

A KÉZI PERGŐKÉP-FÜZET

Állóképes és mozgóképes szemléltetés

Mintegy 40 évvel ezelőtt jelent meg az *oktatófilm* a hazai iskolákban. Abban az időben az Oktatófilm Kirendeltség 10 év alatt hatalmas szellemi és fizikai munkával nagy anyagi áldozattal a világon egyedülálló filmparkot létesített.¹ 1944-ben már 344 oktatófilm és ezeknek kereken 10 ezer másolata segítette az iskolák munkáját. Az ország felszabadulása után, amint a lehetőségek ezt megengedték, filmoktatásunk tovább fejlődött, tökéletesedett. Az oktatófilm jelentős szerepet kapott a modern audio-vizuális oktatási módszerekben is. A film jelentősége érthető. Azzal, hogy térben és időben változó jelenségeket tud megjeleníteni, elsőrendű szellemi szükségletet elégít ki.

Egy másik, az előbbinél sokszorosan idősebb képi szemléltetési eszköz az *állókép*. Ilyenekkel találkozunk a szakkönyvek, tankönyvek lapjain és ilyenek a fali képek, fali táblák, valamint a diavetítővel, írásvetítővel ernyőre vetített képek, és végül a tanár (előadó) által készített táblai rajzok. A képi szemléltetésnek ezek a kezdetlegesebb formái tapasztalás szerint ma is nélkülözhetetlenek.

Az állóképek között különbséget tehetünk abban a tekintetben, hogy kész képet kap-e a tanuló (olvasó), vagy pedig részt vesz a kép kialakulásának menetében. A készen odatálatl rajzoknál pedagógiailag sokkal értékesebbek a logikailag fokozatosan felépített, lényegében már a mozgás elemeit magukban foglaló táblai és írásvetítős rajzok. Ezek elkészítésénél komoly problémát jelent a pedagógus (előadó) gyengébb rajzkészsége. A jól rajzoló pedagógusok száma viszonylag kicsiny. Ezért itt csak az egyszerű vázlatrajzok készítésére gondolhatunk.

Ha a képi szemléltetési eszközök feladatát, hatékonyságát, teljesítményét vizsgáljuk, a fentiekén kívül lényeges különbséget tapasztalunk a *különböző egyéni befogadóképességhez való alkalmazkodás* tekintetében.

A film nagyon is alkalmas a térbeli és időbeli változások bemutatására, de nem alkalmazkodik az egyén befogadóképességének üteméhez. A tanulók (nézők) egyik csoportja számára talán lassú a közlési mód, a másik csoport számára viszont túl gyors. Az előbbiek érdeklődése emiatt lanyhul, tehát számukra a film hatékonysága csökken; az utóbbiak pedig nem fogják fel a film mondani-valóját és emiatt csökken a hatékonyság. Nem sokat segít ezen az sem, ha a filmet időnként leállítjuk, de az esetleges újrapergetés sem. A leállítás, vagy valamely részlet újrapergetése során a lemaradottak felzárkóznak ugyan, de az előrefutottak érdektelensége még inkább növekszik. Egyetlen megoldás volna, ha minden tanuló előtt, általa szabályozottan, külön-külön peregne le a film. Ez nyilván még a távoli jövőben sem lesz megvalósítható.

¹ Geszti L.: A filmkölcsonzés ügye. A VKM Oktatófilm Kirendeltségének Hivatalos Közleményei. 1944. 9. sz. 129—130

Az egyéni befogadóképességhez való alkalmazkodás szempontjából jobb a helyzet az állóképek azon csoportjánál (tankönyv ábrái, kifüggesztett képek), amelyeket a tanulók tetszés szerinti időben és ideig szemlélhetnek. De már a kollektíve alkalmazott állóképekről (diavetítő, írásvetítő képei) ugyanaz mondható, mint amit fentebb a filmről mondtunk.

Van-e egyáltalán lehetőségünk arra, hogy a térbeliség és időbeliség érzékelte-
tése mellett messzemenően alkalmazkodjunk a tanulók (hallgatók) befogadó-
képességének sebességéhez? És főleg: van-e olyan lehetőség, ami az adott pénz-
ügyi keretek között reálisan elérhetőnek látszik?

A kézi pergőkép

Tapasztalatok mutatják, hogy e feladatok jelentős részét meg lehet oldani a pergőkép-füzetrel. Itt úgyszólván egyetlen korlátozás van: egy-egy pergőfüzet-
tel csak rövid időtartamú változásokat tudunk szemléltetni. A hosszabbakat
szükség szerint kisebbekre kell bontani.

Milyen is egy kézi pergőkép-füzet? (A következőkben röviden csak pergőkép-
nek nevezzük.)

Kb. 20—40 vastagabb papír vagy műanyaglapokból összeállított, levelezőlap
méretű, vagy kisebb füzet, melynek lapjain valamely mozgásjelenségről fény-
képezett vagy rajzolt pillanatképek vannak elhelyezve úgy, hogy a füzet lapjai-
nak ujjaink között való lepergetésekor az egymásra eső vagy egymásról felemel-
kedő pillanatképek a szemléltetésben a folyamatos mozgás érzetét keltik. A pergő-
kép, mint játékszer már régóta ismert, új azonban ennek az eszköznek az okta-
tás területén való alkalmazása.² A manuális előállítás egyes technikai részleteire
vonatkozóan számos tanulmány ad tájékoztatást.³

A pergőképnek az oktatásban szélesebb körű alkalmazására BUKOVSKY
Ferenc kartársammal együtt az 1943—44-es években megindított mozgalmun-
kat a második világháború eseményei megakasztották. A felszabadulás után
az újjáépítés korszakában ismét felmerült a pergőkép problémája, bemutatott
füzeteinket elismeréssel fogadták a Közoktatásügyi Minisztérium Újítási Bizott-
sága által 1951 augusztusában rendezett újítókiallításon.⁴ Az úgy akkor, rajtunk
kívülálló okokból szintén nem fejlődhetett tovább a megkívánt módon. Most
azonban az audio-vizuális, továbbá a programozott oktatásban világméretek-
ben bekövetkező gyors fejlődés láttán, illetőleg a levelező oktatás nehézségeinek
ismeretében a pergőkép ügye kényszerű szükségszerűséggel újból jelentkezik.

² Jeges K.: Mozzanatos pergőképeket előállító füzet. Szabadalmi leírás. M. Kir. Szabadalmi Bíró-
ság IX/h találmányi osztály, J—4585. alapszám. A bejelentés napja: 1943. jan. 11.; *Uő*: Egy
új szemléltetési eszköz, a kézi pergőkép. Magyar Tanítóképző, 1943. 5. sz. 141—145.; *Bukovszky*
F.: Kézi pergőképek a mennyiségtan tanításában. Országos Középiskolai Tanáregyesületi Köz-
löny, 1943. október; *Uő*: A kézi pergőképekről. Protestáns Tanügyi Szemle, 1944. augusztus
(ez utóbbi, sajnálatos módon, néhány zavaró sajtóhibával); *Sebestyén J.*: A film és a kézi pergő-
kép problémája a szemléltetésben. Nevelésügyi Szemle, 1944. 3—4. sz.; *Uő*: A film és a kézi
pergőkép problémája a szemléltetésben. A VKM Oktatófilm Kirendeltségének Hivatalos Köz-
leményei, 1944. 9. sz. 139—143.

³ *Jeges i. m.*; *Bukovszky i. m.*; továbbá a 4. lábjegyzetben említett közlemények.

⁴ *Bukovszky F.*, *Jeges K.*: Kézi pergőképek alkalmazása a matematika tanításában. Az „Újszerű
szemléltetési eszközök és módok” c. kötetben. Bp. 1952. 66—67.; Kézi pergőképek alkalmazása
a matematika oktatásában. *Jeges K.* és *Bukovszky F.* újítása. Az „Újítások könyve” c. kötetben
(a III. országos újítókiallításon bemutatott újítások és találmányok). Bp. 1953. 349.

A jelenlegi helyzet annyiban kedvezőbb, mert fejlettebb nyomdatechnikával, szükség szerint színes ábrák nyomásával a pergőképek tömegcikként viszonylag jelentéktelen költséggel előállíthatók. De az is előny, hogy időközben a filmes oktatásban megnövekedett a hurokfilmek száma, ezeket pedig jól lehet használni a pergőkép készítésénél. Elegendő a film minden negyedik-ötödik kockáját fotográfiai vagy xerográfiai úton felnagyítani a pergőkép méretére.

A pergőkép néhány tulajdonsága

Mik az egyezőségek és különbségek a pergőkép és a film között?

Egyeznek abban, hogy a pergőkép is a *mozgás érzetét* kelti. Különbség van viszont abban, hogy a pergőkép pillanatképei *lassabban következnek egymás után*, a szokásosnál jóval kisebb képfrekvencia is elegendő. Ennek folytán kevesebb pillanatképre van szükség, a lapok száma jóval 100 alatt van. Egyszerűbb anyagrészek ábrázolásánál elegendő lehet 20—30 lapból álló pergőkép is. Sok esetben az is elegendő, ha csak a lényeges változárész környezetéből veszünk fel több, egymásra következő pillanatképet, vagy készítünk vázlatrajzot. Ebben az esetben a pergőkép lapjait lassan pergetve (esetleg mp-enként 1—2 lapot) mintegy lassított felvételen tanulmányozhatjuk a változást.

Ha tehát a pergőképet normális ütemben pergetjük, mozgás érzete keletkezik akkor is, ha a képfrekvencia kisebb a filmnél szokásosnál. Viszont ha mp-enként csak 1—2 képet pergetünk, „lassított felvételt” látunk. Érdekes megfigyelés, hogy már mp-enkénti 4—6 képváltásnál is mozgás érzete keletkezik. Itt már nem a szemben létrejött utókép játszik szerepet; hanem nyilván valamilyen agy-fiziológiai folyamat.⁵

A pergőképpel létrehozott mozgásérzettel kapcsolatban, mivel mp-enként a normálisnál kevesebb kép pereg le a néző szeme előtt, felmerül a *vibrálás* kérdése is. Tapasztalás szerint nincs fárasztó vibrálás. Nyilván azért nincs, mert a képváltozások során nem nagy a fényerőingadozás, de valószínűleg azért sem fárasztó a pergőkép nézése, mert egy-egy alkalommal rövid ideig használjuk.

Mint láttuk, a pergőkép hatékonyságának két legfontosabb tényezője az, hogy egyrészt a személyhez alkalmazkodik, másrészt a mozgás érzetét kelti. Egyes tananyagrészek tanulmányozásánál nem feltétlenül szükséges a folyamatos mozgás érzetét kelteni. Egy összetettebb geometriai szerkesztésnél, a folyóágy, vagy hegyek kialakulásánál, növények fejlődésénél, vagy a sejtosztódásnál stb. esetleg kevesebb, talán csak 8—15 képből álló pergőképre van szükség. Ezek a pergőkép képek az időben lejátszódó folyamat nagyobb időközökben felvett pillanatnyi helyzeteit ábrázolják. Ezeket a képeket kell a tanulónak egymással összehasonlítani, hogy az időközi változást gyorsan, keresgélés nélkül felfedezhesse. De ha nincs folyamatos mozgás, miért van akkor szükség pergőképre?

Ha ezeket az egymástól csak kis mértékben, esetleg csak jelentéktelennek látszó, de fontos részletekben különböző képeket egymás mellé helyezzük, a változás felismerése nehéz, fárasztó szemrontó és időigényes munka. Könnyben ennyi kép nem is férne el. Ha azonban a képek egymás alatt következnek úgy, hogy a változatlan részek a pergetés során fedik egymást, a változó részletek

⁵ *Jeges* i. m. (Magyar Tanítóképző), *Sebestyén* i. m. (VKM Oktatófilm Kirendeltségének Hivatalos Közlönye)

azonnal szembe tűnnek, felismerhetők. Ezt a módszert már régen alkalmazzák a csillagászatban az ún. blinkkomparátorban a változó helyzetű égi objektumok (üstökösök, állócsillagok elmozdulása, kisbolygók stb.) vizsgálatánál. Az égboltnak ugyanarról a helyéről két különböző időpontban készítenek felvételt és e két képet felváltva juttatják a szembe. A változó részek (az időközben elmozdult objektumok) vibrálnak a szemben, így azok a sok állandó részlet (más csillagok képei) között azonnal felismerhetők.

A pergőképnek az előzőekben leírt eredeti fajtáját, ami a folyamatos mozgás érzetét kelti, „folyamatos” pergőképnek, a jelen pontban leírt második fajtáját pedig „szakaszos” pergőképnek nevezhetjük.

A rajzos pergőképhez a rajzos trükkfilmek állanak legközelebb. Ezek hatékonyságának megállapítására kísérleteket végeztek,⁶ amelyeknek tanúsága szerint a jó trükkfelvételek a lényeg kiemelésével és leegyszerűsítésével nagymértékben segítik a tanulókat a kérdéses jelenség megértésében. Valószínűleg kedvező hatása lenne a pergőképnek is, mivel alkalmazkodik a tanulók egyéni pszichológiai és fiziológiai sajátosságaihoz.

A képi oktatási formával kapcsolatban a British Institute of Management egyik 1965-ben tartott konferenciáján⁷ egy érdekes és fontos megfigyelésre hívták fel a figyelmet. A hallgatók annyira megszokják a film- dia- és rajzfilmvetítést, hogy szinte elszoknak attól, hogy „a szóbeli előadásokra kellőképpen odafigyeljenek, a szóban közölteket eléggé megjegyezzék...” Így látszik, a képi oktatási formák eltúlzott alkalmazásának is megvannak a maga hátrányai, mint minden túlzásnak. Ettől a veszélytől a pergőkép alkalmazásánál bizonyára nem kell tartani, hiszen ez csak a térben és időben változó jelenségeknek lényeges és rövid mozzanatait mutatja be.

Egy értékes cikkre szeretnénk még kitérni.⁸ Ebben a szerző a 8 mm-es trükkfilm készítéséről ír. Tárgya a transzverzális hullámmozgás. A 8 mm-es filmet olcsósága mellett azért is jobbnak tartja a más méretűeknél, mert a film vetítőgépe visszafelé is járatható, tehát egyes filmrészletek vetítése megismételhető, ami a szerző szerint „hallatlan előny”. Ezzel teljes mértékben egyet lehet érteni. A hullám kialakulását 24 fázisképben ábrázolja. Megjegyzi azonban, hogy a gép 16 kép/sec vetítési frekvenciája miatt egy-egy fázisképről kettőnél is több felvételt készítenek. A vetített kép ugyan „darabossá” válik, de a folyamat megértését a lassítás nagyban segíti — írja a szerző.

Ha a fenti filmvetítés helyett pergőképet adnánk a tanulók kezébe, a szemléltetés valószínűleg sokkal hatékonyabb lenne.

A pergőkép a programozott oktatásba is beilleszthető, különösen azért, mert jellegéből következően jól alkalmazkodik az egyéni sajátosságokhoz. A. J. BERG szerint a programozott oktatásban⁹ a hangsúly a nagy előadótermekben folyó oktatás individualizálására helyeződik át. A különböző tanulók pszichológiai és fiziológiai sajátosságai, valamint azon képességük foka, hogy az információkat át tudják venni, osztályozni tudják és megőrizték, majd pedig emlékezetükben felidéznek, rendkívül különböző. A pedagógiai információközlés ütemének és jellegének feltétlenül az említett sajátosságok ismeretén és azok figyelembevételén kell alapulnia. A pedagógusnak a tanulók reális pszicho-fiziológiai lehetőségeihez kell alkalmazkodnia. Ha ezeket figyelmen kívül hagyjuk, az eredmény

⁶ Békés J., Zátonyi S.: Kísérlet az oktatófilm hatékonyságának megállapítására. *Pedagógiai Szemle*, 1972. 10. sz. 902—909.

⁷ *Audio-vizuális Technikai és Módszertani Közlemények*, 1967. 2. sz. 22—23.

⁸ Hajdú I.: Animációs film készítése a fizika tanításához. *A Fizika Tanítása*, 1973. 4. sz. 120—122.

⁹ A. J. Berg: A programozott oktatásból remélt eredmény: tartós ismeretek, időnyereség, kevesebb bukás. *Audio-vizuális Technikai és Módszertani Közlemények*, 1967. 2. sz. 27—35.

csak siralmas lehet. Egyebek között ezeket mondja idézett dolgozatában BERG. A fentiek szellemében megszervezett programozott oktatásnak bizonyára fontos segédeszköze lehet az egyéni sajátságokat messzemenően figyelembe vevő pergőkép.

A pergőkép legegyszerűbb és legolcsóbb egyénileg használható oktatási eszköz.

A pergőkép számos anyag rész tárgyalása során még *kísérleti eszközként* is alkalmazható, tehát lényegesen többet adhat az egyszerű képi szemléltetésnél.

Ezt egy példán mutatjuk meg. Feladat: *Az út, sebesség, idő kapcsolata és a mozgások relativitása.* Erre a célra e sorok írója kísérletképpen egy 31 lapból álló pergőképet készített. Lapméret 7×12 cm, képméret 7×5 cm. A képen négy autó mozog egy mm beosztású „út”-on, ez az út egyben az álló koordinátarendszert is jelenti. Az egyik (fekete) autó a tetején az úttal párhuzamos helyzetű mm beosztást visz magával, ez a mozgó koordinátarendszer. A képen a múlt időt mutató óra is látható. A fekete autóval azonos sebességgel fut mögötte egy zöld autó, továbbá más sebességgel egy barna és fehér autó. Később ez utóbbi megáll.

A tanulók a pergőképhez mellékelt feladatlapból (munkafüzetből, programból) megtudják, hogy itt egy tényleges jelenségről készült pillanatfelvételek sorozatát kapják kézhez. Mi ez a jelenség? Ha a pergőképet egyenletes ütemben pergetik, úgy látják az autók mozgását, mint egy filmen. Bonyolult viszonyokat látnak a járó órával együtt. Egy-két pergetéssel nem is ismernek meg minden részjelenséget (pl. hogy a négy autó mindegyike hogyan mozog és az egymáshoz viszonyított mozgásukat sem). Többször le kell pergetniük, mindig más-más jelenségcsoportot kísérve figyelemmel. Ez eddig kvalitatív jellegű megfigyelés, ez után következik a kvantitatív kísérlet. A következő feladatokat kaphatják a sok közül:

1. Milyen sebességgel haladnak az egyes autók? Ehhez le kell mérniük egy adott idő alatt megtett utat. Tehát pl. a barna autó reflektora a $t_1 = 8$ s-ban az $s_1 = 380$ m-es útjelzésnél (9. sz. pergőkép-lap) és a $t_2 = 17$ s-ban $s_2 = 550$ m-es útjelzésnél volt. (18. sz. lap). Tehát a közben eltelt 9 s-nyi idő alatt 170 m utat tett meg. Így sebessége

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{170 \text{ m}}{9 \text{ s}} = 18,88 \text{ m/s}$$

Az időt az egyes lapokon feltüntetett óramutató állásokból állapítják meg. Azt is tapasztalhatja a tanuló, hogy ha más két időpontot választ ki és veszi a megfelelő utakat, ugyanazt a sebességértéket kapja. (Egyenletes mozgás).

2. Hasonló módon megállapítva a sebességeket, kiderül, hogy az autók sebessége más lesz a fekete autóval együtt mozgó koordinátarendszerben.

3. Az autók sebessége más és más aszerint, hogy melyik koordinátarendszerhez viszonyítjuk a mozgást. (Pl. a fekete autó sebessége a mozgó koordinátarendszerben nulla stb.)

Nem szükséges tovább részletezni az igen változatos többi feladatot, már a felsoroltakból is látható a pergőkép kísérleti eszközként való alkalmazhatósága. Sok esetben iskolai körülmények között a ténylegesen el sem végezhető kísérlet a fentihez hasonló módon csak pergőképpel oldható meg.

Érdeemes megemlíteni, hogy az ilyen, felvételekkel kiegészített kísérlet nem ismeretlen a jobban felszerelt iskolákban. A szabadon eső, a lejtőn, vagy vízszintes lapon guruló golyókról, vagy légpárnás szekrényekben csúszó korongokról készített fényképfelvételek kiértékelése közel áll a mi módszerünkhöz. A pergőképes feldolgozásra ajánlható témák felsorolásában, a cikk végén, kereszttel megjelöltük azokat, amelyek a fentihez hasonló módon való feldolgozásra alkalmasnak látszanak.

Természetes, hogy a pergőkép feltételezett tömeges előállítás után is sok lenne még a tennivaló. Olyan programokat kell készíteni, amelyeknek egyik eszköze a pergőkép. Gondoskodni kellene a visszacsatolást megvalósító olcsó berendezésről. Ebben az irányban jelentős munkát végeztek ZÁBORI S. és HARTAI L., akik a feleletválasztásos visszakerdezés, ellenőrzés megvalósítására olcsó

és könnyen előállítható berendezést terveztek.¹⁰ Könnyű belátni, hogy az olcsóságra törekvésnek, különösen jelenlegi hazai körülményeink között nagy jelentősége van. Erre mutatnak az oktatógépek hazai és világtársai árai.

Néhány számadat

A pergőkép nyomdatechnikai úton, a könyvek, füzetek sokszorosítási módjához hasonlóan sok tízezres példányban előállítható. Egyik nyomda előzetes kalkulációjából kiderült, hogy egy kb. 10×5 cm méretű, 30 lapos pergőkép kereskedelmi ára 2—3 Ft körül lenne. Vegyük a füzet árát 3 Ft-nak. Feltételezzük, hogy az általános iskolai fizikakönyv anyagának megfelelő részei 20 különböző, átlagosan 30 lapos pergőképben vannak feldolgozva. Egy tanulóra 60 Ft, az osztályra (30-as létszámot véve) 1800 Ft költség esik. De sok tantárgynál lényegesen kevesebb a tankönyvhöz kapcsolódó pergőképek száma. A költségek is ezzel arányosan csökkennek.

Elképzelhető egy még ennél is jóval olcsóbb megoldás, a *pergőképes tankönyv*. Az eddigieknél valamivel szélesebb margójú tankönyv margójára lennének a kb. 3×2 cm méretű képek nyomva. Tehát maga a tankönyv szerepelne egyúttal, mint pergőkép, azzal a különbséggel, hogy nem egy, hanem sok pergőképet tartalmazna.

A tankönyv 20 cm hosszú margóján kb. 7 különböző témájú pergőkép egyes képei férnének el egymás alatt. Ha a könyv pl. 200 oldalas és egy pergőkép lapszámát átlagosan 30-nak vesszük, a margó egy meghatározott helyén 3 különböző képsorozat, az egész könyvben tehát $7 \times 3 = 21$ pergőkép helyezhető el. Ha a könyv anyaga kevesebb pergőképet igényel, a képek méretét lehet növelni. Technikai okokból a könyvlapoknak csak az egyik oldalát használhatjuk. Az ilyen tankönyveket a szokásostól kissé eltérő módon kellene fűzni, ez azonban nyomdatechnikailag áthidalható. Egy kivágással, „ablakkal” ellátott lap alkalmazásával az is elérhető, hogy csak a kívánt pergőkép látható, a többi nem zavar.

A pergőképes tankönyvnél a képek száma lényegesen megnövekedik, ami emeli a rajzok és klisék készítésének árát, de minthogy a tankönyvek néhány százezres példányszámban készülnek, a várható költségtöbblet csak 1—2 Ft-tal emelné a könyv árát. A megoldások közül az a jobb, amelyik lehetővé teszi, hogy a tanulók a pergőképet otthon is tanulmányozzák. Ezt pedig a minimális költségű pergőképes tankönyv tenné a legegyszerűbben lehetővé. Ezért lenne fontos ilyen tankönyvek készítése és a megoldás és alkalmazás részletkérdéseinek kivizsgálása (optimális alak és méret, egymás alatti képsorok sűrűsége, papíryanag minősége, fűzési mód stb.).

Anyagkiválasztás

A pergőképpel feldolgozható anyagrészek kiválasztása gondos munkát igényel. Filmszerű látás kell hozzá.

Az alábbiakban elsősorban a fizika és matematika köréből adunk tájékoztató jellegű felsorolást, a többi tárgyból csak egy-két részletet ragadunk ki. A tanulók életkorát illetően elmondható, hogy a pergőkép egész oktatási rendszerünkben használható, beleértve a levelező oktatási formát is. Az alábbi felsorolásban az egyes címek után zárójelbe tett A, K, F betűk azt jelentik, hogy az alsó fokon

¹⁰ Zábori S., Hartai L.: Átmeneti megoldások, azonnali eredmények egyszerű eszközökkel. Audio-vizuális Technikai és Módszertani Közlemények, 1967. 3. sz. 19—28.

(6–10 év), középfokon (10–18 év), vagy felsőfokon alkalmazható a címben megjelölt anyagrésztlet pergőképe. A fizika címfelsorolás a)-val jelölt első része az UNESCO egyik újabb kiadványából¹¹ vett hurokfilmek címeit tartalmazza. Minthogy a hurokfilmekből könnyen készíthetünk pergőképet, az alábbi felsorolás a pergőképpel foglalkozható anyagrészek felsorolásának is tekinthető.

Fizika a)

A germánium elemi cellája (K, F) — A germánium kristályszerkezete (K, F) — Rekombináció (F) — Töltéshordozók gyorsulása (K, F) — Vezetés tiszta germániumban (K, F) — N-típusú kristályok keletkezése (K, F) — P-típusú kristályok keletkezése (K, F) — Vezetés N- és P-típusú kristályokban (K, F) — Barrier keletkezése egy P-N kristályban (F) — A P-N csatolás (K, F) — Kristálydióda, a barrier szélessége (F) — Kristálydióda, egyenirányítás (K, F) — Katódsugárgéso (K) — Atomok és elektronok (K) — Két forrás fázisban+ (K, F) — Két forrás mozgása+ (K, F) — Fázisváltozás (K, F) — Frekvenciaváltozás (K, F) — A mérleg felállítás (K) — A mérleg használata (K) — Energia és az inga+ (K) — Momentum és az inga (K) — Egyenes vonalmenti sebesség+ (K) — Egyenletes gyorsulás+ (K) — Erő, tömeg és gyorsulás (K) — Körmozgás+ (K) — Állóhullámok+ (K) — Bernoulli elmélete (K) — Egyenáramú dinamó (K) — Váltóáramú dinamó (K) — Egyenáramú motor (K) — Hidraulikus emelő+ (K) — Surlódás (K) — A csavar (K) — Archimedes elve (K) — Newton törvénye, állandó tömeg (K) — Newton törvénye, állandó erő (K) — Impulzusmomentum (K) — A momentum megmaradása (K) — Szabadesés+ (K) — Elmozdulás+ (K) — Pillanatnyi sebesség+ (K) — A sebesség fogalma+ (K, A) — Egyenes mozgás egyenletes sebességgel+ (A, K) — Átlagos sebesség, időmérés+ (A, K) — Nagy sebesség mérése (K) — Mozgásformák (K) stb.

Ez a felsorolás különböző európai és tengerentúli országok fizikaoktatási reformtörekvéseiről írott referátumokból való és arról is némi tájékoztatást nyújt, hogy világviszonylatban mely anyagrészeket tartanak fontosnak és alkalmasnak filmes szemléltetésre. Az Egyesült Államokban több szervezet is foglalkozik oktatófilmek előállításával. Gazdag anyagok felsorolása meghaladja a jelen cikk terjedelmét, az előzőekhez képest ismétléseket is tartalmaz, az UNESCO hivatkozott nagyformátumú kiadványában hat oldalt vesz igénybe (178–183. old.).

Fizika b)

Csak kiragadott példák: Rugalmas és rugalmatlan anyagok (A) — A fény visszaverődése síktükörről (A) — Fénytörés, teljes visszaverődés (A, K) — Az emberi szem, a lencse alkalmazkodása (A, K) — Nyomóerő és nyomás szilárd testekben (A) — Az úszás esetei (A) — Energia, energiaátalakulások (A, K) — Négyütemű belsőégésű motor (K) — A hang keletkezése és terjedése (A, K).

Általában nem dolgoznánk fel olyan jelenségeket, amelyek csak kísérleteket ábrázolnak, hacsak nem szerepelnek bennük a kísérletek során nem érzékelhető hatók (erők, erőterek, molekuláris mozgások), amelyek esetleg nem is léteznek a valóságban, csak jó munkahipotézisek.

A felsőoktatás területén is kínálkozik jónéhány téma a már érintettek kivül pergőképes feldolgozásra. Ismét csak néhány kiragadott példa ΣΙΜΩΝΥ Κ. *Elméleti villamosságán* című könyvéből — Az energiaáramlás iránya egy kondenzátor külső terében szinuszosan váltakozó feszültségnél (F) — Bonyolult váltóáramú hálózatokban a hálózat különböző pontjaiban a fázis- és az időben változó áram- és feszültségviszonyok- ábrázolása (F) — Az illesztett fogyasztóval lezárt távvezeték áram- és feszültségviszonyai (F) — Különböző csövekben fellépő hullámformák változásai elektromos és mágneses erővonalak feltüntetésével (F) — Különböző hullámformák koaxiális kábeleken (F) stb.

Matematika

A tört értékének változása a számláló és/vagy a nevező változásával (A) — Egyenes arányosság (A) — Fordított arányosság (A) — Kör kerülete és területe (A) — Tengelyes szimmetria (A, K) — Középponti szimmetria (A, K) — Háromszög szögeinek összege (A) — Háromszög területe (A) — Egyenes ábrázolása (forgás és párhuzamos eltolás, egyenlet) (K) — Másodfokú függvény (K) — Két tag összegének köbe (K) — Két négyzet különbsége (K) — Hegyes, derék, tompaszögek (A) — Kör és egyenes kölesönös helyzete (A, K) — Két kör kölcsönös helyzete (K) — Forgáshenger palástja (K) — Szögfelező (A, K) — Háromszög köré írható kör (K) — Háromszögbe írható kör (K) — Forgáskúp palástja (K) — Tükrözés egyenesen (K) — Középponti és kerületi szögek (A, K) — Thales tétele (A, K) — Hasáb keletkezése párhuzamos él mozgásával (K) — Látószög (K) — Vektorösszeadás (A, K) — Merőleges vetítés (K) — Két egyenes távolsága (K) — Pitagorász tétele (K) — Középpontos nagyítás (K) — Távolságmérés (K) — A tangens

¹¹ New trends in physics teaching. Vol. I. (1965–1966). Párizs, UNESCO 1968.

függvény (K) — A sinus függvény (K) — A cosinus függvény (K) — Háromszög súlypontja (K) — Számítási és mértani közép (K) — Exponenciális függvény (K, F) — Logaritmus függvény (K, F) — Kétszeres és félszög sinusa (K, F) — Ellipszis fonálás szerkesztése (K) — Folytonos és szakadós függvény (K, F) — Sinus x per x határértéke (K, F) — Szélső értékek (K, F) — Harmadfokú függvény (K) — Függvények menete és a differenciálhányados (K, F) — Számítási sor összege (K) — Végtelen mértani sor összege (K) — Kúpszeletek (K, F) — Mértani helyek: egyenest egy pontban érintő körök (K) — Mértani helyek: Szögcsarokat érintő körök (K) — Kör legördítése egyenesen, ciklois (K, F) — Egyenes legördítése körön, evolvens (K, F) — $\sin^2 x$ függvény integrálja (F) stb. — Hasonlóan kínálkoznak témák az ábrázoló geometria köréből.

Földrajz

A szél keletkezése (A) — A hegyvidék hatása a hegység mögötti területek csapadék-alakulására (A, K) — A cseppkőképződés folyamata (A, K) — Talajerózió (K) — Ciklonok mozgása, kihatása az időjárásra (K, F) — Tűzhányók működése (K, F) — Hegyrendszerek kialakulása (K) — A földrészek kialakulása (K, F) stb. További témákat kínál a csillagászati földrajz.

Biológia

A nyelés folyamata (K) — A pete vándorlása a méhkürtben (K, F) — A szív működése (K, F) — A feltételes reflex kialakulása (K, F) — A hallás folyamata (K) stb.¹²

További példákat és más tárgyak köréből vett példákat nem említünk, a kiválasztás nyilván az érdekelt szakemberek feladata lesz. Még csak annyit, az említett tantárgyakon kívül még számos más tantárgy is sikerrel alkalmazhatja a pergőképet.

Ide kívánczik a múlt század nagy didaktikusának, a matematikus BOLYAI Farkasnak ismert mondása: „Ha a mozgást megengedjük, a geometria élénkebbé, könnyebbé és érthetőbbé válik”. Módosítsuk ezt csak annyiban, hogy nemcsak a geometriára érvényes, hanem talán minden tudományágra, minden iskolai tantárgyra. A kérdés: hogyan „engedjük meg” a mozgást, hogyan vezessük be a tanítás menetébe és az egyéni tanulásba? Ennek egyik új, az egyéni felfogóképességhez jól igazodó eszköze lehet a pergőkép.¹³

¹² Ezúton is köszönöm *Bukovszky* Ferenc kandidátusnak a kézirat néhány kiegészítését.

¹³ Robert *Karplus* fizikaprofesszor (Univ. of California, Berkeley) szerint az Amerikai Egyesült Államokban az alsó tagozatos, 6–12 éves tanulók természettudományos oktatásának „Science-program”-ja keretében — amelyben több mint két millió tanuló részesül — használják a pergőképfüzetet. *Karplus* közlése szerint mintegy 15 évvel ezelőtt vezették be, mint segédtan-eszközt, szerinte az oktatásban nagyon jól használható. Nyomdai úton állítják elő és minden tanuló kezébe adják. 12 évesnél idősebb tanulókkal azonban még nem végeztek kísérleteket.