

## Fizika feladatok absztrakciós szintje és az intelligenciahányadosok

*Baranya megye 69 általános, illetve középiskolájában 1999-ben a Pécsi Tudományegyetem Tanárképző Intézetének kutatócsoportja széleskörű pedagógiai felmérést végzett. A felmérések alapján az egyes tantárgyakban elért teljesítmények elemzése megtörtént. (Géczi, 2001) A pedagógiai kutatásban hagyományos területeken túl azonban úgy gondoltuk, hasznos lehet néhány más megközelítésben is elemezni a felmérés csaknem négyemillió adatát.*

A fizikateszt e célú feldolgozásában például azt vizsgáltuk, hogy az elméletet vagy annak gyakorlati alkalmazását tudják-e jobban a gyerekek. Ugyanezt a fizikatesztet feldolgoztuk aszerint is, hogy a tanulók milyen fokú absztrakciós képességeit mozgósítják az egyes feladatok. A következőkben mérésünk különféle területeinek egymással való összefüggéseire kívánunk fényt deríteni. Kíváncsiak vagyunk arra, hogy van-e összefüggés a különböző absztrakciós szintű feladatok megoldásában elért eredmények és a feladatokat megoldó általános iskolai tanulók intelligenciaszintje között.

Idézzük most fel a korábbi mérések nyomán készült egyik táblázatot, amelyen példaképpen megmutatjuk a 23. számú osztály által elért pontszámokat. Itt egyúttal az egyes tanulók intelligencia értékeit is feltüntettük. (1. táblázat) A továbbiakban: J: jelenség, F: fogalom, V: fogalom vizuális ábrázolása, R: reláció, T: törvény, M: mértékegység, S: számítás.

1. táblázat. A 23. sz. osztály tanulói által elért pontszámok és IQ-értékek

Tanuló	J	F	V	R	T	M	S	G	ÁÁ	Á	Jó	NJ	K	KV
1	0	0	0	0	0	1	1							1
2	2	0	0	1	0	0	0			1				
3	2	0	0	2	0	0	0							1
4	0	0	0	0	0	0	0				1			
5	2	0	1	2	0	0	3					1		
6	0	0	0	2	0	0	1			1				
7	0	0	0	1	0	1	1				1			
8	0	0	0	1	0	1	1			1				
9	0	0	0	2	0	1	1			1				
10	2	0	0	3	0	0	3			1				
11	0	2	0	0	0	0	0		1					
12	2	0	0	2	0	1	1						1	
13	2	0	0	1	0	0	3							1
14	0	0	0	0	0	0	1			1				
15	0	0	0	1	0	1	1							1
16	2	1	0	0	0	1	1				1			
17	0	0	0	1	0	1	1			1				
18	0	1	0	1	0	0	2				1			
19	2	0	0	0	0	1	1							1
20	0	4	3	1	0	1	3				1			

Ennek alapján készült az osztály bináris táblázata a ponthatárok figyelembevételével. (3. táblázat)

2. táblázat. Az absztrakciós szintek szerint elért átlag és a ponthatárok

	Maximum	Átlag	Ponthatár
J	2	1,04	1
F	6	2,11	2
V	6	1,83	2
R	6	1,67	2
T	4	0,99	1
M	4	0,79	1
S	10	1,39	3

3. táblázat. A 23. sz. osztály bináris táblázata. Tanulók – Különböző absztrakciós szintű feladatok

Tanulók	J	F	V	R	T	M	S
1	0	0	0	0	0	1	0
2	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	1	0	0	1
6	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0
8	0	0	0	0	0	1	0
9	0	0	0	1	0	1	0
10	1	0	0	1	0	0	1
11	0	1	0	0	0	0	0
12	1	0	0	1	0	1	0
13	1	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1	0
16	1	0	0	0	0	1	0
17	0	0	0	0	0	1	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	0
20	0	1	1	0	0	1	1

A 3. táblázat alapján készült az 1. ábrán látható Galois-gráf. (82. oldal)

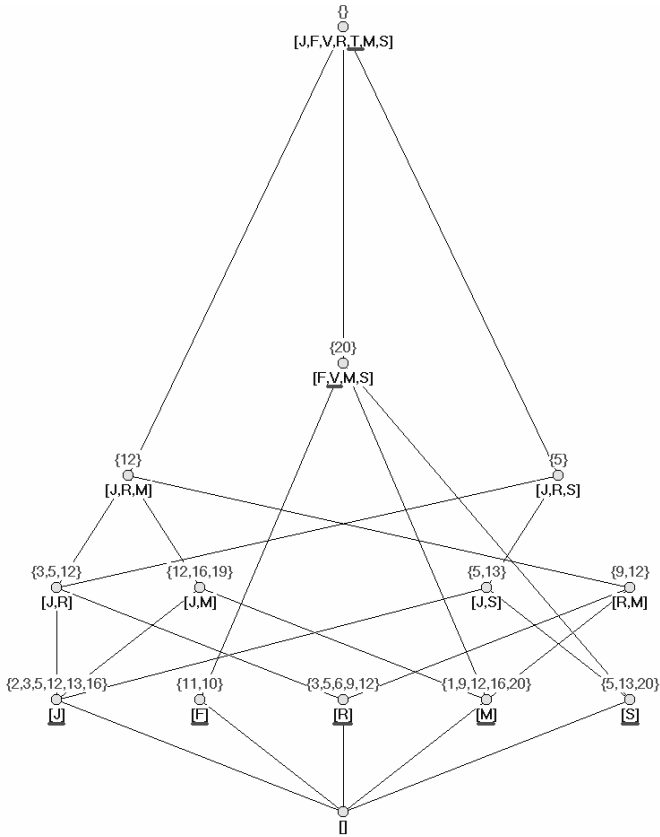
### IQ – a tanulók intelligenciahányadosai

Az 1999-ben végzett Baranya megyei mérés során az intelligencia-vizsgálatot Vágó Irén irányította. Ő készítette az IQ mérés tesztjeit is (Vágó, 2001), amelynek eredményeit szívességből megkaptuk s mostani elemzésünk során felhasználtuk.

A tesztek pontszámokkal értékelték, a 7. évfolyamon ezek a pontszámok 13 és 41 között voltak. A pontszámot megadott kulcs szerint IQ-értékre lehet átváltani, 46 és 168 közti értékben Mérei-Szakács, 1974 szerint.

Az IQ-értékeket úgynevezett kategóriákba is szokás sorolni, mégpedig hétfélébe, a gyengétől a kivételesig. Ezek átszámítását mutatja az alábbi két adatsor:

IQ	Kategória	Kategória jele
0 – 69	gyenge	G
70 – 89	átlag alatti	ÁÁ
90 – 109	átlagos	Á
110 – 119	jó	Jó
120 – 129	nagyon jó	NJ
130 – 139	kiváló	K
140 fölött	kivételes	KV

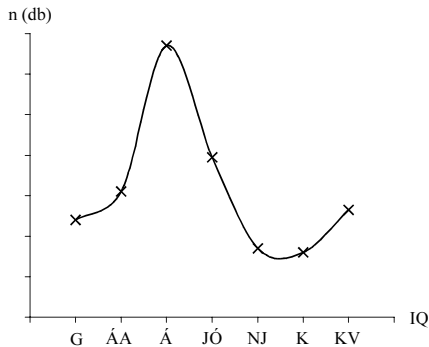


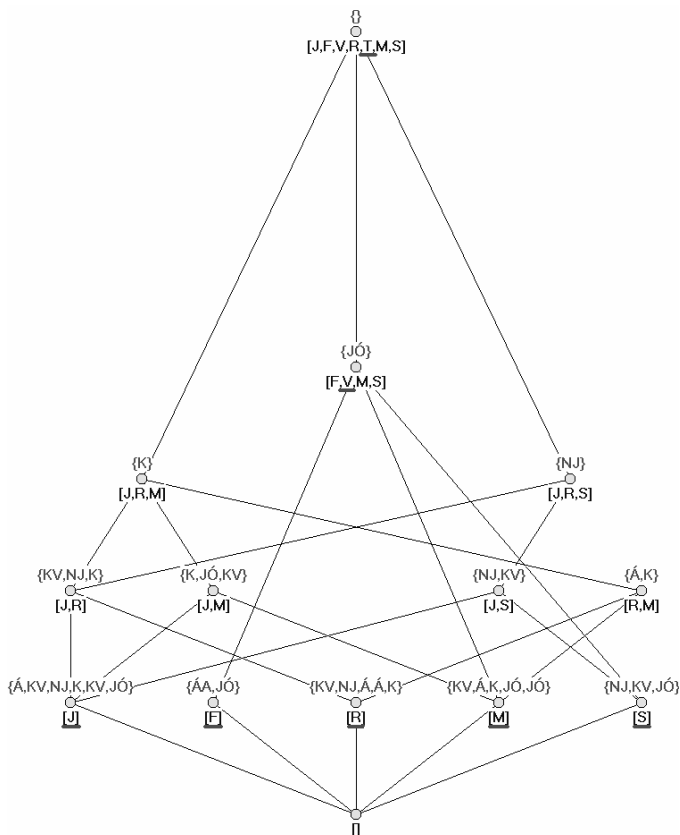
1. ábra. A 23. osztály Galois-gráfja. Különböző absztrakciós szintű feladatok – tanulók

A vizsgált 442 elemű mintában az egyes intelligencia-kategóriákat jelentő alminták megoszlása a következő:

G:	48
ÁÁ:	62
Á:	134
Jó:	79
NJ:	34
K:	32
<u>KV:</u>	<u>53</u>
Σ:	442

Grafikusan:





2. ábra. A 23. sz. osztály Galois-gráfja. Különböző absztrakciós szintű feladatok – Tanulók IQ értékei

Azt látjuk, hogy a normális eloszlás mintánkban torzult, a NJ és K alminta elemszáma kicsi.

Vizsgálatunkban a fenti hét kategóriát használtuk, minden tanulónál feltüntetve az aktuális jeleket.

Az osztályok gráfjain, amelyek szögpontjaihoz a legnagyobb jól megoldott absztrakciós kategóriacsoporthoz írtuk (alul), az ezeket megoldó legnagyobb tanulócsoport tagjainak jelét (felül) most megváltoztattuk oly módon, hogy a tanulók jele helyett ezen tanulók intelligencia-kategóriáját írtuk (ugyancsak felül). A példaként szereplő 23. számú osztály esetén így az 1. ábra módosul a 2. ábrává.

### T – A – IQ összefüggések

Most már rendelkezésünkre állnak a különböző absztrakciós szintű feladatokban elért tanulói teljesítmények ugyanúgy, mint a tanulók intelligencia-kategóriái. Célunk ezek összevetése.

Felvesszük az összetartozó adatokat osztályonként. Rendre a G-től a KV-ig leolvassuk az osztály gráfjáról, hogy milyen absztrakciós szintű feladatok tartoznak egy-egy intelligencia-kategóriához. Mindig a legtöbb példát megoldót vesszük tekintetbe, ennek, illetve ezeknek az IQ-ját írjuk be. Például a már ismert 23. számú osztály esetében a 2. ábrán látjuk, hogy „JÓ” IQ-val a legtöbb példát megoldó az „F, V, M, S” absztrakciós szintű.

teket érte el. Van itt „J”-t megoldó is, de ő nem a legtöbb példát oldotta meg a „Jó”-k közül. Így a 23. számú osztály esetében a 3. táblázat adataihoz jutunk.

Az eljárást minden osztályra nézve elvégeztük, majd a kapott táblázatokat egyesítettük. Ekkor – az intelligencia-kategóriák szerinti csoportosításban – kaptuk a 3. melléklet adatait.

A következő lépésben a 3. melléklet összesen 49 oszlopának átlagértékeit számítottuk ki – G-J, G-F, G-V, G-R, G-T, G-M, G-S-től KV-J, KV-F, KV-V, KV-R, KV-T, KV-M, KV-S-ig –, majd teljesítményszázaléokra váltottuk át. Így adódott az egész vizsgált populációra nézve az alábbi összesített táblázat.

3. táblázat. A 23. sz. osztály  $T - A - IQ$  táblázata. (Ebben az osztályban nincsen G!)

	G	ÁA	Á	Jó	NJ	K	KV
J		0	0	0	1	1	1
F		1	0	1	0	0	0
V		0	0	1	0	0	0
R		0	1	0	1	1	1
T		0	0	0	0	0	0
M		0	1	1	0	1	0
S		0	0	1	1	0	1

4. táblázat. A  $T - A - IQ$  összesített eredményei. A  $T$ -értékek %-ban értendők

$A - IQ$	J	F	V	R	T	M	S	Átlag
G	59	65	65	59	82	65	23	60
ÁA	45	70	65	55	85	45	10	54
Á	77	73	68	73	82	77	45	71
Jó	74	95	68	68	84	84	47	74
NJ	69	69	46	54	69	62	38	51
K	79	79	79	79	79	86	50	76
KV	86	64	71	86	86	93	57	78
Átlag	70	74	66	68	81	73	39	–

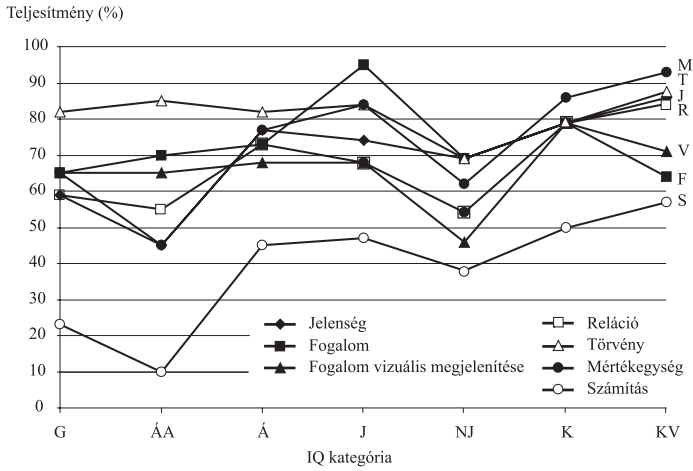
A táblázatbeli számadatokat grafikonon illusztráljuk. A görbesereg törött vonalakkból áll, de a valóságban ezek nem jelentenek folytonos szakaszokat, mégis a jobb láthatóság kedvéért megengedtük ezt a szabálytalanságot. (Szemünk a vonalakat ugyanis jobban követi, mint az oszlopdiaagramokat.)

Három változóról van szó, síkbeli ábrázolásunk két-két változó felrajzolását teszi lehetővé, így egy grafikonon a teljesítményeket az IQ-k függvényében, míg egy másikon a teljesítményeket a feladatok absztrakciós szintjének függvényében ábrázoltuk. Alkalmazott jelöléseinkkel: a  $T - IQ$  és a  $T - A$  függvényeket rajzoltuk meg. A görbeseregek paramétere mindig a harmadik változó: a  $T - IQ$  függvény esetében az A értékek, a  $T - A$  függvényénél pedig az IQ-értékek.

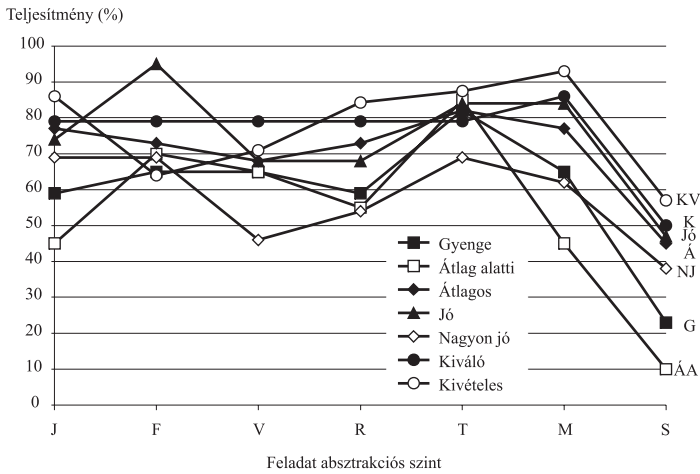
### „T-nem” – tanulói kudarcok

A tanulói teljesítmények vizsgálata után egy másik elemzést is végeztünk. Megnéztük, hogy mely feladatokat tudják a gyerekek a legkevésbé megoldani. Eljárásunk az alábbi volt.

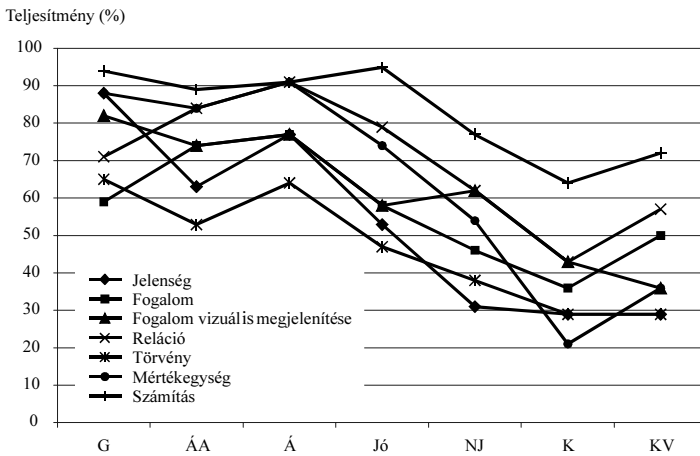
Az osztályok bináris táblázataiban (mint például a 2. táblázatban) felcseréltük a nulákat és az egyeseket. Az így kapott 23 db táblázat alapján is elkészítettük a Galois-gráfokat. Ezekon egy-egy pont alá írt számcsoport azt a legnagyobb absztrakciós kategóriacsoportot jelenti, amelynek egyik feladatát sem oldotta meg az ugyanezen pont fölé írt gyerekcsoport egyik tagja sem. Ez a legnagyobb ilyen gyerekcsoport. Ezután a tanulók jele helyett e tanulók intelligenciahányadosát írtuk (ugyancsak fölül).



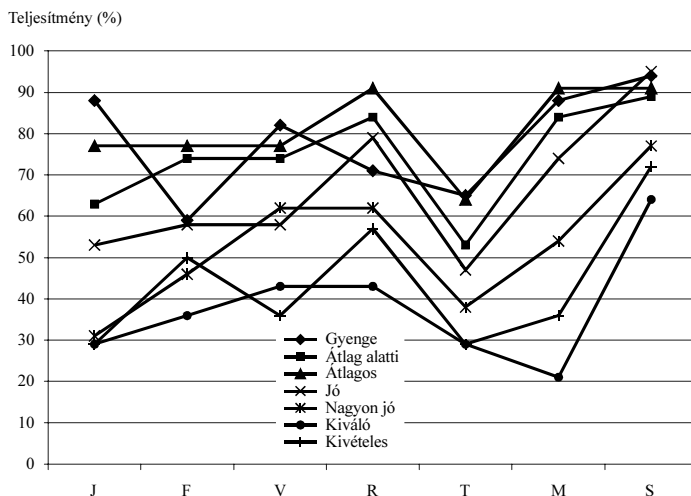
3. ábra. A T – IQ függvény. Teljesítmény az IQ függvényében



4. ábra. A T – A függvény. Teljesítmény a feladat absztrakciós szintjének függvényében



5. ábra. Kudarac az IQ függvényében



6. ábra. Kudarcc a feladat absztrakciós szintjének függvényében

### T-nem – A – IQ összefüggések

A 'T-nem – A – IQ összefüggések' című fejezetben leírtakkal azonos módon összesítettük, majd grafikusán ábráztuk az eredményeket. A teljesítmény ellentétéként értelmezett kudarcot „T-nem”-mel jelölve újabb két görbesereget kaptunk, a T-nem – IQ, azaz kudarc – intelligencia, és a T-nem – A, azaz kudarc – absztrakciós szint görbéket. Az előbbit mutatja az 5. ábra, utóbbit pedig a 6. ábra.

### Az ábrák elemzése

Elemezzük először a 3. ábrát. A hét görbe enyhén emelkedő tendenciát mutat. Ennek jelentése, hogy a növekvő intelligenciával – általában – nő a tanulói teljesítmény.

Szembevetendő, hogy az S görbe lényegesen alacsonyabban fekszik, mint a többi, azaz intelligenciától függetlenül a tanulók lényegesen gyengébbek a számításos feladatok megoldásában, mint a többiében.

Mind a görbemenetek, mind pedig a százalékos átlagértékek alapján az egyes absztrakciós kategóriák teljesítménysorrendje a következő:

T	81
F	74
M	73
J	70
R	68
V	66
S	39

A K és KV intelligencia esetén 80 százalék körül van a J, R, T és M. Az NJ intelligenciaértéknél anomália van, itt a görbék menete eltér a trendtől.

Nézzük most az 5. ábra menetét. Ez a hét görbe enyhén eső tendenciát mutat. Ennek jelentése, hogy a növekvő absztrakciójú feladatokat a tanulók – általában – kevésbé tudják megoldani.

Mind a görbemenetek, mind pedig a százalékos átlagértékek alapján az egyes intelligencia-kategóriák teljesítménysorrendje a következő:

NJ	51
ÁA	54
G	60
Á	71
Jó	74
K	76
KV	78

Itt is valamilyen anomália van az NJ intelligencia-kategóriánál.

Vizsgáljuk meg most a 5. ábrát. Ez a kudarcot mutatja az intelligencia függvényében.

Azt látjuk, hogy a hét görbe csökkenő tendenciájú, aminek jelentése az, hogy növekvő intelligencia esetén – általában – kisebb a kudarc.

Szembetűnő, hogy az S görbe lényegesen magasabban fekszik, mint a többi, azaz intelligenciától függetlenül a tanulók kudarcra lényegesen nagyobb a számításos feladatokban, mint a többiben.

Mind a görbemenetek, mind pedig a százalékos átlagértékek alapján az egyes absztrakciós kategóriák sorrendje a következő:

T	46
J	53
F	57
V	62
M	64
R	70
S	83

Míg a G intelligenciánál mindegyik típusú feladat 60 és 90 százalék közti kudarcot mutat, addig a K és KV intelligenciánál ez már csak 20 és 50 százalék közötti (ha nem tekintjük az S-t!).

Végül kövessük nyomon a 6. ábrát. Ez a hét görbe egy kissé emelkedő tendenciájú. Ennek az a jelentése, hogy a növekvő absztrakciójú feladatok esetén a tanulói kudarc – általában – nagyobb.

Mind a görbemenetek, mind pedig a százalékos átlagértékek alapján az egyes intelligencia-kategóriák kudarcának sorrendje a következő:

K	38
KV	44
NJ	53
Jó	66
ÁA	74
G	78
Á	81

### Következtetések

Értelmezzük az eddig csupán formális megfigyeléseket. Elsősorban a tanulói teljesítmény és az intelligencia együtt járása fontos. (3. ábra) Nem meglepő, hogy a tehetségesebb gyerek jobban teljesít. Szigorú együtt járásról nem beszélhetünk, de a trend ezt mutatja. Nézzük, milyen eltérések mutatkoznak. Az M, J, R és S típusú feladatokban a G és ÁA helyet cserél. Vagyis a gyenge, illetve átlag alatti intelligenciájúak esetében a mértekegység-, jelenség-, illetve reláció-típusú feladatoknál fordult meg a trend.

A V és F típusú feladatoknál a K és KV cseréje mutatkozik. Azaz a kiváló és a kivételes képességűeknél a fogalom, illetve a fogalom vizuális ábrázolása tér el az általános irányzattól.

Ezek nem érdemi eltérések, hiszen egymáshoz közeli intelligenciákról van szó, ráadásul a teljesítménybeli különbségek sem nagyok.



Amit nem tudunk értelmezni, az a következő. Mindegyik absztrakciós szintű feladat görbájének lokális minimuma van az NJ értéknél. Azaz a nagyon jó intelligenciájúak az összes absztrakciós szintű feladatban gyengébbnek bizonyultak a jó intelligenciájúaknál.

Szépen lehet leolvasni a 3. ábráról, hogy melyik absztrakciós szintű görbe fekszik magasabban, azaz milyen típusú feladatot tudnak a gyerekek jobban megoldani. Első a T görbe, vagyis a törvényé. Szám szerint 81 százalék ennek az átlaga, de jól látszik a rajzon, hogy ez fekszik a legmagasabban. Viszonylag magasán fekszik az M görbe is, amely a mértékegységet jelenti. Ezek meglepő eredmények, mert azt gondolhatnánk, hogy a legegyszerűbb J – jelenség és F – fogalom elsajátítása a legáltalánosabb. A várakozásnak teljesen megfelel az S görbe – számításos feladat – helyzete. Köztudott, hogy a tanulók ezzel küzdenek meg legkevésbé.

Feltételezhető, hogy a törvény és a mértékegység tudásában elért eredmények (81 százalék, 73 százalék), a tanári munkának tudhatók be, ezeket könnyű bemagoltatni. Sajnos azonban ezeknek csekély az értékük, ha nincs mögöttük a jelenség ismerete, a fizikai fogalom tudása. De ha megnézzük az osztályzatok és a teszteredmények közti óriási eltérést – 64, illetve 32 százalék –, akkor felmerül a gyanú, hogy sok tanár éppen ezt a bemagolt „tudást” értékeli.

A számításos feladatok megoldásának sikertelensége egyértelműen matematikatanítási problémákra utal.

Áttérve most már a 4. ábra értelmezésére, itt az a legfontosabb, hogy a feladat absztrakciós fokának növekedése egyre nagyobb nehézséget jelent a tanulóknak, egyre gyöngébb eredményt mutatnak a megoldások. Ez sem okoz meglepetést, hiszen a jelenség-típusú feladat esetén csupán érzékszervi észlelést kell a memóriából felidézni, míg számításos feladat megoldásakor már a második jelzőrendszert kell működtetni. Figyelemre méltó inkább az lehet, hogy mely pontokon tér el görbeseregünk az általános trendtől.

A T értéknél a görbéknek lokális maximumuk van. Itt tehát nem érvényesül az eső tendencia. Ez az előbb már taglalt jelenség mutatkozik meg ebben a másik ábrázolásban, hogy tudniillik a tanulók a törvényeket tanulták meg legjobban.

Az NJ – nagyon jó – intelligenciájúak görbájének viselkedése itt sem magyarázható.

Jól leolvasható a görbékről, hogy a feladat típusától függetlenül melyik intelligenciakategória görbéje milyen magasán fekszik. Az abnormálisnak mondható NJ-től eltérően a sorrend nagyjából a várható, noha a G – gyenge – és az AA – átlag alatti – helyet cserélt. Általában a magasabb intelligencia görbéje magasabban fekszik.

Kiemelkedő a Jó intelligenciájúak F – fogalom – ismerete.

Egyenletesen magas a K – kiváló – intelligenciájúak teljesítménye.

A 5. ábrát értelmezve korábbi megfigyeléseinket erősíthetjük meg. Elsősorban a kudarc és az intelligencia együtt járását tapasztaljuk, azaz magasabb intelligencia-szintnél kisebb a kudarc. Ez sem szigorúan értendő, csupán a trendre. Mik az ettől való eltérések? Az Á helyet cserél a G-vel, illetve AA-val. Ám ezek az eltérések minimálisak. Ugyanezt mondhatjuk a K és KV esetében. De még így is a gyengébb és a magasabb intelligenciascsoportok összehasonlítása összességében beleillik az általános irányba.

A számításos feladatok kudarcot hoznak, míg a törvényekre kérdezők a legkisebb kudarcot jelentik, lévén ez a görbe a legalacsonyabb fekvésű. A törvény görbáját a fogalomé követi.

Végül a 6. ábrát vegyük szemügyre. A görbesereg enyhén emelkedő menete ugyanazt mutatja, mint amit a 4. ábrán is megfigyeltünk, azaz a növekvő absztrakciójú feladatok egyre nagyobb nehézséget jelentenek a tanulóknak, egyre nő a kudarc. Mindegyik görbének lokális minimuma van a T értéknél, ami ismét csak megerősíti a már mondottakat.

## Összefoglalás

Összefoglalva: a tapasztalat szerint a növekvő intelligenciával – általában – növekszik a tanulói teljesítmény.

A fizika feladat absztrakciós szintjének növekedésével – általában – csökken a tanulói teljesítmény.

Valószínűsíthető, hogy a jelenségek ismeretére s a fogalmak meghatározására nem fordítanak elég gondot a tanárok, ellenben felülértékelik a törvények, valamint a mértékegységek betanulását.

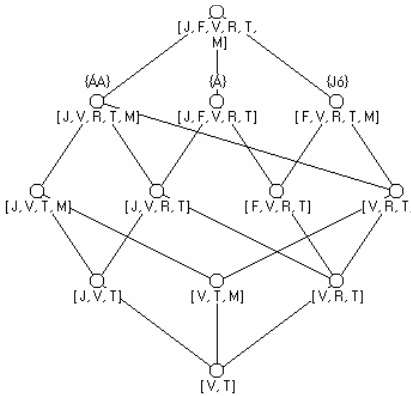
Mint azt minden eddigi vizsgálat is mutatta, elfogadhatatlanul alacsony az eredmény-szint a számításhoz feladatok megoldásában, ami számolási és egyenletrendezési nehézsé-gekre utal. Ezek a problémák azonban a matematikatanítás során megoldhatók.

Nyitott kérdés marad azonban, hogy miért nem követi az általában tapasztaltakat az NJ – nagyon jó – intelligencia-kategória.

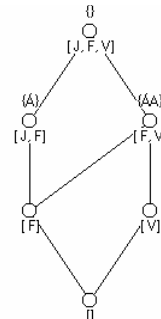
**Irodalom**

Balázs Éva (2000): Az iskolai tudás egyes összetevői – települési különbségek. *Iskolakultúra*, 8. 34–48.  
 Géczy János (2001): *On the Biology Knowledge of Students*. 9th European Conference of European Association for Research on Learning and Instruction, Switzerland. University of Fribourg, aug. 28. – sept. 1. poszter.  
 Kocsis Mihály (2000): Egy Baranya megyei iskolai tudásmérés néhány vizsgálati területéről. *Iskolakultúra*, 8. 3–13.  
 Mérei Ferenc – Szakács Ferenc (1974): *Pszichodiagnosztikai módszerek*. Medicina Könyvkiadó. Budapest.  
 Reisz Terézia (2000): Az iskolai teljesítmények szociokulturális megközelítése. *Iskolakultúra*, 11. 50–63.  
 Takács Viola (2000a): *A Galois-gráfok pedagógiai alkalmazása*. Iskolakultúra-könyvek 6. Iskolakultúra, PTE, Pécs.  
 Vágó Irén (2001) *Pszichológiai mérések a Baranya megyei vizsgálatban*. I. Neveléstudományi Konferencia. MTA, Budapest. 10. 29. előadás

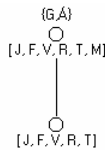
**Melléklet**



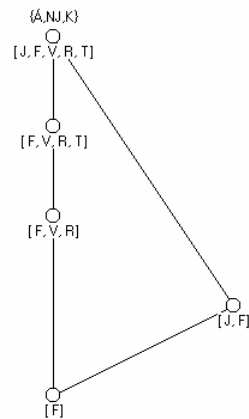
8. ábra



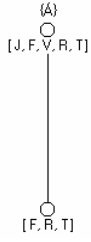
9. ábra



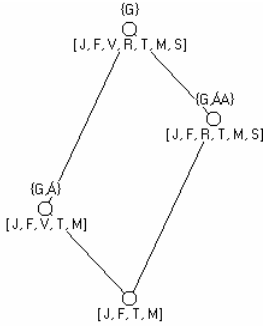
10. ábra



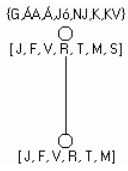
11. ábra



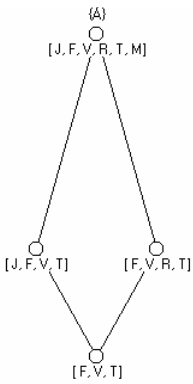
12. ábra



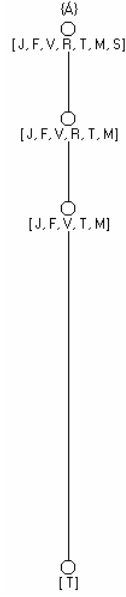
14. ábra



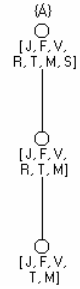
15. ábra



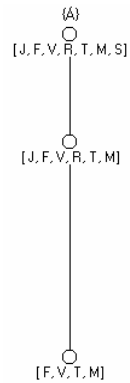
17. ábra



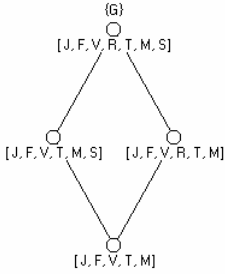
13. ábra



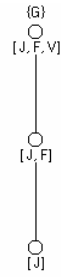
16. ábra



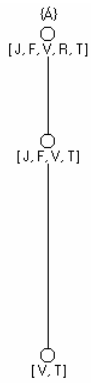
18. ábra



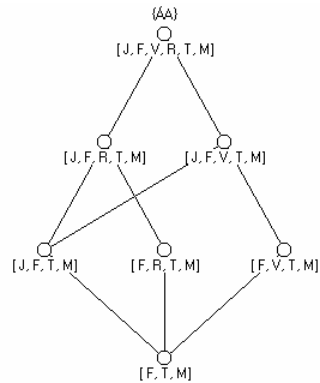
19. ábra



20. ábra

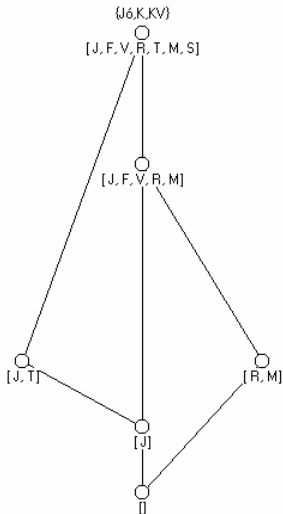


21. ábra

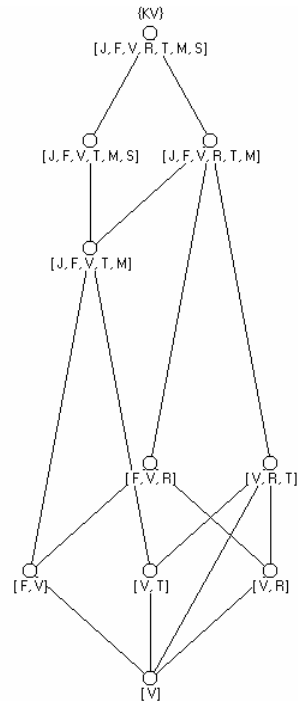


22. ábra

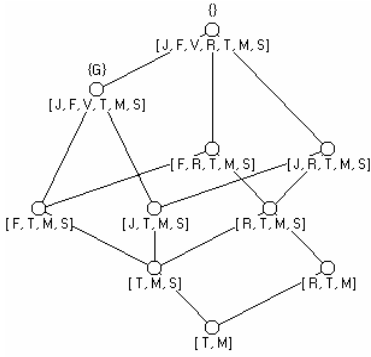
23. ábra – Üres



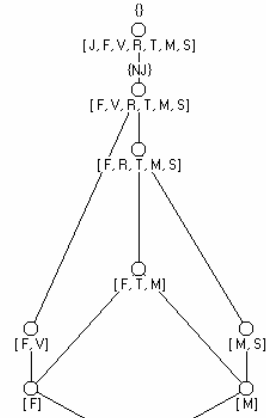
24. ábra



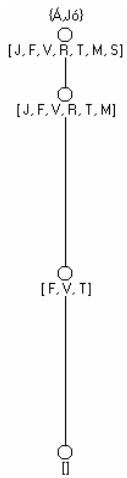
25. ábra



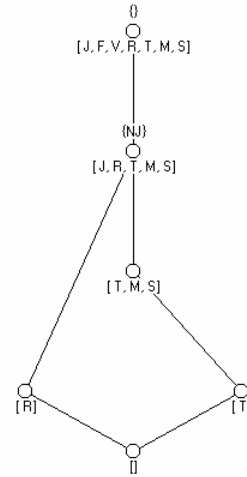
26. ábra



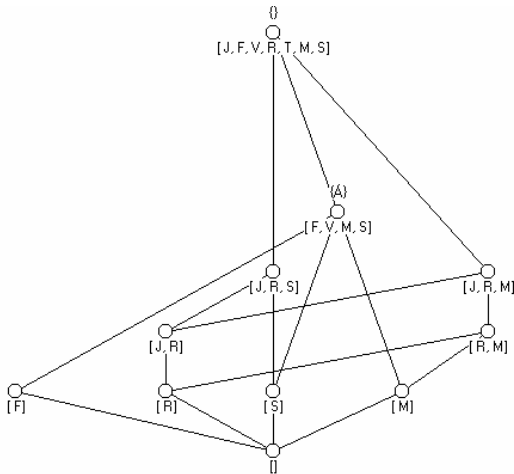
27. ábra



28. ábra



29. ábra



30. ábra