táblázat szolgál inputként, s a *Pozsonyi–Drommer*-féle programmal megkeresve a zárt részhalmazpárok listáját a következő eredményt kapjuk:

```

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} tanulócsoporthoz 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 tanulócsoporthoz {1, 2, 5, 7, 8, 9}, 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 ítemet – 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 feladatscsoport, amelyre nézve a {1, 2, 5, 7, 8, 9} tanulókból áll az a legnagyobb csoport, amelyik elérte a ponthatárt – azaz legalább 1 ítemet a felidézésből és legalább 4 ítemet 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 számításal 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 számítási 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 felejtjük el közben, hogy itt az új tanulószámozás szerepel, tehát némelyik szám egyenlő 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 nincs 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 „emeletén” fordul elő – ráépül a felidézendő ismeretekre. Azaz olyan tanulók tudják ezeket 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 megbíróknak 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 olvasható grafikon szerepel.) Mármint, 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 előfeltevést 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 törzsfjlődéssel. 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” jelzöt 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. táblázatban.

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

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:

feladat kategória	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, így módon az egyes feladat-fajtákra ponthatárokat állapítottunk meg az alábbiak szerint.

feladat kategória	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 ezek 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 feladat kategóriát 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 részalmazpárok listáját a következő eredményt kapjuk:

gosztout10

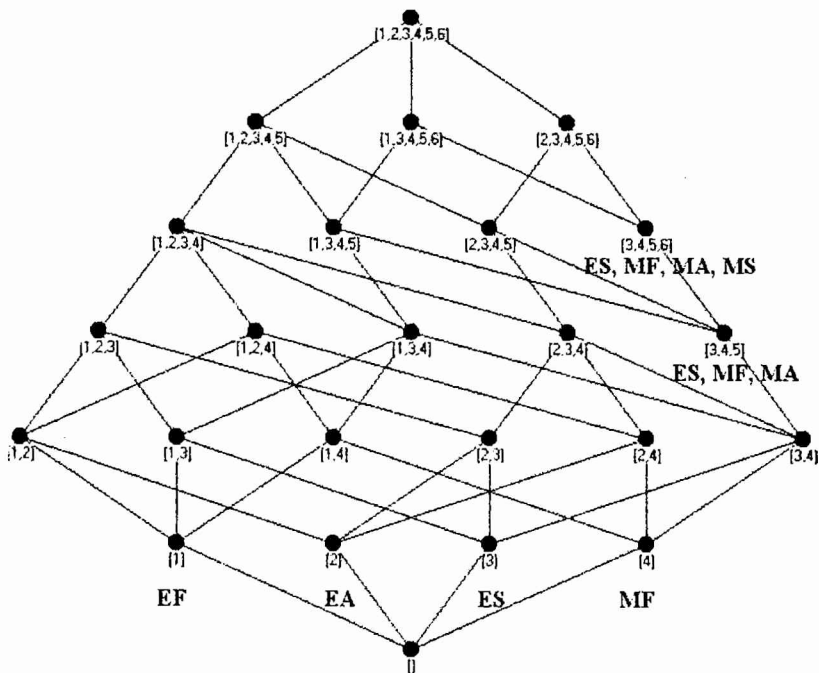
```

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} tanulócsoporthal. 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} tanulócsoporthal, majd ezt a [2, 3] pont követi a {1, 2, 4, 5, 10, 12, 13} tanulócsoporthal, a következő az [1,2] pont az ehhez kapcsolódó {2, 4, 5, 6, 12} tanulócsoporthal, végül az [1, 3] pont a hozzá tartozó {2, 3, 4, 5, 9, 12} tanulócsoporthal. És így tovább felfelé haladva az emeletek során, egyre nagyobb feladatkegőria-csoportok egyre csökkenő hozzájuk tartozó tanulócsoporthal. Az 5 számmal jelzett feladatkegőria első előfordulása a harmadik emeleten van: [3, 4, 5] ~ {1, 5, 9, 12}. A 6 számú feladatkegőria 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 feladatkategoriákat jelentik, azaz mindegyik fajta elektromosságtani és a felidézést kívánó mechanikai feladatokat. Ezek fordulnak elő alapszinten, ezeket a legnagyobb létszámú tanulócsoporthok 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 felejtjük 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 ezeket 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.

kai 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

Következtetések a középiskolai eredményekről

Az ismeretek felidezésében a tanulók megfelelő eredményt mutatnak.

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

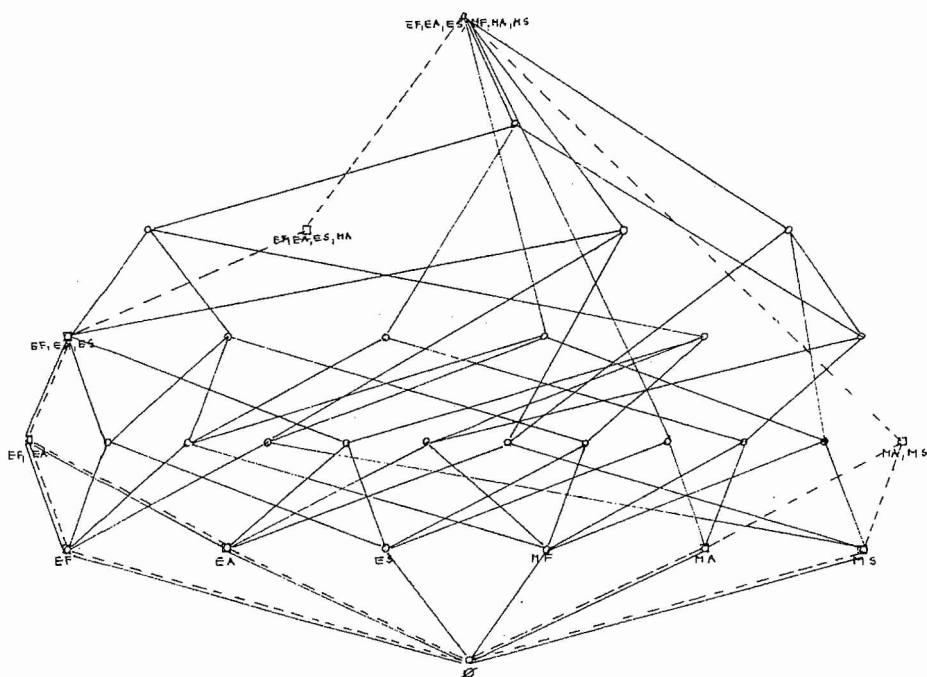
Az alkalmazási feladatok ráépülnek a felidézést kívánókra.

Érdemlegesen jobban tudják a gyerekek az elektromosságtant, mint a mechanikát. (Vagy talán egy-egy – számításos – mechanikai

osztály, 891 fő) egy-egy gráfot készítettünk. Amint az előzőekben egy-egy egyén szerepelt a relációtábla egy-egy sorában, itt nem egy individuum, hanem egy-egy osztály átlageredménye áll a relációtábla egy sorában. Tehát az általános iskola relációtáblája 27 sorból, a középiskoláé 33 sorból áll. Minden egyéb eljárást a korábbiak szerint végezve, a két korcsoport átlagából adódik egy-egy gráf. Ezt a két gráfot egyberajzoltuk.

Az azonos feladatkategóriák szerinti elrendezés mutatja, hogy az általános iskolai korosztály ismereteiben esetében az elektromosságtani feladatok terén hogyan alakulnak a felidezésre mint alapismeretekre ráépülő alkalmazások. A mechanikai ismeretekben megfigyelhetjük az alkalmazást és a számításos alkalmazást alapszintű ismeretként, de hiányzik alapszinten a mechanikai felidezés 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.



3. ábra. A 7. és 11. évfolyamok átlagainak egyberajzolt gráfjai

Jegyzet

- (1) Kocsis Mihály (2000): Egy Baranya megyei iskolai tudás-mérés néhány vizsgálati területéről. *Iskolakultúra*, 8. 3–13.
- (2) Nahalka István (1999): Válságban a magyar természettudományos nevelés. *Új Pedagógiai Szemle*, 5. 3–22.
- (3) Báthory Zoltán (közlés alatt): *Iskolakultúra 2001*.
- (4) Géczy János (2001): *On the Biology Knowledge of Students – Testing the knowledge of year 7 and 11 students. Baranya county, Hungary, 1999.* Poszter: EARLI (European Association for Research on Learning and Instruction) 9-th European Conference Switzerland University of Fribourg Aug. 28. – Sept. 1. 2001.

(5) Vári Péter (közlés alatt): *A nemzetközi tudásszint-mérések aktuális kérdései.*

(6) Csapó Benő (1999): Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között. *Iskolakultúra*, 10. 5–17.

(7) *EARLI konferencia.* [EARLI (European Association for Research on Learning and Instruction) 9-th European Conference Switzerland University of Fribourg Aug. 28. – Sept. 1.]

(8) Takács Viola (2001): *A Galois-gráfok pedagógiai alkalmazása.* Iskolakultúra könyvek 6. kötet 1–197.

