

**ELTE Informatikai Kar
Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék**

**DIGITÁLIS FÖLDTANI TÉRKÉPEK JELKULCSÁNAK
KIDOLGOZÁSA INTEGRÁLT TÉRINFORMATIKAI
ALKALMAZÁSOK SZÁMÁRA**

GALAMBOS CSILLA

Doktori (Ph. D.) értekezés

**Földtudományi Doktori Iskola
Doktori Iskola vezetője: dr. Monostori Miklós egyetemi tanár
Térképészet Doktori Program
Programvezető: dr. Klinghammer István egyetemi tanár**

Témavezető: dr. Márton Mátyás egyetemi docens

Budapest, 2006

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. SZÍNELMÉLET	8
2.1. A szín fogalma	8
2.1.1. A fény fizikai tulajdonságai	8
2.1.2. Fénytani alapfogalmak	10
2.2. A színek felosztása és csoportosítása	15
2.3. Színkeverés.....	16
2.3.1. Additív, összeadó színkeverés.....	16
2.3.2. Szubtraktív vagy kivonó színkeverés	17
2.3.3. RGB, CMYK, CMY, HSI színtér	18
3. A SZÍNÉRZÉKELÉS FIZIOLÓGIÁJA, A LÁTÁS	25
3.1. Az emberi szem fényérzékelése	25
3.1.1. Az emberi szem felépítése.....	25
3.2. Az emberi szem színérzékelése	28
3.2.1. Színmérés, színmetrika.....	28
3.2.3. Színlátás, színháromszög, nemzetközi színszabvány.....	29
4. A SZÍNKUTATÁS TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE, A SZÍNELMÉLET KIALAKULÁSA	35
4.1. Óskor, természeti népek színhasználata	35
4.2. Az ókori népek színhasználata	36
4.2.1. Folyam menti kultúrák, az ókori Kelet.....	36
4.2.2. Görög, római és a kora keresztény kultúra.....	37
4.3. A középkor kultúrája	39
4.4. A reneszánsz kultúrája és a felvilágosodás kora	39
4.5. A színelméletek kialakulása	41
4.6. A modern színelméletek kialakulása.....	49
5. A FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS MAGYARORSZÁGON A BOLOGNAI SZÍNRENDSZER ELŐTT (–1881).....	55
6. A FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS HAZÁNKBAN A BOLOGNAI KONVENCÍÓK BEVEZETÉSE (1881) UTÁN	69

7. FÖLDTANI TÉRKÉPEKEN ALKALMAZHATÓ FELÜLETIJEL-KÉSZLET ÉS SZÍNADATBÁZIS	79
7.1. Felületi jelek készítése különböző szoftverekkel	80
7.2. A földtani térképeken alkalmazott színek	86
8. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA	89
 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	 90
 IRODALOMJEGYZÉK.....	 91
 ÁBRAJEGYZÉK	 97
 1. MELLÉKLET: A BOLOGNAI KONGRESSZUSON KARPINSKY ÁLTAL JAVASOLT SZÍNTÁBLÁK.....	 102
2. MELLÉKLET: BÖCHK, HOFMANN, KOCH „MAGYARORSZÁG GEOLÓGIAI TÉRKÉPE” (1886) JELKULCSA	111
3. MELLÉKLET: BALOGH ET AL. „MAGYARORSZÁG FÖLDTANI TÉRKÉPE 1:300 000” (1956) JELKULCSA	113
4. MELLÉKLET: FÜLÖP „MAGYARORSZÁG FÖLDTANI TÉRKÉPE 1:500 000” (1984) JELKULCSA	115
5. MELLÉKLET: A FÖLDTANI KÉPZŐDMÉNYEK FELÜLETI JELEI A MÁFI ADATBÁZISÁBAN	117
 ÖSSZEFOGLALÁS.....	 138
 SUMMARY	 139

1. BEVEZETÉS

Már kora gyerekkorban megkezdődik ismerkedésünk a színekkel, azok jelentésével, egymáshoz való harmonizálásával. Így létrejön mindenkiben egy szubjektív benyomás, kialakulnak a szeretett és kevésbé szeretett színek. Megtanulunk egy úgynevezett *vizuális köznyelvet* (Király, 1989), mely segítségével azonosan értelmezzük a pontnak, a vonalnak, a felületnek, a tömegnek, a térnek és a szín és a fény alakító szerepének, hatásainak felismerését. Mindez az érzékelés és a tudat számára láthatatlan módon inkább érzelmeinkben zajlik, ily módon megfoghatatlan.

Ha végigtekintünk történelmünkön, az ember színek iránti szeretetét láthatjuk. Már az egyiptomiak és a görögök is színek sokféleségét használták, Kínában pedig több ezer év előtti időkből is ismertek festmények. Európában a római és bizánci mozaikok élénk színei után az időszámítás szerinti V. és VI. században már az egyes árnyalatok komplementer színeit is alkalmazták. Ír szerzetesek által a VIII–XI. században festett miniatúrákon használt színek egyforma fényértékűek, így egy olyan kiegyensúlyozott hideg-meleg hatást hoznak létre, mely legközelebb az impresszionistáknál figyelhető meg.

A színek hatásai és törvényszerűségei után a XIX. század elején nőtt meg az érdeklődés. Az első, a színelméletéről szóló könyv 1810-ben jelent meg, Philipp Otto RUNGE írásaként. Ezt követően az impresszionisták művészetével kezdődött, majd a festékipar, a divat és a színes fényképezés kialakulásával, illetve fejlődésével folytatódott az emberek színek után való érdeklődésének megindulása.

A színeket többféle szempontból lehet vizsgálni. Vizsgálhatjuk elektromágneses sugárként a fizika eszközeivel, vehetjük az anyagok molekuláris szerkezetét, s akkor vegyi úton tanulmányozzuk. A színek szimbolikája, szubjektív meghatározása, maga a színlátás megfogalmazása viszont már a pszichológia hatásköre. S ekkor még nem említettem a művészeteket, és az ugyancsak a színekkel és azok hatásaival foglalkozó egyéb tudományágakat, mint amilyen pl. a térképészet is, amelyekben a színek esztétikai hatásait nem egyféle szempontból, hanem a felsorolt módozatok kombinációjaként alkalmazzák (Péter, 1968).

A térképészetben egy-egy térkép elkészítésekor, lényegében a jelkulcs megalkotásakor, a színek egymáshoz való viszonyában a harmóniára kell törekedni. A térképész számára sem elhanyagolható a festészetben használt néhány fogalom ismerete, melyek jó részét szinte tudattalanul használva, de megtaláljuk a térképeken is. A színes

térképek készítésének ily módon művészeti vonatkozásai is értelmezhetők (Albán, 1938; Klinghammer *et al.*, 1995).

Mindemellett, speciálisan a földtani térképeken nemcsak színek segítik az olvasót az eligazodásban. A képződmények legpontosabb jelölésére a földtani index szolgál (Pávai-Vajna, 1914; Strausz, 1952), mely a térkép méretarányától függően a legpontosabban azonosítja a földtani foltot. A földtani térképeken harmadik lehetőségként a jobb olvashatóságot különféle felületi jelek is segítik (Pávai-Vajna, 1914; Brezsnýánszky, 1971 ; 1993; Gyalog, 1996). A földtani térképek e három összetevője egy hosszú fejlődési folyamat eredményeként jutott el a ma használatban levő formáig. A digitális technika fejlődésével a földtani térképkészítés számára megnőtt az alkalmazható színek és felületi jelek száma (Gyalog, 1996; Turczi, 2005).

Napjainkra a számos nyomdai úton elkészült földtani térképnek és a 2005 végén kiadott Magyarország 1:100 000-es földtani térképsorozatának (Galambos, 2005; Maigut, 2005; Gyalog, 2005) köszönhetően létrejött az az egységes színadatbázis, amely az egyes képződményekhez mind az RGB-, mind CMYK-kiosztás (a rövidítések magyarázatát lásd a 2.3.3. pontban) szerint hozzárendeli a megfelelő színeket. Ez azt jelenti, hogy az egységes adatbázisnak megfelelően minden térképhez automatikusan elkészíthető egy csak a térképen szereplő színeket tartalmazó színtábla, amely már a nyomdai színeket tartalmazza (Galambos, 2005). Korábban, amíg ez az adatbázis nem létezett, számos, előre definiált színtáblát használtunk, amelyek azonban statikusak voltak, esetleges igények szerinti módosításuk manuálisan történt, és a színeket a nyomdai színekre külön konvertáltuk át. Természetesen ez az adatbázis egyéb, más méretarányokban készülő térképek számára nem kötelező érvényű, és továbbra is használatban marad az ún. Pantone-színskála (a színskálákról lásd Péter, 1968; Galambos, 2005), melynek segítségével a geológus kiválasztja a különféle képződményekhez tartozó, számára megfelelő színeket.

Az említett adatbázis pusztán segítséget nyújt a különböző képződmények megfelelő színének kiválasztásában. A képződményekhez tartozó színek mellett, az adatbázis tartalmazza a hozzá tartozó felületi jeleket is. Ezen jelek alkalmazása az esztétikai szempontokon túl a jobb elkülönítésben is a szem segítségére van. Az emberi szem ugyanis egy bizonyos árnyalatmennyiségen túl nem képes a színek elkülönítésére (Kepes, 1979; Tóth, 2001; Nemcsics, 2004).

A felületi jelek színe, a földtani korok színezéséhez hasonlóan változó, az eltérő korokhoz rendelt mintázat más színekkel megismétlődhet. Maga a mintázat viszont többnyire követi a képződmények genetikáját (Gyalog, 1996; Maigut, 2004). A színek és felületi jelek

mindezek ellenére a megjelenítésben játszanak szerepet; míg az adatbázis-kapcsolatot a földtani indexek töltik be (Gyalog, 2004).

A földtani térképek a tematikus térképek csoportjába tartoznak. Míg a topográfiai térképek a földfelszín elemeit ábrázolják színek és felületi jelek segítségével, „a tematikus térkép elemei a földfelszínre vonatkoztatható, térbeli elterjedést mutató természeti és társadalmi jelenségek belső tulajdonságait, szerkezetét és funkcióit mutatják be” (Klinghammer et al., 1991). A földtani térképek tehát színek, vonalak és felületi jelek alkalmazásával jelenítik meg a földtani képződmények felszíni és felszín alatti elhelyezkedését. A színek és a földtani indexek segítségével a képződmények kora is leolvasható, „így bepillantást engednek a földtörténet folyamataiba, a negyedik dimenzióba, az időbe” (Brezsnyánszky, 2001). A földtani térképek ily módon négydimenziós térmodellként is értelmezhetők (Török, 1989).

Ahhoz, hogy ma a földtani térképeken milyen színeket alkalmazunk, hosszú folyamat vezetett. Az egyes színek alkalmazásának háttere összetett halmazt képez. Ebbe tartozik maga a szín – azaz a szín fogalmának, annak fizikájának – megismerése és alkalmazása, valamint különféle színrendszerek megismerése és alkalmazása. Ezt a témakört mutatom be a 2. fejezetben.

A színek érzékelésében a szem és az agy látja el a legfontosabb feladatot. Ez a szem különleges felépítésének és az egyes alkotórészek sajátosságainak köszönhető. Mivel azonban minden ember egyedi látásmóddal rendelkezik, szükség volt egységes színérzékelési és leírási rendszert bevezetni. Ezt a rendszert a 3. fejezet ismerteti.

A színek érzékelése és alkalmazása érzelmi háttérrel is bír. Többek között a helyes térészlelésben és a képi ábrázolás térkifejezésében is nagy szerepük van (Solta, 1982). Ez a háttér az ember törzsfejlődése során, évezredek alatt alakult ki. A színek gyakorlatban való alkalmazását és leírását a tudományok, ezen belül is a fizika fejlődése tette lehetővé. Szintén egy hosszú fejlődés eredményeként jutottunk el a ma ismert fogalmakig. Ezt az érzelmi és tudományos fejlődésmentet tárgyalja a 4. fejezet.

A térképeken használt színek megválasztása évszázadok alatt kialakult hagyományokon alapszik. Ugyanakkor, míg kezdetben a geológiai térképeken tetszőlegesen használtak színeket, az 1881-ben, Bolognában megtartott II. Nemzetközi Geológiai Konferencián megalkották az egyes korokra jellemző egyezményes színeket (Capellini, 1882; Staub & Szontagh, 1886). Így a századfordulótól a földtani térképek egyre egységesebb képet

mutatnak. Ezt a történeti fejlődést az 5. és a 6. fejezet ismerteti, köztük a bolognai konferencia képezi a választópontot.

A Magyar Állami Földtani Intézetben napjainkig folyó földtani térképkészítésen belül fontos, korszerű elem a színek és felületi jelek alkalmazása és adatbázisban való tárolása. A felületi jelek és színek általam létrehozott rendszerét ismerteti és mutatja be néhány példaterület segítségével a 7. fejezet.

Mint ahogy ez a felsorolás is mutatja, a térképészeti problémákat különböző oldalról közelítettem meg. A fizika, látás- és színelmélet, kultúrtörténet, illetve a földtani térképek ábrázolásának ilyen alapos áttekintése azt a célt szolgálta, hogy mindezek tudatos felhasználását mutathassam be a felületi jelek általam elkészített rendszerében. Ez a jelrendszer fontos szerepet játszik abban, hogy a hagyományos technika XIX. század végére kialakult magas megjelenítési színvonala és szépsége a számítógépes térképkészítés korában is megmaradjon, továbbfejlődjön. A modern geológiai térképek ezáltal esztétikailag összemérhetőkké válhassanak a nagy elődök munkáival.

2. SZÍNELMÉLET

2.1. A szín fogalma

Színes világban élünk, a színek gazdagabbá, szebbé teszik életünket. Naponta kapcsolatba kerülünk a színekkel, dolgozunk velük, mégis ha hirtelen meg kellene fogalmazzuk mi a szín, könnyen zavarba jönnénk.

A színekkel a tudomány szemszögéből szükséges foglalkozni, mivel alkalmazásukkor nem támaszkodhatunk szubjektív megérzéseinkre, figyelembe kell venni a szem anatómiai adottságait és a színlátás bizonyos objektív törvényszerűségeit is.

A színről többféle szempontból beszélhetünk, így a szín fogalma szempontoként változik. Péter (1968) szerint a szín fizikai, anyagi és fiziológiai tulajdonság is. Fizikai értelemben a szín a fény hullámhosszával kapcsolatos tulajdonság, amelynek alapján szemünk különbséget tud tenni az egyébként azonos erősségű fénysugarak között. Anyagi tulajdonságként a szín a hasonló szerkezetű, illetve alakú dolgok, felületek minősége között teremt különbséget. Fiziológiai értelemben a szín a hordozó fénysugár által szemünkben kiváltott inger. Ez utóbbi megközelítésben a szín nem objektív, mert az érzékelő szem egyedi tulajdonságai, rendellenességei, betegségei is befolyásolják.

A fenti három megközelítésen túlmenően Péter (1968) a szín fogalmát pszichológiai értelemben is tárgyalja: eszerint a szín a szemből az agyba jutó inger által keltett érzet, tudati állapot, amelyet már az agy tulajdonságai és állapota, pl. emlékképek is módosítanak. A színérzet megjelenéséhez ezáltal színingerre sincs feltétlenül szükség: az érzet álmokképekben vagy képzeletben is megjelenhet.

Elmondhatjuk tehát, hogy a színtan nem más, mint a módszertanilag eltérő tudományok és művészetek eredményeinek, ismereteinek összefoglalása (Király, 1989). Mivel a színérzékelés szoros összefüggésben van a látással, a fent említett négy szempont, a fizikai, anyagi, fiziológiai és pszichológiai módszerek együttes vizsgálata révén kaphatunk magyarázatot a színlátás jelenségeire.

2.1.1. A fény fizikai tulajdonságai

A külvilág érzékszerveink által felfogható hatásait ingereknek nevezzük. A külvilágból számos inger éri érzékszerveinket, (fény, hangok, hő, szagok stb.), de élettani funkciójuk alapján bizonyos ingerek csak meghatározott érzékszerv számára foghatók.

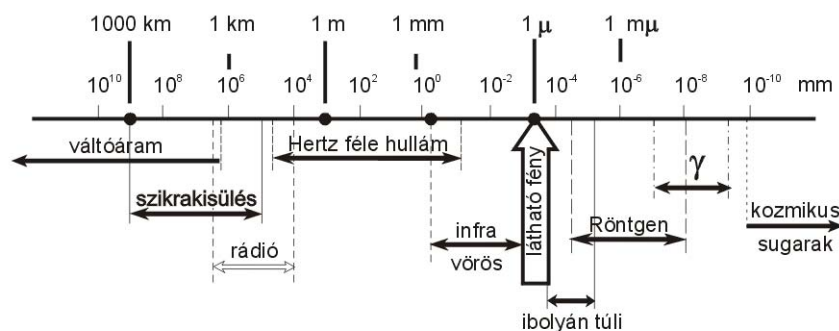
A fény elektromágneses sugárzás/energia. A látható fény az elektromágneses sugárzásoknak az a szűk tartománya, ami szemünkbe jutva fény-színíngert hoz létre, azaz

amit érzékelünk. Az elektromágneses energia, így a fény sajátossága, hogy légüres térben egyenes vonalban másodpercenként $c=300\,000$ km/s sebességgel terjed, s egyben hullámként viselkedik. A fény terjedésére a transzverzális hullámmozgás a jellemző; a rezgés a hullám terjedésének irányára merőleges. A HUYGENS–FRESNEL-elv értelmében a hullámfelület minden egyes pontja olyan új, ún. másodlagos hullámok kiindulópontjaként értelmezhető, amelyek az eredeti hullámokkal azonos sebességgel haladnak. A másodlagos hullámok pedig, ha közel azonos irányba haladnak, akkor interferálnak is egymással: új hullámmá egyesülnek, és a helytől és a hullámhossztól függően kioltják vagy erősítik egymást (Király, 1989).

Az elektromágneses sugárzást hullámhossz, illetve rezgésszám (frekvencia) alapján osztályozzuk. A különböző hullámhosszúságú elektromágneses hullámok rezgésszáma nem egyforma. A hosszúhullámok rezgésszáma kicsi, a rövidhullámok rezgésszáma nagy, a hullámhossz és a rezgésszám szorzata a terjedési sebességgel azonos:

$$c = f \cdot \lambda \quad (\text{II-1})$$

A hullámhosszak $10^{-14} - 10^8$ méter között változnak. A legrövidebb hullámhosszúak a kozmikus, gamma- és röntgensugarak ($\lambda = 10^{-14} - 10^{-7}$ méter), majd az ibolyántúli sugárzás, a látható fény, az infravörös és a hő sugarak (kb. 10^{-3} méteres hullámhosszig) és a rádióhullámok, majd a különféle váltakozó áramok hullámai (2.1. ábra). Ezen elektromágneses spektrum egy szűk sávja, a 380–760 nanométer közötti hosszúságú hullámok azok, amelyeket az emberi szem, fiziológiai sajátosságai révén érzékelné képes. Az ebbe a tartományba, az ún. látható spektrumba eső hullámok alkotják a látható fényt, ezeknek a hullámoknak van hagyományos biológiai értelemben színük.



2.1. ábra. Az elektromágneses rezgések fajtái, osztályozásuk, hullámhosszuk és rezgésszámuk alapján (Király 1989).

A Max PLANCK és Albert EINSTEIN nevéhez fűződő *körpuszkuális elmélet* szerint a fény elektromágneses sugárzás, amely azonban anyagi, vagyis részecsketulajdonságokkal is bír. A fény részecskéi, kvantumai a fotonok. A fotonokhoz tartozó energia, amely a híres

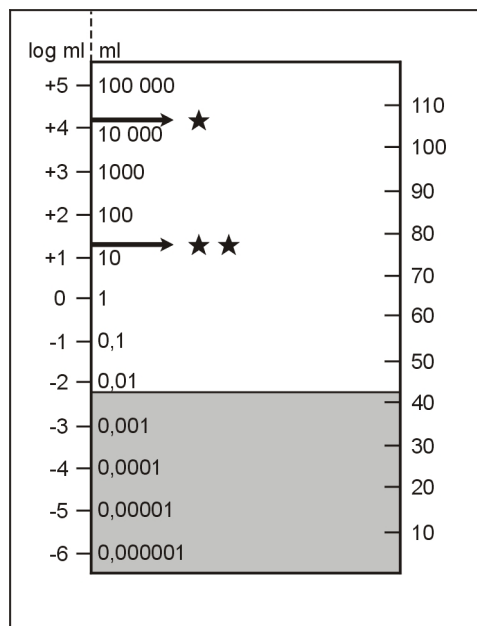
$$E = m \cdot c^2 \quad (\text{II-2})$$

egyenlet (E: energia; m: tömeg; c: fénysebesség) alapján anyagmennyiségnek is megfeleltethető, a nagyobb frekvenciájú hullámok esetén nagyobb. A fotonok energiája rendkívül kicsi, ugyanakkor kimutatható, hogy sötétben a szem fény iránti ingerérzékenysége annyira megnövekszik, hogy 2-3 foton is elegendő a látási ingerhez és lényegében itt van szemünk ingerküszöbének határa (Kepes, 1979; Király, 1989). A fény e kettős, hullám- és részecsketulajdonságait leíró elmélet alkalmas minden optikai kísérlet során tapasztalt jelenség (pl. interferencia, polarizáció, fényelhajlás) magyarázatára. Önmagában azonban sem a hullám-, sem a körpuszkuális elmélet nem alkalmas az összes fényvel kapcsolatos kísérlet értelmezésére, ezért a fény természetének e kettős, integrált felfogása szükségszerű.

2.1.2. Fénytani alapfogalmak

A látóérzékelésünk alapja a fényinger, színlátásunkat is csak a fény teszi lehetővé. A szín vizsgálata előtt a fény néhány optikai és más jellemző tulajdonságának áttekintése szükséges.

A látható fényforrást tekintve minőségileg két csoportra osztható: a fény lehet természetes vagy mesterséges.



2.2. ábra. A szem fényérzékenysége: a szürke zóna a sötét környezethez, a felső, fehér zóna a világos környezethez való alkalmazkodás határértékeit ábrázolja, millilambert (ml)

egységben. Az egy csillag jelzésig minden fényáramnál működik a szem. A két csillag jelzés a fényáramnak azt a mértékét jelöli, amelynél a fehér lapon a nyomtatott betűket a legjobban látjuk (Király, 1989).

2.1.2.1. A fény jellemző tulajdonságai

A fény minden irányban, egyenes vonalban terjed. A fény egyenes vonalú terjedésével magyarázható az árnyék kialakulása is.

A fény hatására a ruha kifakul, a papír megsárgul, a fotópapír megszürkül; a fény tehát változást okoz az anyag szerkezetében. Eközben a fény maga is megváltozik: gyengül, elnyelődik, megváltozik a színe és haladási iránya. A fény tehát hat az anyagra és az anyag is hat a fényre: a fény anyagi kölcsönhatásra képes.

A fény terjedéséhez időre van szükség. Mérések szerint a fény vákuumban terjed a legnagyobb sebességgel, a különféle anyagokban ennél kisebb, az anyagi minőségtől függő sebességgel halad. A fény terjedési sebessége vákuumban:

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s.}$$

Ezt a sebességet nevezzük fénysebességnek. Körülbelül ekkora sebességgel halad a fény különböző gázokban, így a levegőben is. A fénysebesség pontos értéke helyett gyakran a

$$c = 300\,000\,000 \text{ m/s} = 300\,000 \text{ km/s}$$

kerekített értéket használjuk.

Két anyag közül azt nevezzük optikailag sűrűbb közegnek, amelyben a fény terjedési sebessége kisebb.

Anyag	C (m/s)	ρ (kg/m ³)
Vákuum	299 792 458	0
Levegő	299 705 000	1,3
Víz	225 000 000*	1000
Benzol	200 000 000*	879
Üveg	200 000 000*	2600
Kőszó	195 000 000*	2280
Gyémánt	125 000 000*	3500

* Kerekített érték

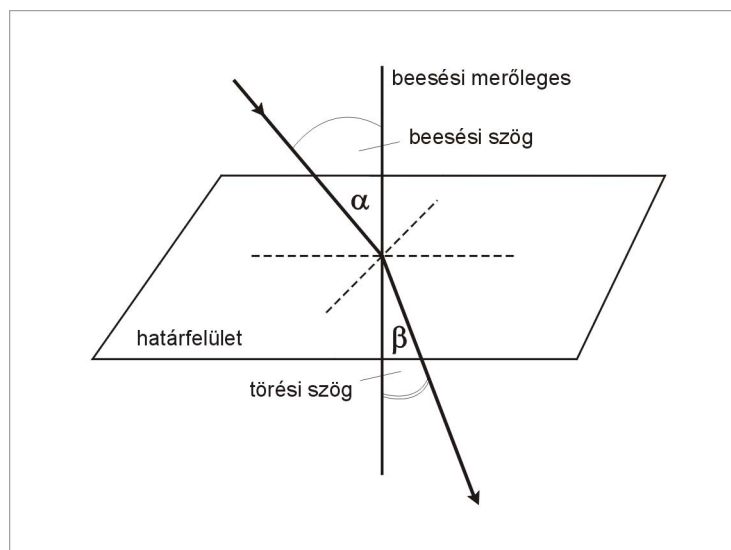
1. táblázat. A fény sebessége vákuumban és különböző anyagokban (Zátonyi és Zátonyi, 1998).

A táblázatból látható, hogy az optikai sűrűség nem függ az anyag valódi sűrűségétől, hiszen pl. a benzol és az üveg sűrűsége lényegesen eltér egymástól, optikai sűrűségük viszont gyakorlatilag megegyezik (Zátonyi és Zátonyi, 1998).

A fény további jellemző tulajdonsága, hogy a természetes fehér fény (pl. a napfény) fehér színe különféle színes sugarakra bontható. Ezek alkotják a látható színeképet, más néven az optikai spektrumot; a különböző színű sugarakhoz más-más hullámhossz tartozik (Király, 1989).

2.1.2.2. Fénytörés

Átlátszó anyag (víz, üveg) felületére fénysugarat bocsátva megfigyelhető, hogy a beeső fény részben visszaverődik, másik része azonban az anyagban folytatja útját. A belépő fénysugár haladási iránya megváltozik, ha csak a beesés szöge nem derékszög, vagy a két anyagban a terjedési sebesség nem azonos. Az új közegbe átlépő fény haladási irányának a két közeg határfelületén történő megváltozása a fénytörés. A megtört fénysugár és a beesési merőleges közti szöget törési szögnek nevezzük (2.3. ábra; Zátonyi és Zátonyi, 1998).



2.3. ábra. A fénytörés (Zátonyi és Zátonyi, 1998).

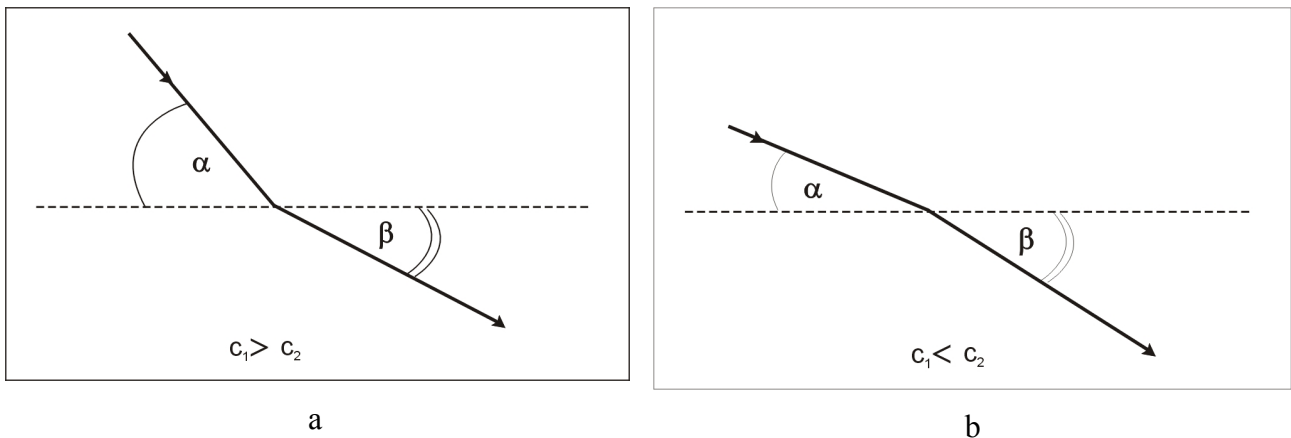
A fénytörés szabályai a következők: beeső fénysugár, a beesési merőleges, valamint a megtört fénysugár egy síkban (az ún. polarizációs síkban) van; a merőlegesen beeső fénysugár törés nélkül, egyenesen halad tovább, minden más esetben a beesési szög szinuszának és a törési szög szinuszának a hányadosa állandó. Ez utóbbi a SNELLIUS–DESCARTES-féle törvény:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{állandó}$$

Közeghatáron történő átlépéskor a SNELLIUS–DESCARTES-féle törvényben szereplő állandót a 2. közegnek az 1. közegre vonatkozó törésmutatójának nevezzük, jele: n_{21}

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad [n_{21}] = \frac{[\sin \alpha]}{[\sin \beta]} = \frac{1}{1} = 1$$

Abban az esetben, ha a fény vákuumból lép be egy adott anyagba, a fellépő törésmutatót, tehát az adott anyag vákuumra vonatkozó törésmutatóját az anyag abszolút törésmutatójának nevezzük, jele: n . Fénysebességméréssel bebizonyítható, hogy a törésmutató megegyezik a két anyagban mérhető fénysebességek hányadosával.



2.4. ábra. (a) a fény ritkább közegből sűrűbbe, (b) sűrűbből ritkább közegbe lép (Zátonyi és Zátonyi, 1998).

Fénytörés során, amennyiben a fény optikailag ritkább közegből sűrűbb közegbe lép, akkor a törésmutató 1-nél nagyobb és a törési szög kisebb, mint a beesési szög. Hasonlóan, ha a fény optikailag sűrűbb közegből ritkább közegbe lép, akkor a törésmutató 1-nél kisebb és a törési szög nagyobb, mint a beesési szög.

Néhány anyag abszolút törésmutatója:

Anyag	Törésmutató	Anyag	Törésmutató
Levegő	1,000 293	Üvegtest	1,332
Víz	1,3332	Benzol	1,5
Szaruhártya	1,336	Üveg	1,5
Szemlencse	1,42	Kőszó	1,54
Csarnokvíz	1,336	Gyémánt	2,4

2. táblázat. A fény sebessége vákuumban és különböző anyagokban (Zátonyi és Zátonyi, 1998).

Ha a fény optikailag sűrűbb közegből ritkább közegbe lép, a törési szög mindig nagyobb mint a beesési szög (2.4. ábra). Vízesetében a törési szög a 90° -os maximális értéket már 49° -os beesési szögnél eléri. A megtört fénysugár ilyenkor a két közeg határán halad tovább. Ha a beesési szöget tovább növeljük, a fény már egyáltalán nem lép ki a vízből. Ez a teljes visszaverődés jelensége. Azt a beesési szöget, ahol a törési szög derékszög, a teljes visszaverődés határszögének nevezzük.

2.1.2.3. A fény felbontása és a színek

Minden anyag vagy felület a megvilágító fény spektrális energiaeloszlását, tehát színét, átbocsátás vagy visszaverés közben jellegzetes módon megváltoztatja. Ezért látjuk az anyagokat meghatározott színűeknek. Az anyagok ugyanis fénykiválasztó tulajdonsággal rendelkeznek, ez okozza azok jellegzetes színét, de látásukhoz fény szükséges.

A fehér fény tartalmazza a különböző hosszúságú fénysugarakat, s prizmán, vagy optikai rácson áthaladva alkotórészeire bomlik, hullámhosszuk szerint elkülönülve jelennek meg a különféle színű sugarak, melyek sorozata a színek, vagy spektrum (2. 5. ábra).

Többféle spektrum létezik. Az üvegprizma mellett az izzó és folyékony testek is ún. folytonos színekpet adnak, azaz mindenféle hullámhosszú fényt tartalmaznak. A gázok által kibocsátott fény csak egyes hullámhosszakot tartalmaz, ez a vonalas vagy sávok színek. Ez csak véges sok színárnyalatot tartalmaz és az egyes színek között sötét sávok találhatóak. A színek tehát hiányos, és a hiányzó hullámhosszak az egyes gázokra jellemzők (Király, 1989). Ezzel szemben az elnyelési színek majdnem minden színárnyalatot tartalmaz és csak véges sok sötét vonalat tartalmaz (Zátonyi és Zátonyi, 1998).



2.5. ábra. A folytonos színek (Máthé, 2004).

Az anyagok törésmutatója függ a fény színétől. Ezt a jelenséget színszóródásnak hívjuk (Zátonyi és Zátonyi, 1998). Ez okozza azt, hogy a prizmán áthaladó fehér fényben összegződő különböző színek más szögben távoznak, amelyeket fehér ernyőn felfogva színes csíkot látunk, amelyben egymásba folytonosan átmenő vörös, narancs, sárga, zöld, kék és ibolya színeket különböztetünk meg.

2.1.2.4. A színek energiaeloszlása

A különböző színekhez más-más hullámhossz tartozik. Egyszínű vagy monokróm sugaraknak nevezzük azokat, melyek csak egyféle hullámhosszú sugárzást képviselnek és nem bonthatók összetevőkre. A színes fények nem monokrómok, hanem úgynevezett összetett, heterokróm sugarak, melyek színét az alkotó sugarak színe határozza meg, viszont színük az alkotósugarakétól eltérő új szín. Ilyen keverék szín pl. a színekben nem található bíbor, mely a kék és vörös fények keverékeként jelenik meg.

Szemünk a következőképp érzékeli a különféle hullámhosszú sugarakat:

400–425 mμ ibolya	580–595 mμ sárga
425–475 mμ kék	595–615 mμ narancs
475–505 mμ kékeszöld	615–630 mμ világosvörös
505–560 mμ zöld	630–760 mμ vörös

(Péter (1968) nyomán).

A különböző hullámhosszúságú sugarakból létrehozott összetett fénysugárzásra jellemző, hogy az összetevő monokróm sugarak milyen arányban vannak jelen benne. Ezt nevezzük a színek energiaeloszlásának. Ha a színek minden szakasza azonos energiát sugároz, egyenlő energiaeloszlású színekről beszélünk. Az így keletkező színingert tekintjük a fehér szín nemzetközileg elfogadott fogalmának (Király, 1989).

2.2. A színek felosztása és csoportosítása

Az anyagok színe nagymértékben függ attól, hogy a megvilágító fény milyen hullámhosszú sugarakból tevődik össze. A napfény tartalmazza a spektrum összes színét, tehát ha a tárgy az összes fényt visszaveri, akkor fehérnek, ha mindet elnyeli, akkor pedig feketének látszik.

Ha a fénynek csak egy része nyelődik el, akkor olyannak látjuk az anyagot, amilyen a visszavert sugarak keveréke, ugyanis a színes felületek nemcsak azokat a sugarakat verik vissza, amilyen színűek, hanem többféle fénysugár keverékét.

A sárga színű felület ennek megfelelően a vörös, sárga, zöld és kékeszöld sugarak bizonyos arányú keverékét veri vissza, a kéket és a lilát viszont elnyeli. A vörösnek látszó felületen a vörös, sárga és narancs színű sugarak visszaverődnek, míg a többi elnyelődik (Király, 1989).

A színeket színérzet alapján semleges és tarka színekre csoportosíthatjuk: előbbieket a fent említett fehér és fekete, valamint a szürke színek, vagyis a fehér és a fekete színek változó arányú keverékei. Tarkák a spektrum színei és azok keverékei. Ez utóbbiakat jellegük

vagy árnyalatuk, telítettségük és világosságértékük alapján tudjuk megkülönböztetni, így háromdimenziós színeknek is hívhatjuk őket (Király, 1989).

A színárnyalat egy-egy szín spektrumon való elhelyezkedését határozza meg. Az árnyalat nem azonos a színnel, mert egy meghatározott fehér- és feketetartalommal is rendelkezik. Ha a szín fehértartalmát növeljük, akkor a telítettsége rovására világosítjuk. A feketetartalom növelése, nemcsak sötétíti a színt, de árnyalatát is megváltoztatja.

A tarka színek között a legnagyobb telítettséggel a spektrum színei rendelkeznek. Az érzékelés szempontjából azonban szükség van egy pontosabb mérési lehetőségre, mivel például hiába azonos a telítettség, a bíborvörös mégis elvész egy intenzívebb cinóbervörös mellett.

Ezt az elkülönítési lehetőséget a színfelületek világossága adja meg. Ez alapján megkülönböztetünk világos, kevésbé világos és sötét tarka színeket. A tarka színek világossága és sötétsége a fehér- és feketetartalmuktól függ (Király, 1989). A tarka színek három dimenzióját az árnyalat, a telítettség és a világosság-érték képezi.

2.3. Színkeverés

A színkeverés törvényeinek felismerése Charles MAXWELL angol fizikus nevéhez fűződik. Felfedezése azonban egy hosszú tudományfejlődési folyamat összegzése, melyet a 3. fejezetben ismertetek.

A színek keverése kétféle módon történhet. Ez alapján beszélhetünk:

1. Additív vagy összeadó, illetve
2. Szubtraktív vagy kivonó színkeverésről.

2.3.1. Additív, összeadó színkeverés

Additív színkeveréskor különböző hullámhosszúságú fénysugarakat keverünk össze. Ugyancsak additív színkeverés jön létre a színes monitoroknál, képernyőknél alkalmazott raszterpontok segítségével is. Ezt a módszert a színes monitoroknál, képernyőknél alkalmazzák. Additív színkeverést eredményez a színtárcsa forgatása is, hisz forgatáskor a szem nem képes különválasztani a tárcsa színeit, hanem azok keverékét látja.

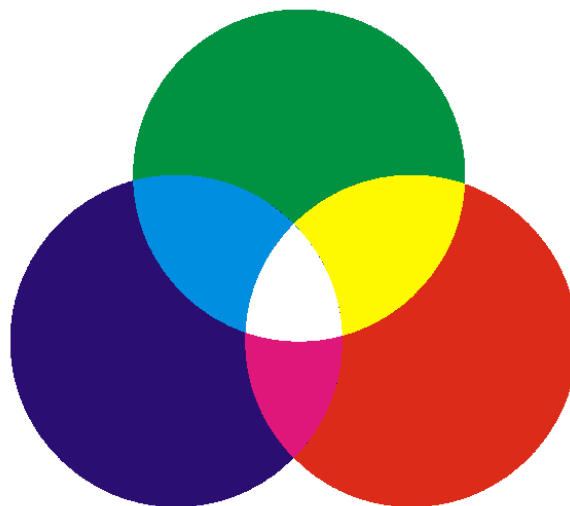
Ha a folyamatos színek sugarait egy tükrösorozatra vetítjük, ahonnan a visszaverődő sugarakat egy fehér vásznon fogjuk fel és a tükröket úgy helyezzük el, hogy a sugárnyalábok egy pontban egyesüljenek, azt tapasztaljuk, hogy a spektrumszínek keveréke fehér fényt eredményez. Ugyancsak fehér fény keletkezik, ha a spektrumszínek közül hármát, a vöröset, a

zöldet és a kéket keverjük össze: ezeket az additív színkeverés alapszíneinek nevezzük, a mellékszínnek pedig a kékeszöld, bíbor és a sárga (2.6. ábra).

Alapszínnek olyan színek alkalmasak, melyek közül bármely tetszőleges kettő összekeverésével a harmadik nem keverhető ki. Két alapszín keverékeként létrejövő szín mindig világosabb lesz, mint a kiindulási színek. A zöld és a kék keverékéből zöldeeskék, a zöld és a vörös összekeverésével sárga, a kék és a vörös keverékéből pedig bíbor színt kapunk.

A spektrum színei közt végtelen sok olyan színpár található, melyek keveréke szintén fehér színt eredményez: ezeket kiegészítő, vagy komplementer színeknek nevezzük.

Az additív színkeveréssel előállított bármely szín, csak az öt alkotó összetevőktől függ, nem pedig ezek fizikai összetételétől, ez a GRASSMANN-törvény (Király, 1989).



2.6. ábra. Az összeadó, additív színkeverés.

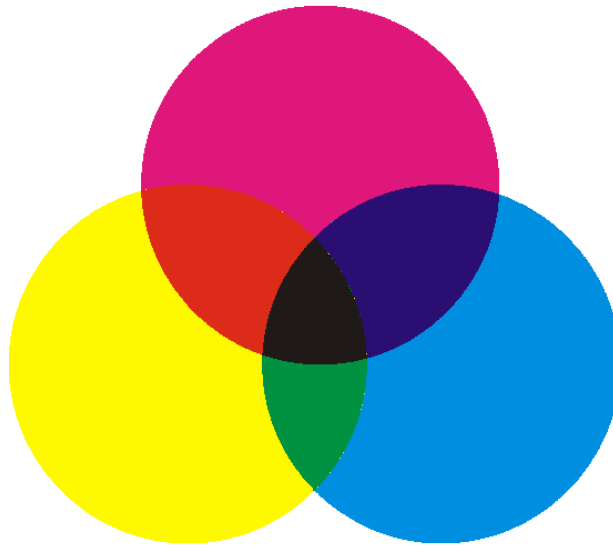
2.3.2. Szubtraktív vagy kivonó színkeverés

Szubtraktív színkeverés történhet színes szűrőkkel, festékanyagok, színes folyadékok vagy átlátszó színes anyagok – mint üveg, különböző fóliák – segítségével. Ezek az anyagok a fehér fény egy részét visszaverik, átteresztik vagy elnyelik.

Festékek esetén csak a saját színének megfelelő sugarak verődnek vissza. Áttetsző anyagok a saját színüknek megfelelő sugarakat eresztik át, a többit elnyelik.

Ennél a keverési módnál is három színt veszünk alapszínnek, melyekre igaz, hogy egymás színeit elnyelik, azaz keverékük feketét eredményez. Két alapszín keverékéből létrejövő harmadik szín a két összetevőnél sötétebb lesz. Ennél a keverési módnál az alapszínek a következők: sárga, bíbor és a cián. A mellékszínnek pedig: a vörös, kék és a zöld

(2.7. ábra). A szubtraktív színeképzés alapszínei az additívnak a mellékszínei, és viszont. Szubtraktív színkeverési módot alkalmaz a fényképészet és a nyomdatechnika.



2.7. ábra. *A kivonó szubtraktív színkeverés.*

Sok esetben sem tisztán additív, sem tisztán szubtraktív színkeveréssel nem állunk szemben, hanem a kettő közti átmenettel (Péter, 1968). Színes nyomtatáskor például az egymásra nyomtatott festékpontok nem kerülnek teljes fedésbe, nem takarják el teljesen az alattuk levő színt, így többé-kevésbé áttetszők. Ilyen esetben egyszerre valósul meg mindkét színkeverési eljárás.

2.3.3. RGB, CMYK, CMY, HSI színtér

A különféle színterek létrehozására felhasznált három alapszín elvileg nincs rögzítve (Bunks, 2000). A legalkalmasabb alapszín-együttest az szabja meg, hogy fizikailag milyen típusú eszközzel hozzuk létre a színeket. A monitorok a vörös (Red), zöld (Green) és kék (Blue) alapszínek különböző keverékeit állítják elő, ezzel az ún. RGB-színteret létrehozva. A nyomtatók a cián (Cyan), a bíbor (Magenta) és a sárga (Yellow) festékkel, az ún. CMY-színtérben dolgoznak (Bunks, 2000). A nyomtatók és a nyomdák is a teljesebb hatás elérésére alkalmaznak még egy negyedik — fekete (black) — színt is, mert bár elvileg az azonos mennyiségű CMY-színek keverése kiadja a feketét, a valóságban azonban a tinták nem tökéletesek.

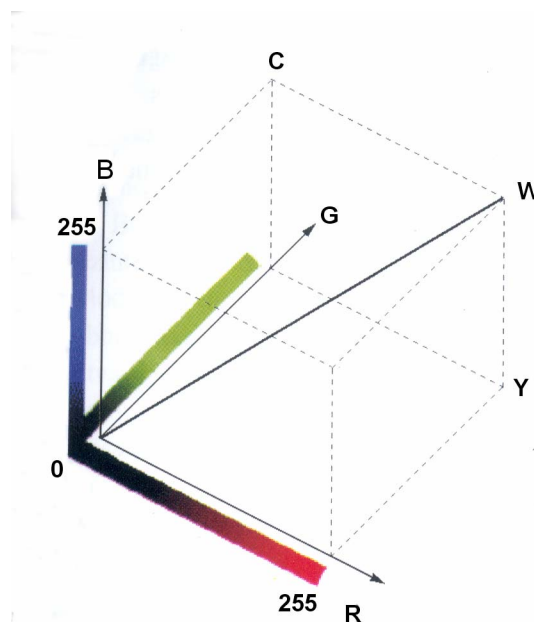
A két színrendszer között az átváltás nem tökéletes. Az RGB színrendszer valamivel több, mint 16,7 millió (256^3) színváltozatot képes előállítani, a négy színből felépülő CMYK viszont ennél egy kicsivel kevesebbet. Ezen kívül a két színrendszer eltérő színkeverési

technikával dolgozik. Az RGB – additív azaz összeadó, a CMYK – szubtraktív azaz kivonó színkeverés.

2.3.3.1. Az RGB színrendszer

Az RGB színtér a vörös, zöld és kék színeket használja. Ha egy 3 dimenziós koordinátarendszert veszünk, az ebben a színtérben kikevert színek egy-egy számhármassal, azaz egy-egy vektorral jellemezhetőek. A koordinátarendszer tengelyeit a három alapszín képviseli. A legtöbb számítógépes képfeldolgozó program 8, illetve 24 bittel dolgozik. Ha a 8 bites rendszert alkalmazzuk ($2^8=256$), színenként 2^8 színárnyalatot kapunk. Tehát 2^8 vörös, 2^8 zöld és 2^8 kék árnyalattal dolgozhatunk, így minden szín értéke 0–255 között változhat. A koordinátatengelyek metszéspontjában helyezkedik el az abszolút fekete (0,0,0), azaz B (Black), a színekocka átellenes sarkában pedig az abszolút fehér (255,255,255), azaz W (White) (2.8. ábra). Egy tetszőleges szín pedig a következő módon definiálható:

$$\text{Szín} = a \cdot R + b \cdot G + c \cdot B$$



2.8. ábra. Az RGB színtér (Bunks, 2000), ahol az R=vörös (red), G=zöld (green), B=kék (blue), C=cián (cyan), M=magenta (bíbor), Y=sárga (yellow) és W=fehér (white).

az a, b, c együtthatók az egyes alapszínek részarányát adják meg az adott színben (Elek, 2004). A színekocka többi sarkát a kiegészítő színek – cián, bíbor, sárga – foglalják el. Ebből is látható, hogy 255 vörös és 255 zöld összekeverésével sárgát, 255 vörös és 255 kék keveréséből bíbort, 255 zöld és 255 kék összekeveréséből pedig ciánt kapunk. Az abszolút fekete és abszolút fehér pontok összekötésével kapott vonalon a három alapszín azonos mértékben van jelen, itt találhatjuk a különböző fényességű szürke árnyalatokat. Gyakran ezt

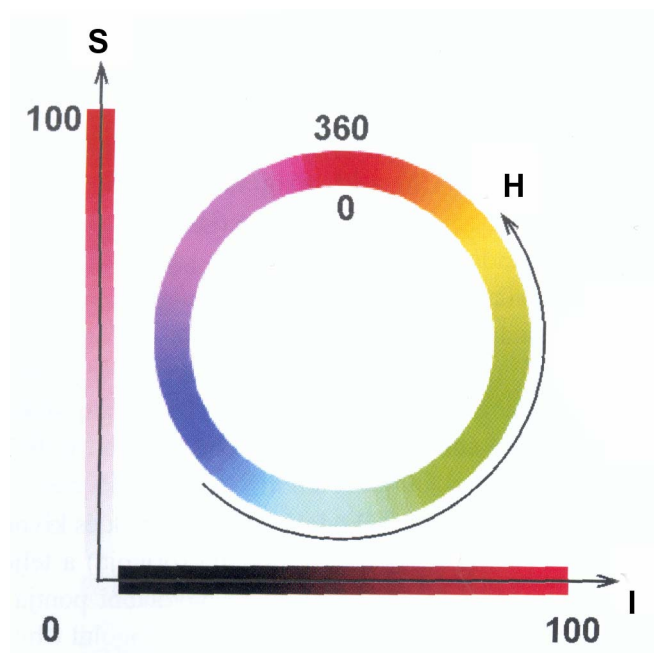
a tengelyt semleges tengelynek is nevezik, mivel az összetevők azonos mértékben fordulnak elő az egyes szürke színfokokban.(Bunks, 2000).

2.3.3.2. A HSI színrendszer

Ha egy színre gondolunk, az árnyalata, erőssége és élénksége az, ami megjelenik előttünk. Ezek közül is elsőként az árnyalat az, ami meghatározó. A színárnyalat (angol neve alapján *Hue*, rövidítése: H) voltaképpen a színnek a színekben való elhelyezkedését mutatja meg. A színek elnevezései is valójában erre utalnak.

A szín következő jellemzője a telítettség (*Saturation*, S). Ez azt adja meg, hogy mennyire tiszta egy szín, azaz mennyi fehér értéket tartalmaz. A telítettség értékét 0–100% között szokás megadni. A tiszta vörös nem tartalmaz fehéret, azaz telítettsége 100%. Amint fehéret keverünk a színhez, vesz telítettségéből, az árnyalat azonban marad a fehér és a vörös közötti skálán.

Ebben a színrendszerben a színek harmadik jellemző értéke a fényerősség (*Intensity*, I). A fényerősség értéke is 0–100% között mozog. Attól függően, hogy mennyi fény világítja meg a színt, beszélünk fényes, vagy tompa/sötét színről. (2.9. ábra)

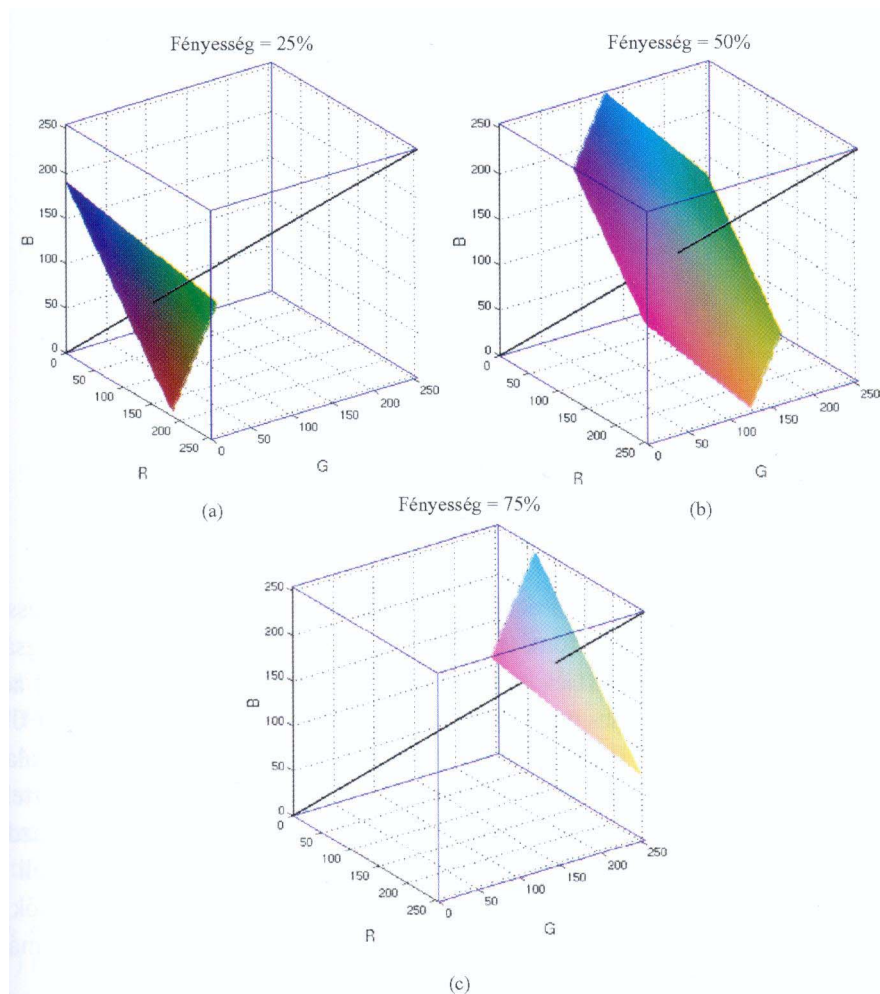


2.9. ábra. A HSI színtér (Bunks, 2000).

2.3.3.3. A HSI és RGB színrendszer összefüggése

A HSI rendszer egyik jellemző értéke a fényerősség. Az RGB rendszer színekockáján az egyenlő fényerejű színeknél az alkotó színek összege állandó, azaz $R+G+B=\text{állandó}$.

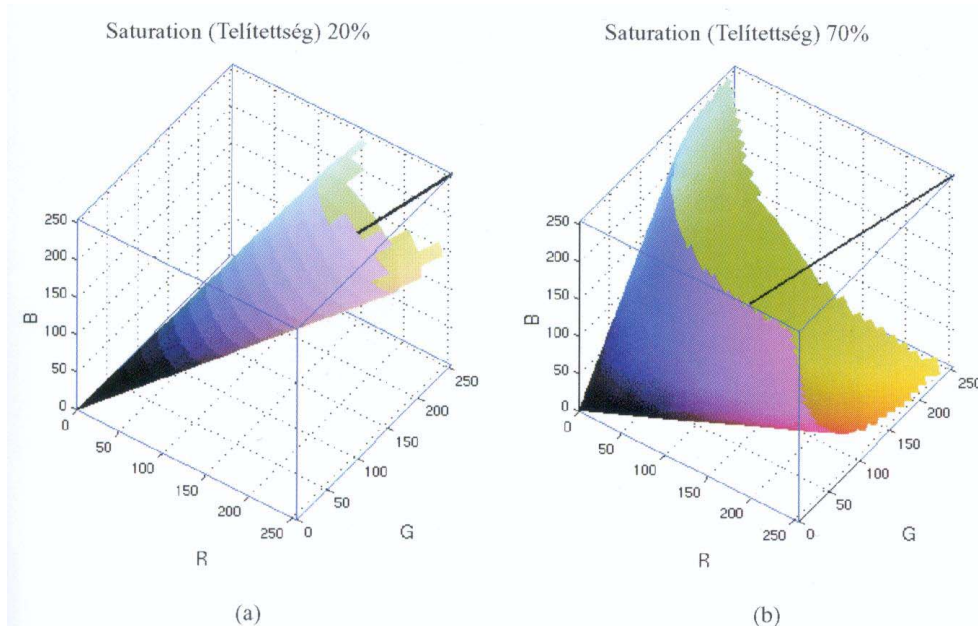
Bármely fényerejű szintnél ezek a színek a semleges tengelyre merőleges síkot alkotnak (Bunks, 2000; 2.10. ábra).



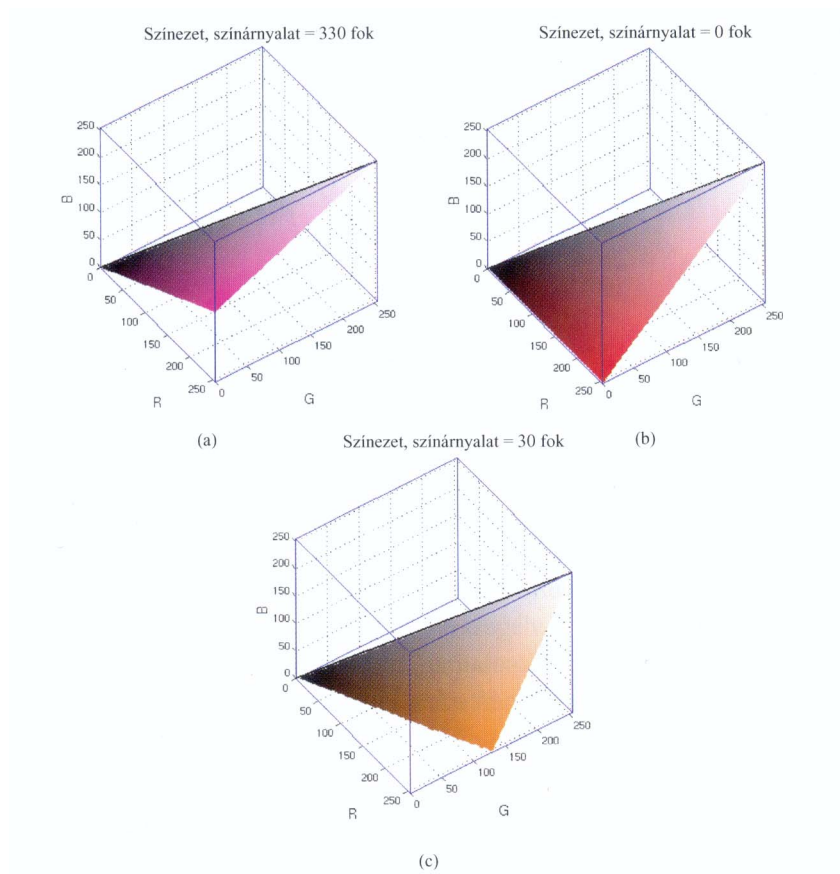
**2.10. ábra. Az állandó fényesség síkjai az RGB színtérben
a) fényesség=25%, b) fényesség=50%, c) fényesség=75% (Bunks, 2000).**

A HSI másik jellemző értéke a telítettség. Ez az érték a fényerősséghez kapcsolódik, mégpedig úgy, hogy értéke egy adott tartomány fényességéhez viszonyított színgazdagsága. Az RGB színekocka tetszőleges pontjának színgazdagsága arányos a semleges tengelytől mért merőleges távolságával. A tengelytől távolabb találjuk a színgazdagabb pontokat. Tehát az RGB színekocka bármely pontjának telítettsége megegyezik a színgazdagságának és a fényességének a hányadosával. Ebből következik, hogy az állandó telítettségű felületek kúpot alkotnak, melynek forgástengelye a semleges tengely (Bunks, 2000). A 20% telítettségnek megfelelő kúp színei halványabbak, mint a 70% telítettségnek megfelelők, mivel közelebb vannak a semleges tengelyhez. Ezeket hívjuk pasztell színeknek (2.11. ábra).

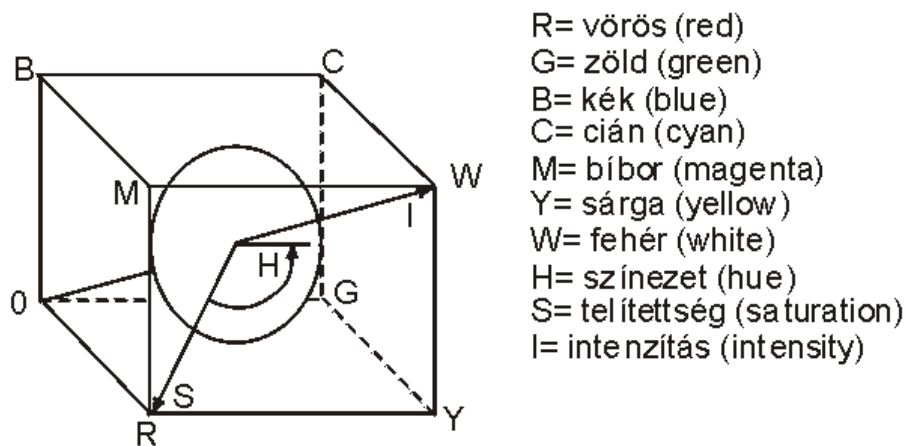
A harmadik jellemző a színezet, ami valójában a mindennapokban színeként emlegetett fogalomnak felel meg. Az RGB színekockában egy pont színezetén a semleges tengely körüli szöghelyzetét értjük. Ez alapján az RGB színekocka sarkaiban elhelyezkedő alap és kiegészítő színek (a semleges tengely körüli szög mentén haladva) egyenlő távolságra vannak egymástól. A kocka felszínének tetszőleges pontja és a semleges tengely által meghatározott háromszög mindig állandó színezetnek megfelelő sík. Mivel a színezet a szöghöz tartozik, ezért értéke 0–360 fokig terjedhet. A kiindulási pont a vörös sarok, így ennek értéke 0 és 360-as színezet egyszerre. Annak ellenére, hogy az így kapott különböző síkokon a színezet azonos, a fényesség és a telítettség a szóba jöhető tartományában változik. (Bunks, 2000; 2.12; 2.13. ábra).



**2.11. ábra. Az állandó telítettségű kúpfelületek az RGB színtérben
a) telítettség=20%, b) fényesség=70% (Bunks, 2000).**



2.12. ábra. Az állandó színezetű háromszögek az RGB színtérben (Bunks, 2000).



2.13. ábra. A HSI koordináták az RGB színtérben (Bunks, 2000).

2.3.3.4. A CMY és CMYK színrendszerek

Ahogy a szubtraktív színkeverésnél már említettem, a színek csak a fény azon összetevőit verik vissza, amilyen színűnek látszanak. Azaz a cián a ciánon kívül a fény minden összetevőjét elnyeli, a bíbor csupán a bíbort, a sárga a sárgát veri vissza, a vörös, zöld

és a kék pedig elnyelődik. Ez a három szín tehát kivonó színteret hoz létre az RGB színrendszer ellentétéként. Ezt a színteret a színek angol nevei (*cyan, magenta, yellow*) alapján CMY-szintérnek nevezzük.

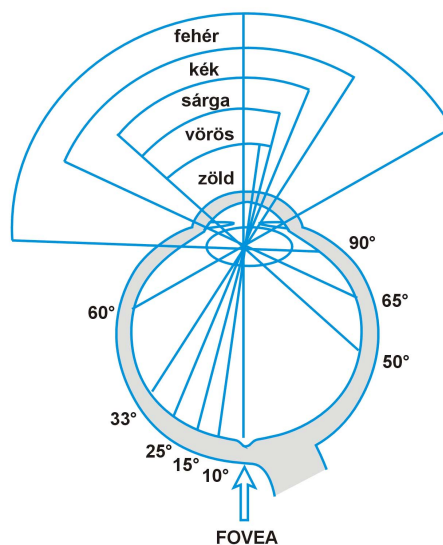
Ezt a színrendszert a nyomtatás és a nyomdatechnika alkalmazza. Elméletben egyforma nagy mennyiségű cián, bíbor és sárga összekeveréséből feketét, egyformán kevés mennyiségek keveréséből pedig fehér színt kapunk. A gyakorlatban azonban, mivel a festékek nem tökéletesek, a keverékből inkább földszín jön létre. Így a nyomtatók a megfelelő színmélység elérését valamennyi cián, bíbor és sárga kivonásával és fekete hozzáadásával biztosítják. A direkt fekete szín hozzáadásával jön létre a CMYK (K=*black*) színrendszer.

3. A SZÍNÉRZÉKELÉS FIZIOLÓGIÁJA, A LÁTÁS

3.1. Az emberi szem fényérzékelése

3.1.1. Az emberi szem felépítése

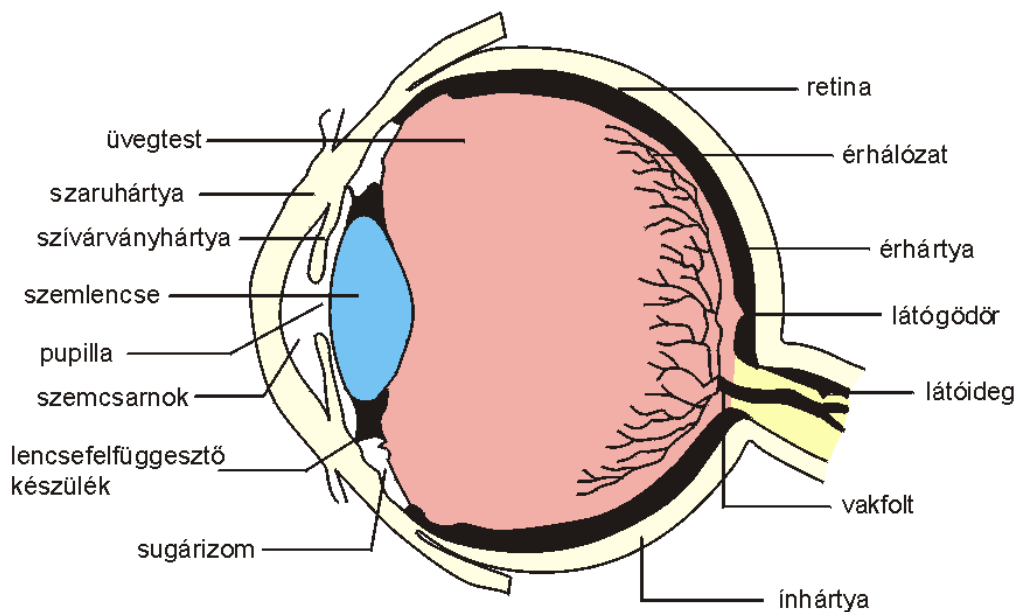
A színérzékelést a szemben keresztül az agyba jutó látható fény tartományába eső fény váltja ki. Becslések szerint a szemben keresztül érzékeljük a minket érő ingerek 80–85%-át (Tóth, 2001). A szem látóterében nem egyforma élességgel érzékeli az egyes színeket. Az egyes színek érzékelését a 3.1. ábra mutatja be.



3.1. ábra. A színek érzékelésének kiterjedése a szem látómezejében (Király, 1989).

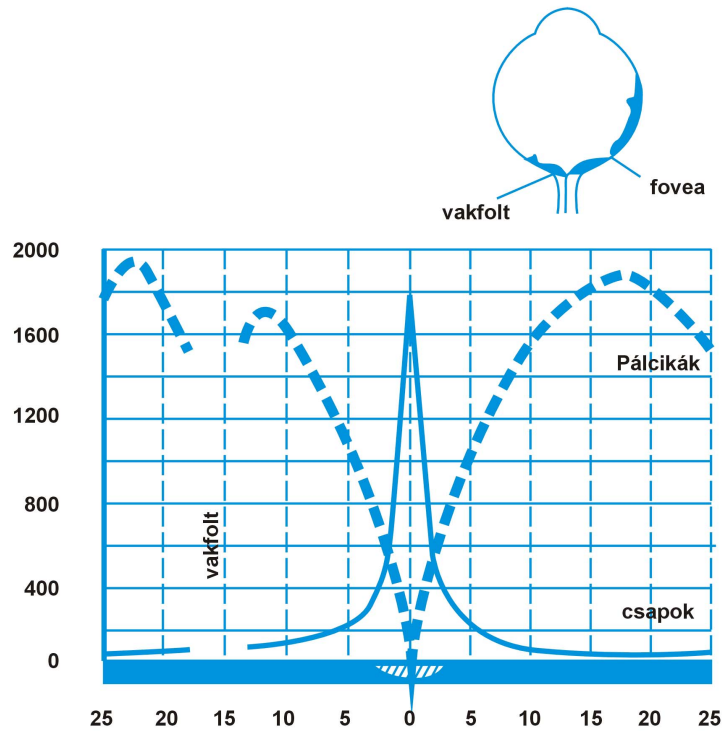
A szembe érkező fény a szivárványhártyán (*iris*), a szemlencsén keresztülhaladva érkezik az ideg- vagy recehártyára (*retina*), ahol a látóideg végződése és az ezekkel kapcsolatban álló, a fényérzékelésben szerepet játszó csapok (*coni*) – számuk kb. 7 millió – és pálcikák (*bacilli*) – számuk kb. 130 millió – találhatók. Magát a látóideget kb. egymillió idegrost alkotja. Az ideghártyán a fényérzékelő sejtek sűrűsége átlag $1,2 \cdot 10^5 \text{ mm}^{-2}$ (Nemcsics, 2004).

A retinában a pupillával szemközti, kb. 1,5 mm átmérőjű rész, a sárga folt (*macula lutea*) a legérzékenyebb a fényre. Ennek a közepén található a kb. 0,3 mm átmérőjű látógödör (*fovea centralis*). A csapok itt helyezkednek el a legsűrűbben, pálcikák viszont ezen a területen nem találhatók. Ezen kívül a látóideg kilépési területén nincsenek se csapok, se pálcikák. Ez a hely a vakfolt (*macula coeca*), mely a fényre érzéketlen terület (3.2. ábra).

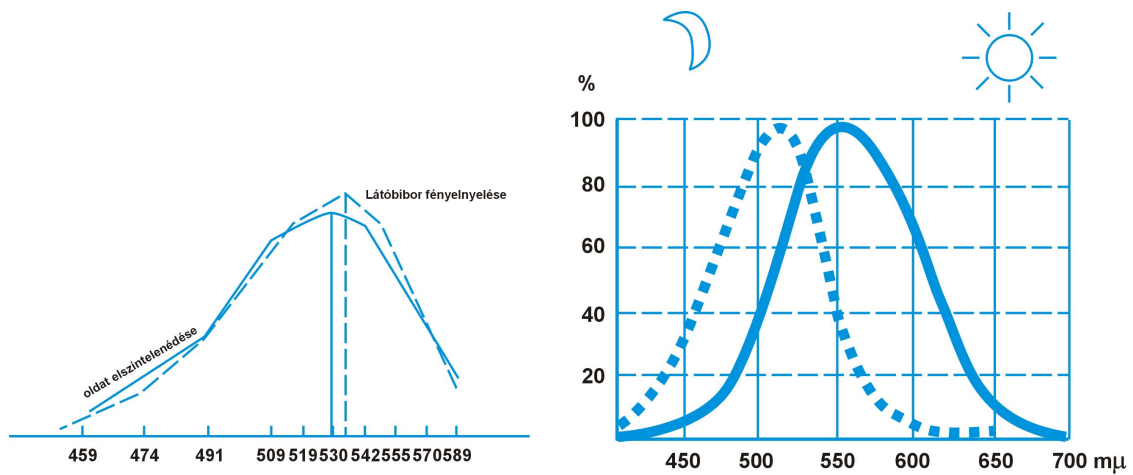


3.2. ábra. A szem felépítése (Tóth, 2001).

A beérkező fényjeleket a retinát alkotó sejtek alakítják át idegi jelekké és továbbítják az agy felé. A pálcikák jellemzője, hogy gyenge fényben működnek. A nappali fény túlterhelést jelen számukra, így a nappali fényérzékelés a csapok feladata. A pálcikák henger alakúak, míg a csapok jóval kisebb méretűek és kúpszerűen elkeskenyednek. Mindkét sejtípus külső szegmense/része nagy kiterjedésű fényérzékeny membránrendszer. Ez a felület látópigment-molekulákkal van tele, melyek a fény elnyelését végzik (3.3. ábra). A pálcikák látópigmentje a vöröses színű rodopszin. A csapsejteknek háromféle típusa van, melyek a látható fény rövid, közepes, illetve hosszabb hullámhosszúságú tartományára érzékeny pigmentanyagot tartalmaznak. A háromféle pigment fényelnyelési sávja különböző, ez képezi a színlátás alapját (Tóth, 2001). Ez a három színtartomány a vörös, zöld és kék. Amikor csak a pálcikasejtek segítségével látunk (pl. éjszaka) minden tárgy színtelennek tűnik. A pálcikák tehát a fekete-fehér kép előállításáért felelősek (3.4. ábra).



3.3. ábra. A pálcikák és a csapok száma az ideghártya látógödrében (0) és a körzeti részében (Király, 1989).



3.4. ábra. A szürkületi és a nappali látáshoz alkalmazkodott szem fényérzékenysége a színek sugarai szerint (vízszintes tengely) (Király, 1989).

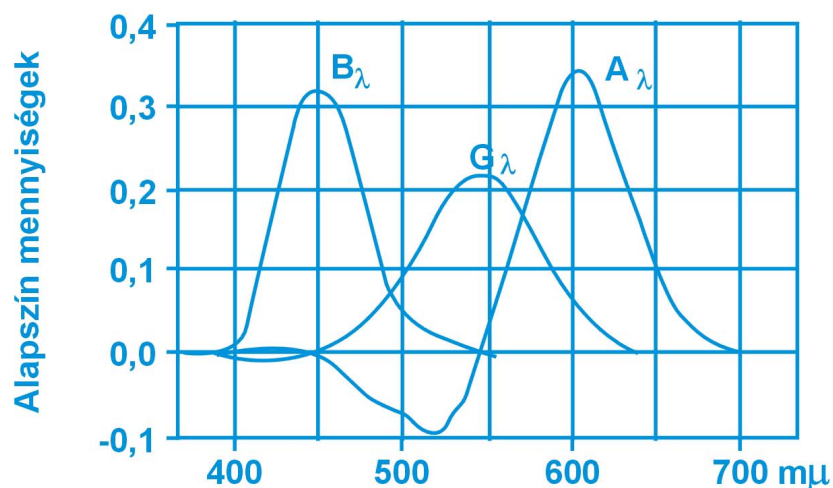
3.2. Az emberi szem színérzékelése

3.2.1. Színmérés, színmetrika

A különféle színes anyagokkal foglalkozva – a szembe jutó fény fizikai összetételével nem is foglalkozva – ezen anyagok bennünk keltett színérzete a fontos. A színérzet jellemzése azonban önmagában egy összetett problémakör, ezért általában a színnek, mint ingernek a jellemzésével a színmetrika tudománya foglalkozik. „A színmérés (színmetrika) az a tudomány, amely a színeket mint fiziológiai ingereket vizsgálja, méri és számszerűen jellemzi, függetlenül azok fizikai tulajdonságaitól” (Péter, 1968).

A színmetrikában fontos tudni, hogy a különböző spektrális összetételű fények a szemben azonos színérzetet kelthetnek, azaz azonos színingert kelthetnek. „Ezt GRASSMAN első törvénye úgy fogalmazza meg, hogy egy keverékfény színét az összetevők színe szabja meg, azok fizikai összetételétől függetlenül” (Péter, 1968).

A színmetrika különböző színrendszerekkel dolgozik, így az eltérő rendszereknek megfelelően különböző elvek alapján írja le a színeket. Azonban valamennyi rendszernek közös elvi alapja, hogy „az ingerhatások mennyiségeit olyan három szín ingerhatásaival állapítjuk meg, amelyeket a mért színben sohasem ismerünk fel. Sőt az ingerméréshez és a kiszámításhoz alkalmazott színek a valóságban nem léteznek, azaz nem valódi, hanem képzetes virtuális színek” (Király, 1989; 3.5. ábra).

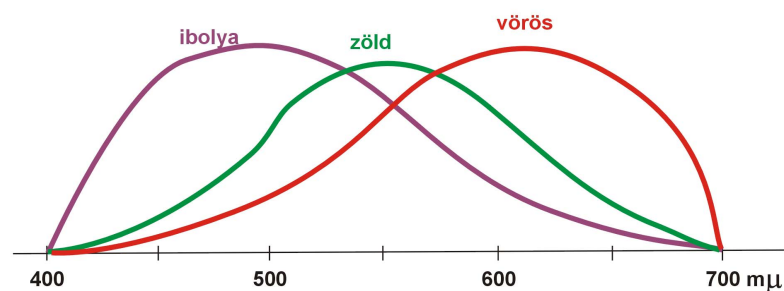


3.5. ábra. Reális színek alapinger görbéi (Király, 1989).

3.2.3. Színlátás, színháromszög, nemzetközi színsvabvány

Színes látáskor – mint a 3.2.1. részben, a szem felépítésénél már tárgyaltuk – a pálcikák helyett a csapok lépnek működésbe. Ezek felelősek a színek érzékeléséért, a beérkező különböző hullámhosszúságú fénysugarak eltérő mértékben ingerlik felületüket.

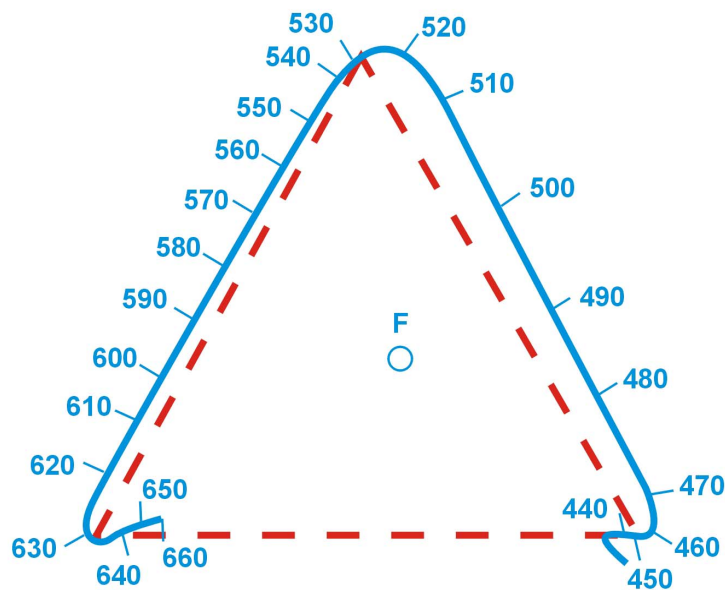
A színlátás mechanizmusát YOUNG (1807) próbálta először megmagyarázni, elméletét HELMHOLZ fejlesztette tovább (1852). A számos színlátás-elmélet közül az ún. YOUNG–HELMHOLZ-elmélet a legelfogadottabb. Ennek az az alapja, hogy az ideghártya háromféle egymástól független és különböző csapsejttel rendelkezik. A szembe érkező fénysugarak eltérő módon ingerlik a csapokat. A bennük levő különböző festékanyagoktól függően a látható fény eltérő hullámhosszúságú sugaraira érzékeny. Ha az első receptort éri inger, akkor a hosszuhullámú, azaz vörös, ha a másodikat, a közepes hullámhosszú zöld, ha a harmadikat, a rövidhullámú, azaz kék fényre érzékeny, s ennek megfelelő színérzet keletkezik (3.6. ábra). A színkeverés szabályainak megfelelően, ha az első és második receptort egyenlő arányban éri inger sárgának, ha mindháromat egyszerre ingereljük, fehérnek látjuk a fényt. Az elmélet a Newton által elvégzett kísérleten alapul (lásd még 4.5.6. és 4.5.8. pontok).



3.6. ábra. YOUNG–HELMHOLZ-féle háromtényezős színérzékelést ábrázoló görbék (Király, 1989).

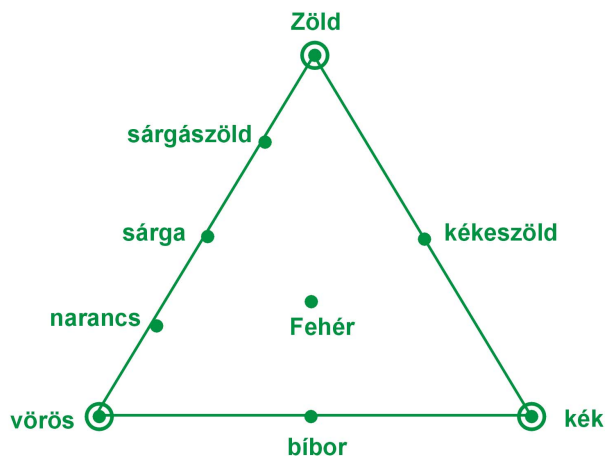
Ez az elmélet lényegében megfelel az összeadó színkeverés törvényeinek. GRASSMANN második törvényének megfelelően az összes azonosnak látszó színeknek, amelyeknek színeképi összetétele különböző lehet, három olyan (monokromatikus vagy összetett) szín felel meg, amelyek összeadó keverékét ugyanolyan színűnek látjuk.

Ennek a hármasszínű ingerek a mennyiségeit bármely azonosnak látszó szín megjelölésére felhasználhatjuk. Ugyanis, ha a három szín, mint pl. alapinger-szín helyét hullámhosszuk alapján, a színeképből megállapítottuk, akkor az ingerek mennyiségi mérőszámával az összes színek mindenkor, egyértelműen meghatározhatjuk (Király, 1989). MAXWELL volt az, aki először hozott létre olyan rendszert, ahol az egyes színek hullámhosszait számokkal jelölte és színháromszögön ábrázolta (3.7. ábra).



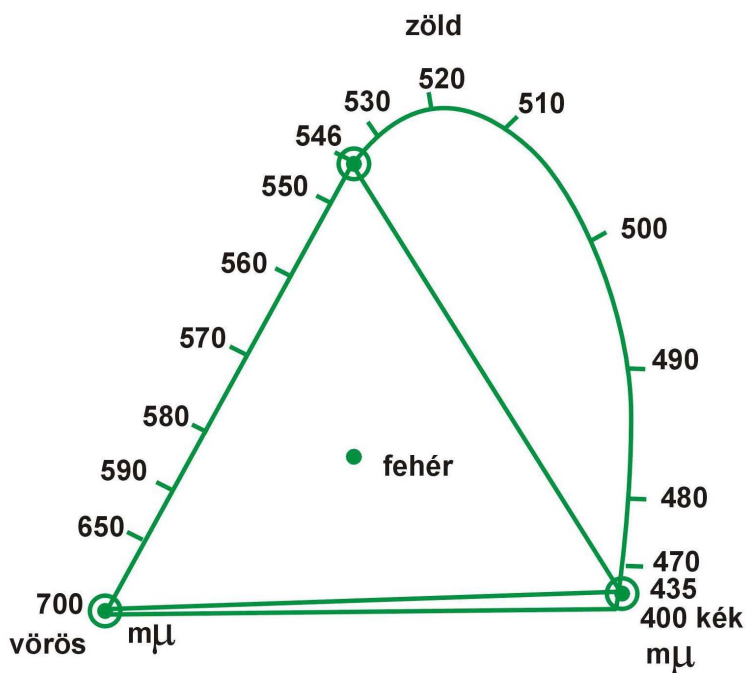
3.7. ábra. MAXWELL színkeverési háromszöge (Király, 1989). A színeket az elektromágneses sugárzás nanométerben mért hullámhossza szerint jelöljük.

Ha a három alapszín – vörös, kék, zöld – egyenlő oldalú háromszögen ábrázoljuk, és az alapszíneket a csúcsokban helyezzük el, a háromszög oldalain találjuk meg az alapszínek keverék, vagy kiegészítőszíneit, azaz a narancs, sárga és sárgászöld, valamint lila színeket, és a színekben nem található bíbort. A keverési arányt a keresett szín két csúcstól mért távolságainak aránya adja meg. A színháromszögről leolvasható, hogy a sárga szín a vörös és a zöld alapszínek 1:1 arányú keveréséből állítható elő. A narancssárga pedig 75% vörös és 25% zöld keveréséből áll elő. Tehát a színháromszög minden pontja egy-egy arányszámnak felel meg, melyek kikeverhetők a háromszög csúcsaiban található alapszínekből. A fehér szín a háromszög középpontjában található (3.8. ábra). Az is leolvasható, hogy minél közelebb található egy szín a háromszög csúcsaihoz, oldalaihoz, annál telítettebb, minél inkább a középpont felé helyezkedik el, annál telítetlenebb, egyre több fehéret tartalmaz.



3.8. ábra. A színháromszög színeinek megnevezése (Péter, 1968) a MAXWELL-féle színkeverés alapján (vö. 3.7. ábra).

Akkor kapunk tiszta, telített színeket három alapszínből, ha maguk a választott alapszínek is telítettek. A természetben a legtisztábbak a spektrum színei. Így a kék a 435 nm, a zöld az 546,1 nm és a vörös a 700 nm hullámhosszú fény. Ha színdiagramon kívánjuk ábrázolni a spektrumszíneknek megfelelő színpontokat, akkor az a háromszögön kívül futó, a háromszög csúcsait érintő görbe vonalat eredményez (3.9. ábra).

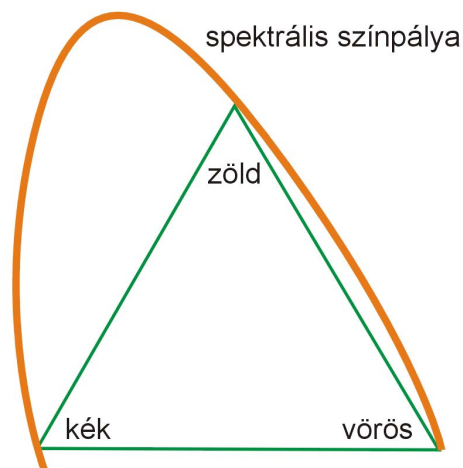


3.9. ábra. Színháromszög a spektrumszínek görbéjével (Péter, 1968).

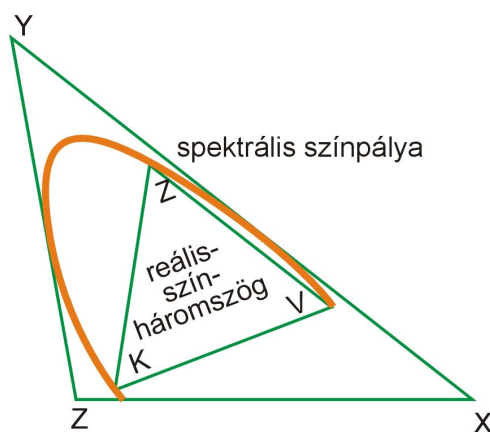
A színháromszög színei nem minden szín esetében rendelkeznek a spektrum színeivel megegyező telítettséggel, ilyen kivétel pl. a zöldeskék. Király (1989) szerint (3.10. ábra):

„Ha a színek kalibrálás (az alapíngerek keverésével folytonos színek előállítása) keverési eredményeinek, az alapérték görbék szerinti mennyiségeit a színháromszög síkjában kijelöljük és ezeket a pontokat összekötjük, megkapjuk a spektrális színgörbét, amit spektrális színpálynak neveznek.”

A fentiek szerint az egyik alapszín negatív értékkel rendelkezik és a színpálya a háromszögön kívüli értékeket tartalmaz. Annak érdekében, hogy ne kelljen negatív számokkal dolgozni, olyan rendszert igyekeztek létrehozni, ahol a színpálya a háromszög belsejében található (3.11. ábra).

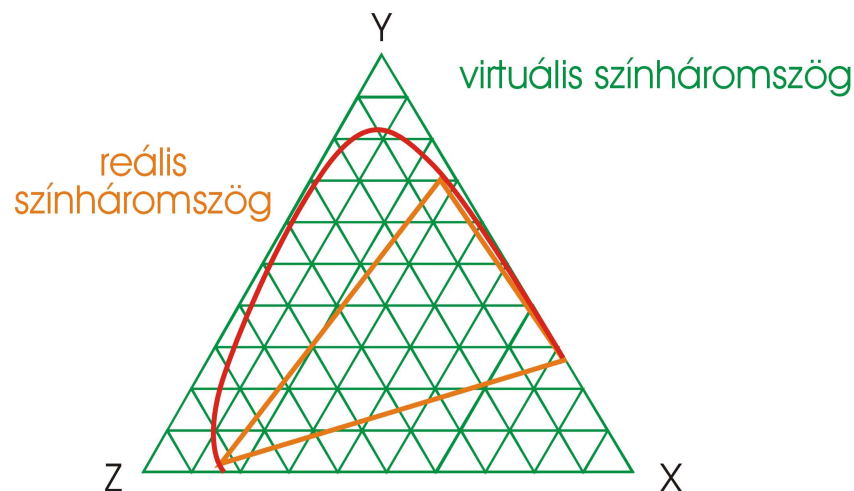


3.10. ábra. Háromszög koordináták a spektrális színpályaival (Király, 1989).



3.11. ábra. A spektrális színpálya az X, Y, Z háromszögbe helyezve, ahol V, Z és K a reális színek háromszögének csúcsai (Király, 1989).

A XX. század elején ismeretes színmérési eljárásoknál az alapszínek eltérőek voltak és az ipar különböző területein is felmerült az igény a színek azonosíthatóságára. Ezért szükségessé vált egy egységes, nemzetközileg elismert színmérőrendszer létrehozása. A Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (IBK, *International Beleuchtungs-Kommission*, Németország; másnéven CIE, *Commission Internationale de l' Eclairage*) 1931-ben hozott létre egy új Nemzetközi Színmérő Rendszert (Soltra, 1982; Király, 1989; Zentai, 2000; 3.12. ábra).

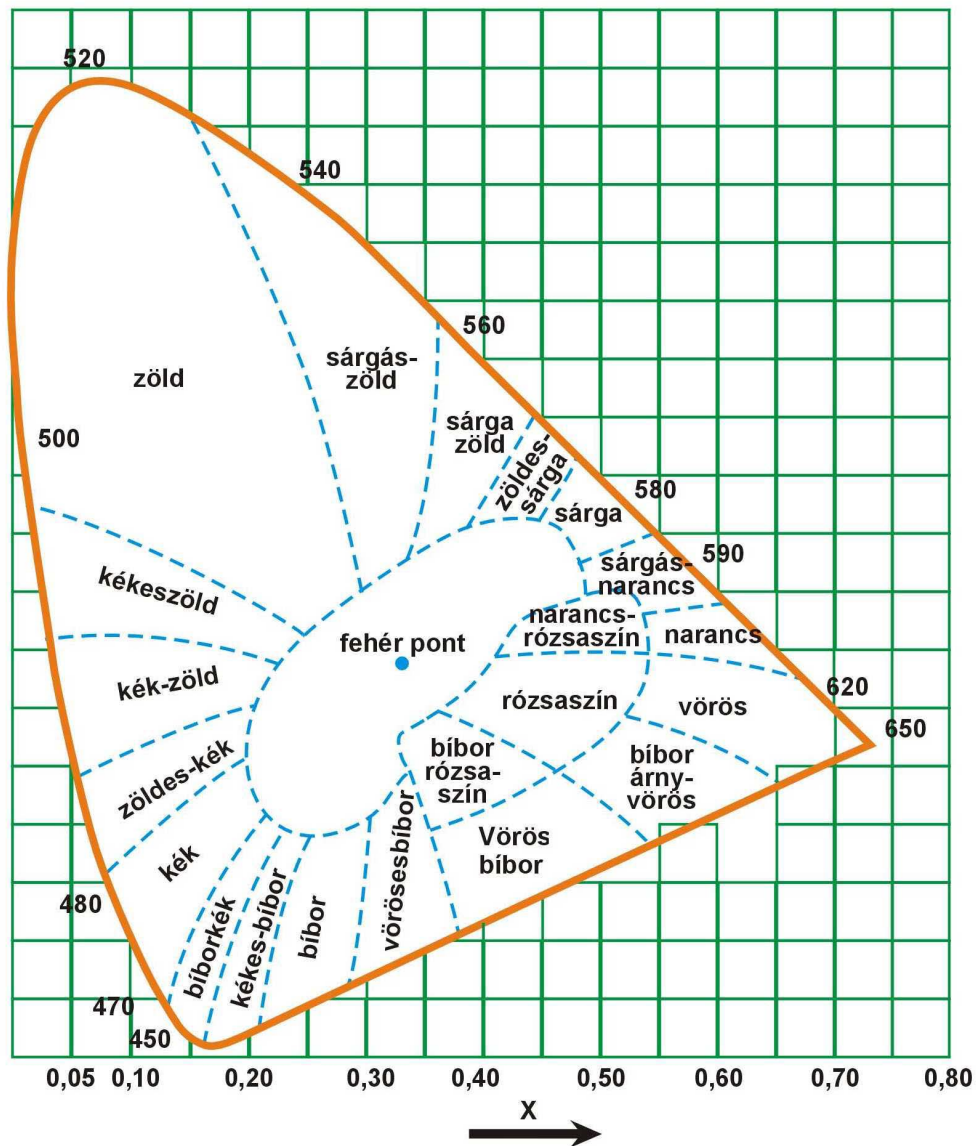


3.12. ábra. Az IBK (*International Beleuchtungs-Kommission*, Németország) alapingerértékek alapján létrehozott új háromszögű koordináta-rendszere (Király, 1989).

Ennek a rendszernek az alapszínei is a vörös, kék és a zöld, de ezek a spektrumszíneknél telítettebbek, s ez a telítettségérték a valóságban nem létezik, ezért ezek virtuális alapszínek. Ezeket a színháromszög csúcsaiba helyezve, a spektrumpálya színei a háromszögön belülre kerülnek. A virtuális színeket X=vörös, Y=zöld és Z=kék kódokkal jelöljük. Király (1989) szerint

„Az X vörös, Y zöld és Z kék virtuális alapfények, vagy normálfények ama mennyiségeit, amelyek a kérdéses szín kikeveréséhez szükségesek, normál ingerértékeknek nevezik, és x, y és z-vel jelölik. Ezek tehát a Nemzetközi Színmérő Rendszer színmérőszámai: a trikromatikus mérőszámok. A valóságban a valódi, reális vörös (R), zöld (G) és kék (B) színekkel mérnek, s a mérési eredmények a valóságos ingerértékek. Az X, Y, Z virtuális alapszínekre való áttérés tisztán számolás, matematikai transzformáció kérdés, s így a természetben

előforduló minden szín, még a legtelítettebb, legtisztább spektrumfények színe is pozitív mérőszámokkal jellemezhető.”



3.13. ábra. C.I.E. (Comission International de Éclairage), Franciaországban és Angliában használatos színrendszer színháromszöge Evans szintértékével (Király, 1989).

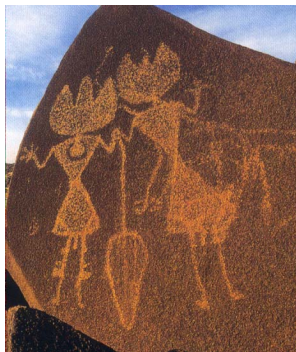
4. A SZÍNKUTATÁS TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE, A SZÍNELMÉLET KIALAKULÁSA

Az ember már ősidőktől fogva alkalmazza a színeket. Ha végigtekintünk az emberi történelem emlékein, láthatjuk, hogy minden kornak megvolt a maga szín és formavilága, miközben egy folyamatos fejlődés bontakozik ki a szemünk előtt. Minden kor kialakította a saját hagyományát a színek alkalmazására is.

A színhasználatban, ha kisebb léptékben is, hasonló fejlődésment figyelhető meg a gyerek fejlődésekor. Annak ellenére, hogy az érzékelés a születés pillanatától működik, bizonyos időnek kell eltelnie, mire az ember megtanulja értelmezni azt, amit lát és alkalmazni a korra jellemző hagyományokat, konvenciókat.

4.1. Őskor, természeti népek színhasználata

A kezdetleges kultúrák embere számára a színek a meg nem értett természeti erők szimbolikus ábrázolására szolgáltak. Minden színnek meghatározott, misztikus, jelentése volt. A színeket különböző tárgyak vagy maga a test festéséhez, illetve olyan rituális cselekedeteken – mint a vadászat előtti sziklarajzok készítése – használták. Ebből a korból számos barlangrajz marad ránk, mint a crô-magnoni vagy az altamirai falfestményeken, valamint a Szaharában talált sziklarajzok is (4.1. ábra), de ide tartoznak az ausztrál őslakosok falfestményei, melyek napjainkban is folyamatosan keletkeznek. Ezen kívül azonban ilyen rajzokat találunk még a Szahara területén, vagy pl. Indonéziában Borneó szigetén. Ez utóbbiak annyiban térnek el a világ más tájain találtaktól, hogy főleg kéznyomokat találhatunk a barlangok falán, amelyek különféle díszítéssel készültek. Talán családfákat, törzsi hovatartozást jelölhetnek (4.2. ábra).



4.1. ábra. A Nigéria északi részén, az Air régióban és a Szahara középső területein található sziklarajzok (Jared Diamond).



4.2. ábra. Az Ilas Kenceng-barlang sziklarajzai Borneón (Luc-Henri Fage).

4.2. Az ókori népek színhasználata

4.2.1. Folyam menti kultúrák, az ókori Kelet

A színhasználat története összefügg az írás és a filozófia, valamint a művészetek történetével, fejlődésével. E tudományágak tették lehetővé az ember számára a gondolatok, hiedelmek megörökítését, leírását, ábrázolását.

Kezdetben a természet erői szolgálták az ábrázolás alapjaként. Ez a jelképekben való gondolkodás tükröződik a színek használatában is. Azonban a színek nagyobb számban és árnyalatban való alkalmazása összefügg a különféle mesterséges színezékek feltalálásával. Ilyen pl. az egyiptomiak által használt ún. egyiptomi kék, a nátriumszilikát vagy az indigó. A színek egyre nagyobb számban való megjelenésével azok jelentése is tovább differenciálódott, főleg misztikus jelentéssel bírt (4.1. táblázat). Ez nemcsak az egyiptomi, illetve más folyammenti kultúrákra igaz, hanem az összes ősi keleti civilizációra, mint pl. hindu, kínai is. Ezek mind külön színnel ábrázolták a világtájukat, őselemeket, istenségeket (Király, 1989).

Szín	Jelentés
Fekete	Éj, örökkévalóság, Észak istenség (gonoszság, sötétség) halál utáni újjászületés
Zöld+Fekete	Sarjadó élet, ifjúság, Oziris (nap istenség)
Zöld	Harcosok talizmánja (erő, bátorság), a templomok padlóján a Nílust jelentette
Kék	Amon – ég királya, újjáteremtés istene
Sárga – arany	Gazdagság, halhatatlanság, Isten, isteni teremtés
Fehér	Öröm, pompa, Isis (jelképe a Hold is)
Bíbor	Föld
Vörös	Alsó Egyiptom: jó életerő, Felső Egyiptom: rossz, durva, szégyenletes

4.1. táblázat. A színek jelképes jelentése az egyiptomi kultúrában (kb. i.e. 3000–640; Király, 1989).

A kínai kultúrában a fehér a jóság, az istenek színe, a vörös pedig a gonosz, a démonokat szimbolizálja. A hindu „Upanisadokban” a színekről ezt olvashatjuk: „Bármilyen úgy látták, hogy vörös, tudták, hogy az a tűz színe. Bármilyen, amiről úgy látták, hogy fehér, tudták, hogy az a víznek a színe. Bármilyen, amiről úgy látták, hogy fekete, tudták, hogy az a föld

színe. Bármi, amiről azt gondolták, hogy teljesen ismeretlen, tudták, hogy az ennek a három dolognak a kombinációja” (Nemcsics, 2004).

Mind a gondolkodás, mind a tudományok ismeretével változott és fejlődött a színek alkalmazása, jelentése is, mind a görög, római, mind a keleti kultúrákban.

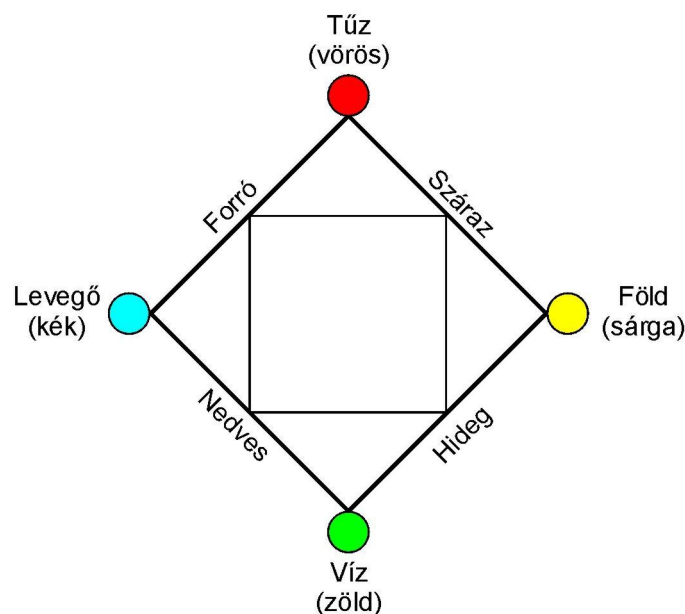
4.2.2. Görög, római és a kora keresztény kultúra

A korai görög kultúra a természet erőit, az ősi princípiumokat, őselemeket szintén színekhez társította. Az őselemek ábrázolása azonban eltérő a különböző filozófiai iskoláknak megfelelően.

A Pythagoreusok szerint öt őselem létezik, melyeket szabályos testekkel ábrázoltak. Ezeknek a testeknek az oldalai mind egyenlők. A materialista filozófusok – HERAKLEITOS, EMPEDOKLES, ANAXAGORAS – viszont négy őselemmel számoltak. Ezek a föld, víz, tűz és a levegő. Az őselemeket színekkel társították. A vörös a tűz és a szellem, a zöld a víz és a világ, a sárga a levegő és a lélek, a kék pedig a föld és az embernek szimbóluma volt. Az istenséget pedig a fehér jelképezte.

Az őselemekkel a keleti kultúrákban éppúgy találkozhatunk, mint a görögöknél. Mind az indiai, mind a kínai filozófia foglalkozik velük, négy őselemet említve: tűz a vörös, víz a fehér, föld a fekete és a levegő a kék. A kínai filozófia egy más változata öt őselemet sorol fel, ahol a víz fekete, a fa zöld, tűz vörös, fém fehér, föld sárga.

A görög filozófusok közül ARISZTOTELESZ volt az, aki létrehozta az első színrendszert, melyet egy értekezésben fejtett ki. *De Coloribus* (A színekről) című munkájában írja: „Az egyszerű színek az elemek tiszta színe, úgy mint a tűzé, levegőé, vízé és a földé (...) Kísérletek és hasonlóságok megfigyelése útján tudunk csak igaz következtetésekhez eljutni a különböző színek eredetére vonatkozóan. A sötétség a fény hiányának tulajdonítható. Ahol a sötétség és a fény találkozik, keletkeznek a való világ színei. A fekete keverése napfényel vagy tűzfénnyel pirossá válik. A lilát a gyenge napfénynek egy nyalábjából nyerjük, néhány ködös fehérrel való keverés útján” (Nemcsics, 2004). ARISZTOTELESZ tehát az őselemekhez különböző színeket társított, ezen kívül különböző tulajdonságokkal is felruházta azokat. A tűzhöz a meleg – száraz, a levegőhöz a meleg – nedves, a földhöz a száraz – hideg, a vízhez pedig a nedves – hideg tulajdonságot társította (4.3.ábra).



4.3. ábra. ARISZTOTELÉSZ színrendszere, Király (1989) nyomán.

Színek	Jelképek, asszociációk
Fehér	Templomok papjainak ruhái, Istenség, nők (Mykene)
Vörös	Tűz, vér, Ceres (aratás istene), Dionysos (bor istene), emberi szeretet, áldozat. (Vázlatrajzok) mykenei festmények
Arany	Athéné istennő
Kék	Levegő, becsületesség, hűség. (mykenei falfestészet emlékei)
Zöld	Víz
Sárga	Föld
Fekete	(vázarajzok színei) férfiak (Mykene)

4.2. táblázat. A görög kultúra színjelképei (Király, 1989).

A római kultúrában lényegében a korábbi kultúrák hatása érződik, mind a görög, mind az etruszk, valamint a korai keresztény kultúra ábrázolásmódja, színhasználata is megjelenik.

PLINIUS, Gaius Secundus *Naturalis Historia* című munkájában összefoglalja az addigi színekkel kapcsolatos ismereteket. „ARISZTOTELÉSZ gondolatait folytatva a római gondolkodók a fehéret, feketét, szürkét, sárgát, aranyat, vöröset, rózsaszínt, barnát, lilát és a sötétkéket tekintették önálló színeknek. A három főszín a következő: az első a vörös, amely a rózsza árnyalatait is tartalmazza, ha oldalról nézzük és a fény felé tartjuk, a második a bíbor, harmadik az ibolya, amelyet úgy ismerünk, mint a kiengesztelés színét” (Nemcsics, 2004).

4.3. A középkor kultúrája

A művészetekre éppúgy, mint a mindennapi és tudományos életre az egyházi dogmák nyomták rá a bélyegüket. A színszimbolika is az egyház szigorú előírásait követte. A mindennapi élet szín-jelképrendszerét a heraldika tükrözi, mely a XII. században alakult ki, és Király (1989) szerint kapcsolatot jelentett az ókori kultúrák és a Biblia szimbólumvilága felé is (4.3.táblázat). Nemesics (2004) megemlíti Robert GROSSETESTE 1230-ból származó, tehát korában igen modernnek számító színfelfogását, amelyben a szín nem anyagi jelenséggént jelenik meg, és először rendszerezi a színeket a sötét-világos, illetve telt-tört elkülönítések szerint.

Szín	Jelentés	Szín	Jelentés
Sárga, arany	Becsület, királyhűség	Fekete	Fájdalom, büntudat
Ezüst	Hit, tisztaság	Bíborvörös	Királyság, rang
Vörös	Bátorság, buzgóság	Narancs	Erő, kitartás
Kék	Kegyesség, bizonyosság	Vöröses bíbor	Szentség
Zöld	Ifjúság, reménység		

4.3. táblázat. A középkor szín-jelképei (Király, 1989).

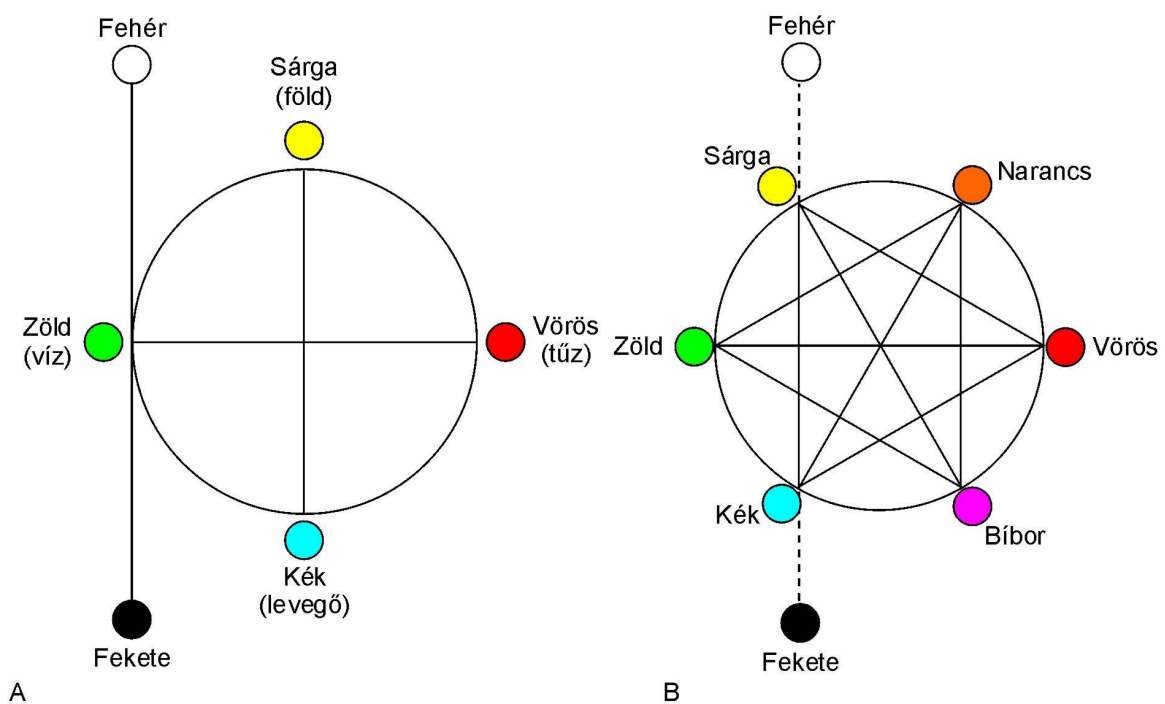
4.4. A reneszánsz kultúrája és a felvilágosodás kora

A reneszánsz mind a tudományok, mind a művészet terén elszakadt az egyházi dogmáktól, és újból a valóság, a természet megismerésére törekedett. A XIV. századtól kezdve a festészetet, szobrászatot a külvilág egyre részletesebb ábrázolása jellemzi. Már nemcsak annyit ábrázoltak az emberi testből, amennyit az egyházi dogmák engedélyeznek. Egyre inkább a valóság ábrázolása felé haladnak a művészetek. Egyre több színárnyalatot, a színek tónusait is alkalmazzák, megjelenik a fény, mely a központi alakok kiemelését segíti, valamint teret hódít a fény-árnyék hatás alkalmazása is. A távlatok ábrázolása is feltűnik, mind a színek, mind a perspektíva segítségével. Egyházi megrendelésre folyamatosan készülnek ugyan képek, de emellett a világi témák már nem számítanak tabunak.

A reneszánsz legnagyobb gondolkodója, polihisztora Leonardo da VINCI (1452–1519) volt. A művészetek mellett éppúgy foglalkoztatták a különböző mérnöki tudományok, mint a természettudományok is. „*Trattato della Pictura*” című munkája volt az első igazán átfogó festészettel foglalkozó mű, mely a színelmélettel is foglalkozik. Bár számos alkotás megjelent

Leonardo műve előtt, őrá leginkább Alberti munkássága gyakorolt hatást, akinek némely megállapítását műve alapjaiba bele is dolgozta.

Leonardo „*Trattato*”-jában a festői ábrázolóeszközöket, mint a kép szerkezete, a színek és árnyalatok, arányok, a fény és a szín hatásai (pl. perspektíva) több szemszögből vizsgálta és elemezte. Leginkább a fény-árnyék kölcsönhatásokkal foglalkozott, amelyek nemcsak a plasztikai megjelenítést segítik, hanem a fény és árnyék az, ami a térbeli elhelyezkedés és kiemelés eszköze, a vonal és szín távlat hatása mellett (Király, 1989).



4.4 ábra. LEONARDO színrendszere (A) az antik felfogás kibővítése a fekete és fehér színekkel (B) LEONARDO színrendszere a tarka színek felosztásában (Király nyomán).

Leonardo a „*Trattato*”-ban a színek mellett a fény különböző fizikai tulajdonságaival pl. a fényterjedéssel, a fénytöréssel és a fényelhajlással is foglalkozik. Részletesen foglalkozott ezeken kívül a színek kontrasztok hatásaival, ábrázolásmódjával és alkalmazásával is. Elemezte a képek háttérének színvilágát, ezzel kapcsolatban pedig a sötét-világos, a kiegészítő és a hideg-meleg színek kontrasztokat.

Megfigyelte az ún. szimultán kontraszthatás jelenségét, eszerint egyformán világos tárgyak közül az látszik kevésbé világosnak, amelynek legfehérebb a környezete, és az látszik világosabbnak, amelynek sötétebb a háttere.

Leonardo színrendszerével kibővíti ez addigi színfelfogást, a négy őselem színéhez hozzáteszi a fehéret és a feketét. Ezeket a színeket veszi alapszínnek: sárga (föld), vörös (tűz), kék (levegő), zöld (víz) valamint a fehér és a fekete. Ezenkívül említ még két színt, az oroszlánsárgát (okker vagy cserszín) és a szederszínt (*morello*), melyek más színek keveréséből állíthatók elő (4.4. ábra).

4.5. A színelméletek kialakulása

A XVI. századtól a fizika jelentős fejlődésnek indul, bővülnek a fénytani ismeretek, így a színről alkotott felfogás is változik.

ARISZTOTELÉSZ óta a fényt úgy értelmezték, hogy erőssége attól függ, hogy a sötétség mennyire keveredik a világossággal. E látásmód egyik utolsó képviselője, KEPLER, a színt úgy definiálja, hogy az lehetőség szerint fény, az átlátszó anyagba eltemetve, amíg ezt a fénysugarakon kívül tekintjük. A színek különbözőségét szerinte az átlátszó anyagnak a fényhez vagy a sötétséghez való viszonya okozza.

DESCARTES, SNELLIUS-szal együtt fogalmazta meg a fénytörés törvényét (2.1.2.2. pont), emellett a fénytán területén foglalkozott a színek különbözőségének elméletével is. Háromféle őselemet különböztetett meg, ezek a víz, tűz és a levegő. Ennek megfelelően három alapszínt határozott meg, melyek a vörös, a sárga és a kék. A többi szín, definíciója szerint, ezek kombinációjából keverhető ki.

A XVII. század folyamán számos tudós foglalkozott a színek különféle rendszerbe foglalásával. Leonardóhoz hasonlóan a fehéret és a feketét mind bevették alapszíneik közé.

NEWTON számos jelentős tanulmányt írt, melyekben a megelőző évszázadok tudását sűrítette egybe és fejlesztette tovább. A fizika terén munkásságával számos új elméletet vezetett be, melyek sokáig alaptételnek számítottak. Számos új törvényt fedezett fel a mechanika, az optika, a fény és színelmélet területén. 1704-ben jelenik meg Optika c. műve, melyben korpuszkuláris fényelméletét ismerteti, így a hullámelmélet képviselői, mint HUYGENS és HOOK, szembe kerül.

„Előadások az optikáról” című művében javasolja a színek természetének matematikai alapú vizsgálatát. A „Fény és szín új elmélete” (1672) volt NEWTON forradalmi jellegű műve, amelyben lefektette a fizikai fény és színtan új alapelvét. A színről megállapítja, hogy az a fénysugár „veleszületett” és megváltoztathatatlan tulajdonsága, a fény egyfajta módosulása. Ezzel teljesen újfajta módon világít rá a fény, és vele egyetemben a színek tulajdonságaira. Ezzel cáfolta az eddigi, a színeket a tükröződésből vagy fénytörésből származtató elméleteket.

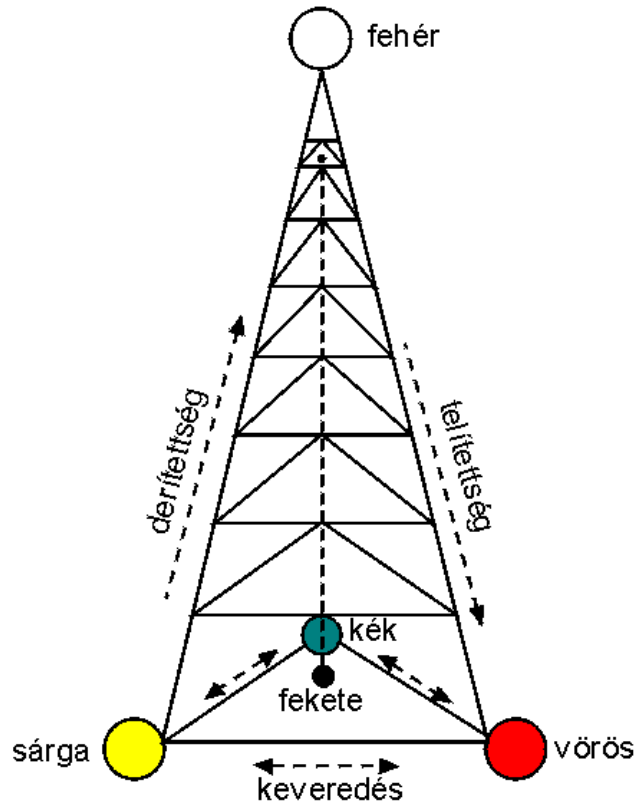
Az összetett színek keletkezésével is foglalkozott „Elvek” című munkájában, ahol a színeket egyszerű és összetett színek csoportjára osztja. Utóbbiakat a látszólagos színváltozás, színkeveredés eseteinek értelmezi.

NEWTON a színek fizikai vizsgálata mellett az első volt, aki megpróbálkozott színkörbe illeszteni a színek színeit. Színköre hét színárnyalatot különböztetett meg, melyek: a piros, narancs, sárga, zöld, indigókék és a lila. Ezeket a színeket a zenei hangok diatonikus lépcsőjéhez kapcsolta.

NEWTONT követően a színek rendszerbe foglalása vált a különféle színelméletek sarkalatos pontjává. A színelmélet fejlődését a textilipar színhasználata, így a színek keverése és a nyomdatechnika kialakulása segítette, bár sokáig NEWTON elmélete volt a mérvadó.

A XVIII. századtól a színtani kutatások leginkább a színrendezés problémakörével foglalkoztak. A színek pontos rendszerbe foglalásával a színmérés (lásd 3.2.1. pont) módszerének felfedezéséig várni kellett. A színkört önkényesen osztották be. A három alapszín, a sárgát, a vöröset, és a kéket egymástól egyenlő távolságra helyezték el a színkörön, a sárgának az ibolya, a kéknek a narancssárga, a vörösnek a zöld lettek a kiegészítő színpárjai. A komplementer pároknak ezt a helytelen csoportosítását HELMHOLTZ ismerte fel, és elméletében bizonyította, hogy a sárgának az ultramarinkék a kiegészítő színe, míg a sárga és az ibolya keveréke viszont vöröset eredményez (Király, 1989).

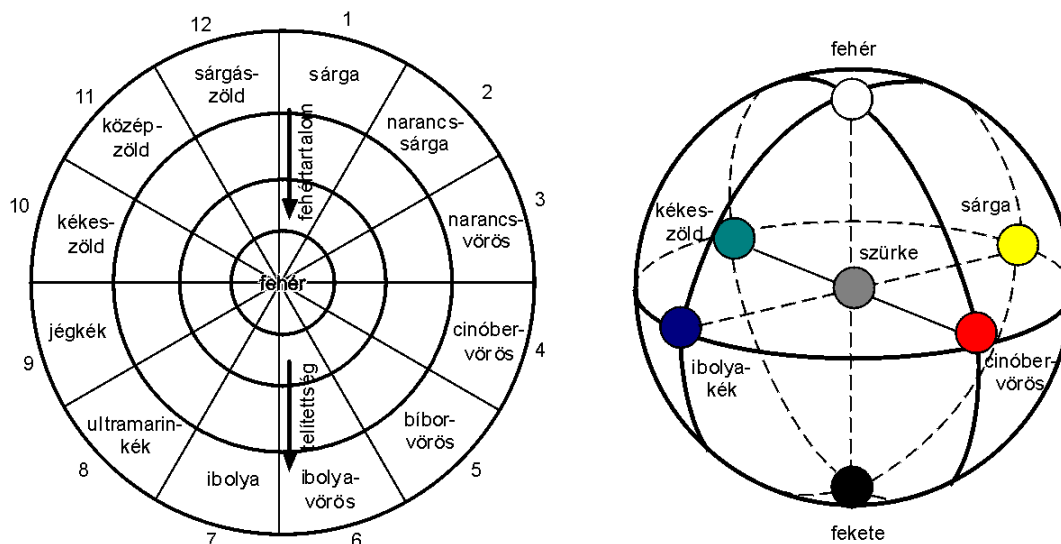
Johann Heinrich LAMBERT (1728–1777) a híres matematikus és fizikus, a színelmélet terén is végzett kísérleteket. Ezek során úgy találta, hogy a sárga gumigutti, a kárminvörös és a berlini kék volt az a három szín, melyekből a legtisztább keverékeket lehetett előállítani, így ezeket választotta alapszíneknek. Meghatározta, hogy a fokozatos színárnyalatok elkészítéséhez az alapszínekből milyen arányú keveréket kell létrehozni. Kidolgozta a három alapszín azon keverékarányát is, mellyel feketét kapunk. Az általa vizsgált színeket ő rendezte legelőször színtestbe, amely egymásra épülő színháromszögekből áll össze (4.5. ábra).



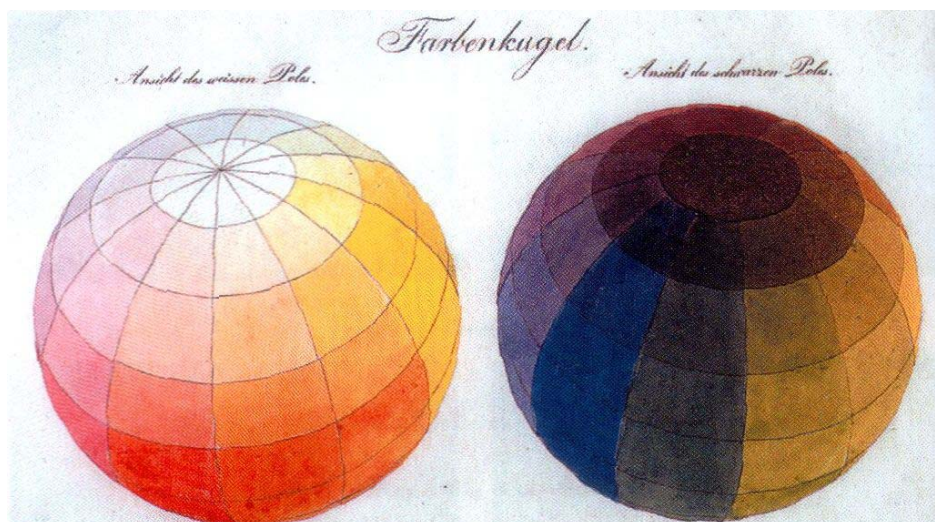
4.5 ábra. LAMBERT színgúljája (Király, 1989).

LAMBERT rendszerét színgúlnak is nevezhetjük, melynek alapháromszögének csúcspontjaiban a három alapszín, kék, sárga és a vörös található. A gúla csúcsa felé haladva a színek fehértartalma, azaz derítettsége nő, a csúcsponban a fehér szín található. Ennek megfelelően a telítettség a gúla alapja felé növekszik. A fekete a talppontban helyezkedik el.

Philipe Otto RUNGE (1777–1810) német festő, aki a munkássága mellett szintén jelentős hangsúlyt fektetett a színek rendszerbe foglalására, és az általa vizsgált színeket gömbfelületen ábrázolta. Ez a színtest a kor legpontosabb színrendszere volt, hisz RUNGE felismerte, hogy az egyes színek keverés útján három irányban, azaz tengely mentén változtathatók. A színgömb átmérőjén 12 alapszint különített el és ábrázolt (4.6., 4.6.a ábra). A gömb két ellentétes pólusát a fehér és a fekete szín foglalja el. Az e két színt összekötő tengelyen a szürke szín árnyalatai találhatóak. Tehát a gömb felületén az északi fehér pólus felé minden tarka szín fehértartalma fokozatosan növekszik, míg el nem éri a tiszt fehér színt. Ennek megfelelően ellentétes irányba, a déli fekete pólus felé a feketetartalom nő a tiszta fekete szín eléréséig.



4.6. ábra. RUNGE térbeli színrendszere (Király, 1989).



4.6a. ábra. RUNGE színgömbje (Nemcsics, 2004).

A XIX. századtól a tudományok fejlődésével világossá vált, hogy a színekkel kapcsolatban felmerülő problémák, mint pl. a színlátás, színérzékelés, nem oldhatók meg csupán a fizika eszközeivel. Így tehát a színtani kutatások egyre inkább figyelembe vették a fizika mellett az élettan, lélektan és az esztétika terén elért eredményeket is.

A „fiziológiai optika” (Király, 1989) megalapozói – Thomas YOUNG, Hermann HERMOLTZ és Ewald HERING voltak. A fizika tekintetében szigorúan a newtoni felfogás alapján álltak még. A színlátást élettani szempontból magyarázták és a fényérzetek analízisében legfontosabb szerepet betöltő recehártya (retina; lásd 3.1. pont) sajátosságaira vezették vissza.

Thomas YOUNG (1773–1829) angol orvos, fogalmazta meg először a színlátás élettani magyarázatát. YOUNG az emberi szemben, mint azt a 3.2.3. pontban bővebben kifejtettem,

háromféle színérzékelő receptort feltételezett. Az egyik a hosszú hullámhosszúságú vörös, a második a közepes hullámhosszúságú zöld, a harmadik fajta érzékelőrost pedig a rövid hullámhosszú kék színekre érzékeny.

Johann Wolfgang GOETHE (1749–1832) volt az arisztotelészi színelmélet (lásd 4.2.2 pont) utolsó híres képviselője. Munkássága során a színelmélettel kapcsolatban olyan problémákat vetett fel, melyek a szín-pszichológia és a szín-fiziológia, és a modern fizika fejlődésére is ösztönzően hatottak. Színtani munkásságát a „*Zur Farbenlehre*” (Színelmélet) című művében, 1810-ben összegezte, ebben vitába szállt NEWTON azon elméletével, hogy a fehér szín az összes szín keveréke. Ennél filozófiai értelemben tovább is lépett: az analitikus és redukcionista newtoni iskolával szemben GOETHE holista volt (Gleick, 1988), vagyis a problémák megoldását nem a részletek, hanem a teljes egész megértésével kísérelte meg. Bár munkásságát ma leginkább irodalminak tartják, számos, hangsúlyozottan megismételhető kísérletet végzett a színekkel kapcsolatban.

Míg NEWTON prizmát tett a fehér fény útjába, így bontva fel azt összetevőire, GOETHE a saját szeme elé helyezte a prizmát, és azt figyelte meg, hogy mit lát. Nem tagadta, sőt hangsúlyozta a módszerben rejlő fiziológiai-pszichológiai tényezőket. Lényeges megfigyelése volt, hogy az egyszínű felület a prizmán át szemlélve is egyszínű, azonban egy, a felület egységét megbontó, kicsi folt is kaleidoszkóp-szerű, kaotikus színekavalkádot eredményez a prizmán keresztül. Emiatt megerősítve látta azt az arisztotelészi következtetést, hogy a színeket a fény-árnyék keveredés eredményezi (Nemcsics, 2004). Emiatt az árnyékok színét is részletesen vizsgálta különböző megvilágító és háttérszínek mellett. A színekutatásban kifejtett, alapvetően holista munkássága érdemi hatással volt a XX. század végének vezető fizikai kutatási irányára, a káoszelméletre is (Gleick, 1988).

GOETHE színrendszerében három főszínt (bíbor, kék, sárga) és három mellékszínt (vörös, ibolya, zöld) különböztet meg. Az általa vizsgált színeket két részre, hideg és meleg színekre osztotta. Meleg szín a sárga, ellentéte a hideg kék (4.7. ábra).



4.7. ábra. GOETHE hatrészes színekora (Nemcsics, 2004).

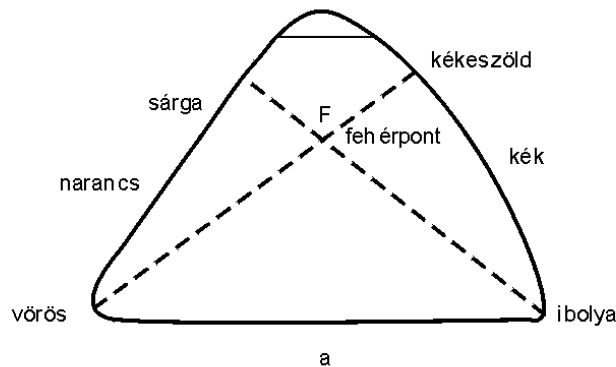
Hermann HERMHOLTZ (1821–1894) német fizikus, fiziológus a természettudományok több területén végzett kutatásokat. A színekkel kapcsolatos eredményeit „*Handbuch der Physiologischen Optik*” (A fiziológiai optika kézikönyve) című művében ismertette, amelyben főként a fény hullámhosszával foglalkozott. Annak vizsgálatával, hogy az egyes hullámhosszakhoz milyen színérzet társítható, azt a következtetést vonta le, hogy a szem nem képes megkülönböztetni az egyes színkeverékek összetevőit.

Meghatározta a kiegészítő, azaz komplementer színpárokat, melyek keveréke az optikai fehér szín, és egy táblázatban foglalta össze eredményeit (4.4. táblázat). A fehér, fekete és szürke színeket a visszavert fény mennyiségével határozta meg.

Szín	Hullámhossz (nm)	Kiegészítő szín	Hullámhossz (nm)	Hullámhossz hányados
Vörös	656,2	Kékeszöld	492,1	1,334
Narancs	607,7	Kék	489,7	1,240
Aranysárga	585,3	Kék	485,4	1,206
Aranysárga	573,9	Kék	482,1	1,1190
Sárga	567,1	Indigókék	464,5	1,221
Sárga	564,4	Indigókék	461,8	1,222
Zöldessárga	563,6	Violet	433	1,301

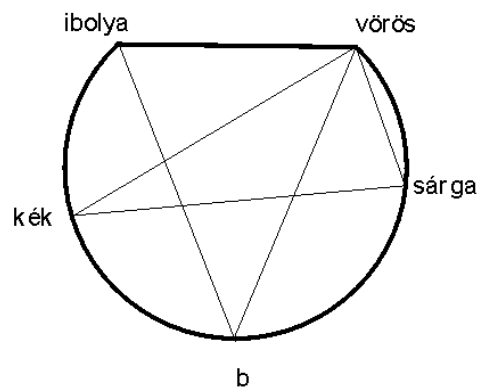
4.4. táblázat. A kiegészítő színek törvényszerűségeinek vizsgálati tapasztalatai HELMHOLTZ vizsgálata alapján (Király, 1989).

Munkássága során a legjelentősebb eredményeket a színérzékelés kutatása terén érte el, kiegészítve YOUNG elméleteit. Foglalkozott a színérzékelés összetevőivel, dimenzióival. A színeknél a hangokhoz hasonlóan három összetevőt különböztetett meg: eszerint a színek valamennyi különbségei összevonhatók háromra, amelyeket mint különbségeket az árnyalat, a telítettség és a világosság okoznak.



4.8. ábra. HELMHOLTZ színháromszöge (Király, 1989).

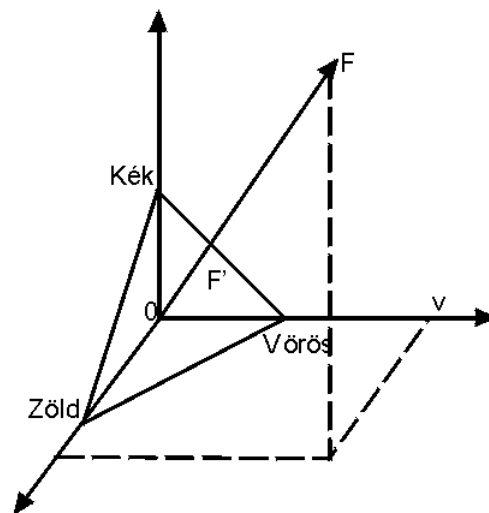
Ezen jellemzők felhasználásával HELMHOLTZ megalkotta színháromszögét (4.8. ábra), valamint színkeverési háromszögét is, amelynek alakja eltér a szabályos háromszögtől. (4.9. ábra). A háromszögből leolvasható, hogy a tiszta kék és sárga a vörös – ibolya – zöld háromszögon kívül esik. A kékeszöld és ibolya keverékeként kapott kék csak abban az esetben egyezik a spektrum kékjével, ha keverékükben a vörös aránya nulla. Ugyancsak az ő nevéhez fűződik az additív (2.3.1. pont) és a szubtraktív (2.3.2. pont) színkeverés elméletének kidolgozása is.



4.9. ábra. HELMHOLTZ színkeverési háromszöge (Király, 1989).

A matematikus H. G. GRASSMANN (1809–1877), HELMHOLTZhoz hasonlóan számos tudományterületen végzett kutatást. „A színkeveredés elméletéről” című munkájában a szín tulajdonságait a fény frekvenciájára és intenzitására vezette vissza. Ezzel az elmélettel a színmérést a vektorszámítás alapjaira fektette. Ebből kiindulva a fénysugár nem homogén, hanem többféle szín keveréke. A szín három mérhető tulajdonsággal írható le. Ezek a hullámhossz szerint vett színárnyalat-érték, a szín intenzitása és a hozzákevert fehér fény intenzitása.

A színértéket a vektor iránya jelzi a háromdimenziós koordináta-rendszerben, míg a szín intenzitása a vektor hosszából olvasható le (4.10. ábra). Színkeveréskor az eredményt e két érték „geometriai összege” adja.



4.10. ábra. A színértékek térbeli ábrázolása vektorokkal F a térbeli színpont, F' pedig a pont a színháromszögön.

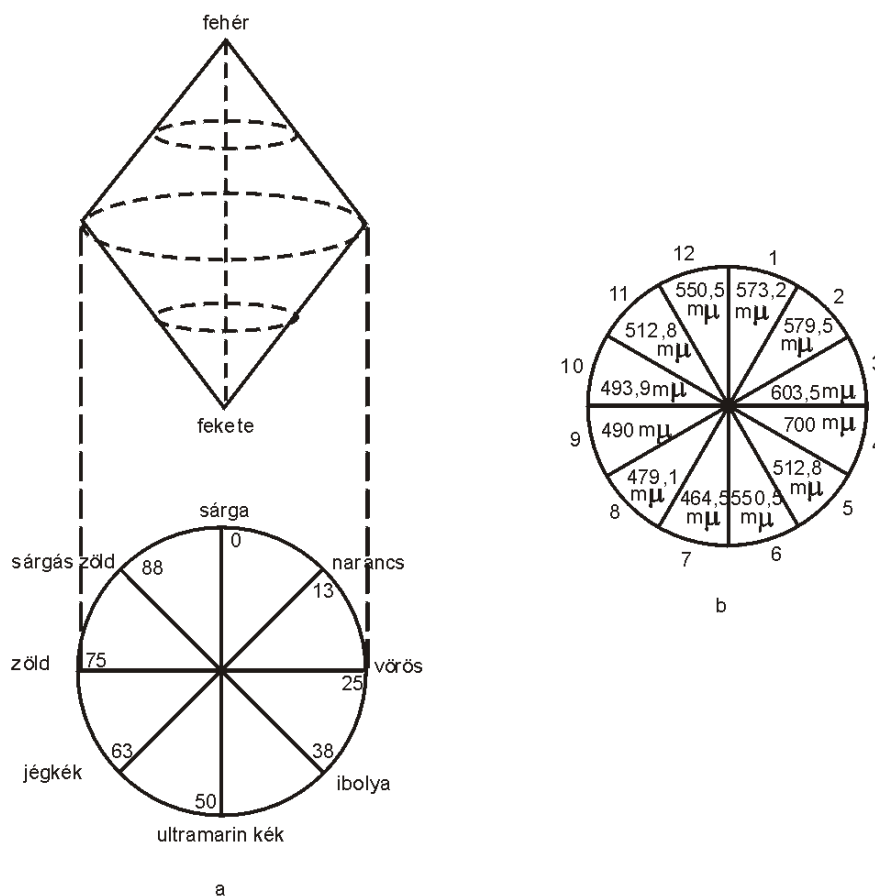
Charles MAXWELL (1831–1879) a hullámtant forradalmasító elméletének és egyenleteinek megfogalmazása mellett a színmetrika és a színlátás terén is végzett kutatásokat. A színelmélet terén tett vizsgálatait „A kiegészítő színek elméletéről és a színek és a spektrum viszonyáról” című munkájában összegezte. Három alapszín jelölt ki, melyeket betűjelöléssel látott el. Ezek a 630 nm hullámhosszúságú vörös (x), a 528 nm hullámhosszú zöld (y) és a 457 nm hullámhosszal jellemzett indigókék (z). Ezek a hullámhosszértékek összekeverve fehéret eredményeznek. Készülékét úgy állította össze, hogy alapszíneit tetszőleges mérhető arányban állíthassa elő, így összeadásuk lehetséges legyen. Ezt követően kikeverte a három alapszínből a spektrum színeit. Kikeveréskor feljegyezte, hogy az egyes színekhez az összetevők hány százalékát kellett használni. Ezzel a kísérlettel alapozta meg a

színmérés tudományát, és bizonyította, hogy három alapszínből bármely szín kikeverhető. MAXWELL kísérleteinek eredményét színháromszögében szemléltette (3.7. ábra).

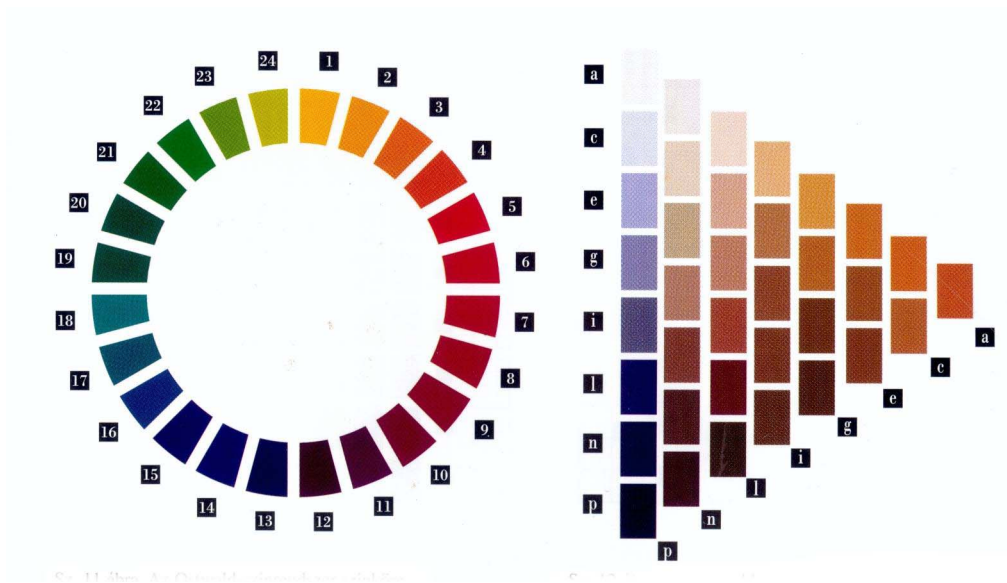
4.6. A modern színelméletek kialakulása

Ahogy a fizika és a természettudományok terén egyre több jelentős felfedezést fogadtak el, a színelmélettel kapcsolatos eddigi feltevések is bizonyításra leltek és tovább fejlődtek, mint pl. a hőmérsékleti sugárzási spektrum, melyet PLANCK bizonyított.

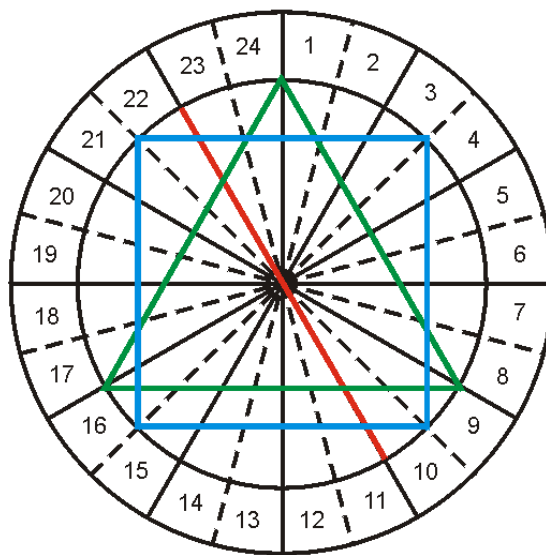
Wilhelm OSTWALD (1853–1932) színrendszerét a színek egymás közötti harmóniájára alapozta, s a színek harmonizálásában szabályszerűségeket határozott meg. Színrendszerét egy kettős kúp alkotja, amelyek alapsíkján a tarka színeket 8, 12, 24 stb. tagot számláló színgörbe osztotta (4.11. ábra). A kettős kúp két csúcsán a fehér és a fekete helyezkedik el. A két színt összekötő tengelyen található a szürke árnyalatai. OSTWALD színharmoniai szabályai rendszerének két fontos tényezőjére, az értékazonos színgörre és a színazonos háromszögekre épülnek (4.12. és 4.13. ábra).



4.11. ábra. a) OSTWALD színrendszere a kettős kúp nyolcosztatú alappal b) a 12 osztatú színgör az egyes színekhez tartozó hullámhosszértékekkel (Király, 1989).



4.12. ábra. OSTWALD színrendszere és az azonos színezetű színeinek háromszöge (Nemcsics, 2004).



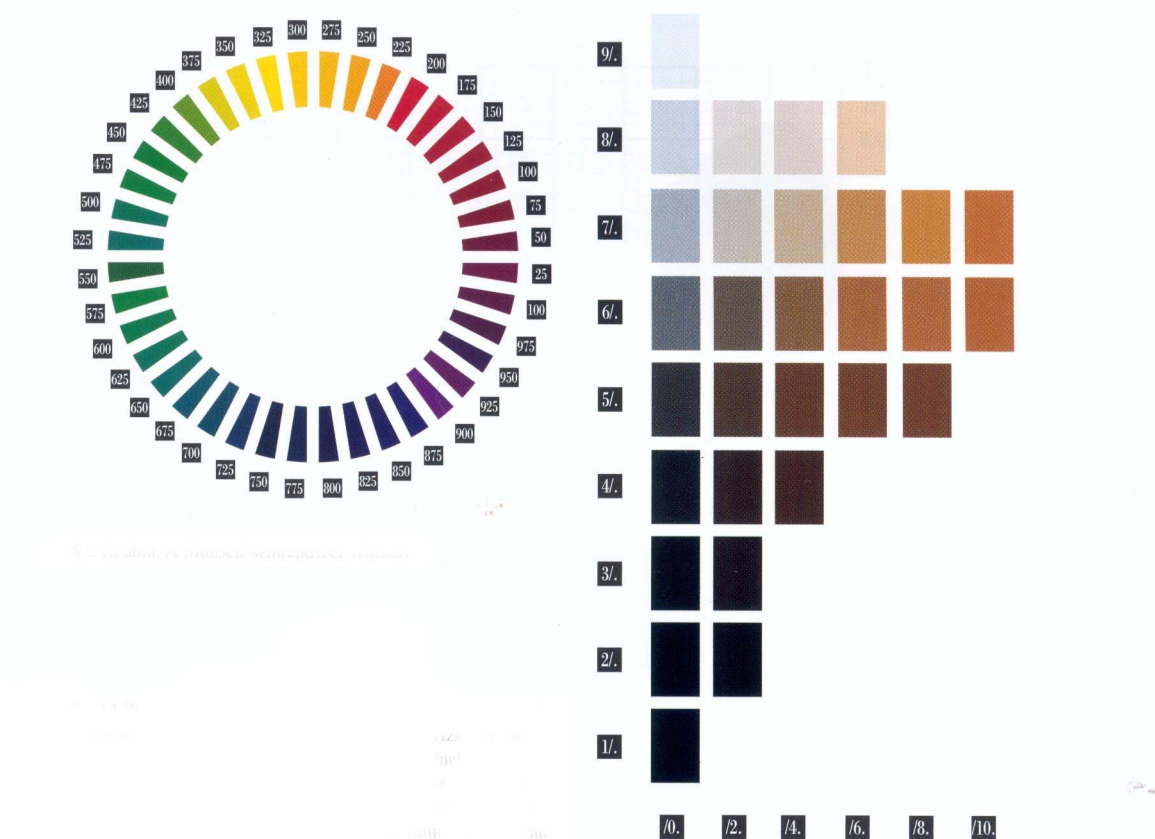
4.13. ábra. Az OSTWALD-színrendszer harmonikus színei (Király, 1989). A piros átló a számokkal kódolt színekből összeállított kiegészítő színpárokat, a zöld háromszög a színhármasokat (tercek), a kék négyzet pedig a színnégyeseket (quartok) példázza. A párok, a tercek és a quartok összege mind szürkét ad.

Albert Henry MUNSELL (1858–1918) színrendszere szintén térben ábrázolja az alapszíneket. A színek egymáshoz viszonyított távolságát a színérzet adja. Tíz alapszint különböztet meg világossági (*value*) és telítettségi (*chroma, saturation*) és színjelleg (*hue*)

értékekkel (4.14. ábra). Ezen a színrendszeren alapul az amerikai színszabvány. A fekete és fehér színek alkotják a *színtest*, más néven *színfa* tengelyét, ezen a tengelyen helyezkednek el a szürke árnyalatai. A fehér felé haladva növekszik a színek világossága, az erre merőleges tengelyen a színek telítettsége a szélek felé növekszik (4.15. ábra).



4.14. ábra. MUNSELL-féle színfa (Máthé, 2004).



4.15. ábra. MUNSELL-színrendszer színeköre és a színtest azonos színezetű színeket tartalmazó metszete a Munsell Book of Color-ban (Nemcsics, 2004).

Johannes ITTEN (1888–1967) svájci festő, a „Színek művészete” és a „Formatan” című munkáiban a színek esztétikai rendszerezésével és a színharmónia, valamint szíkontrasztok törvényszerűségeivel foglalkozott. Eszerint kontrasztról akkor beszélünk, ha két szín között különbséget tudunk tenni. A kontraszt lehet erős, vagy gyenge, sőt legtöbbször az ellentét értéke is pontosan megadható. ITTEN a kontrasztok hét fajtáját különbözteti meg (Máthé, 2004; Galambos, 2004b):

- magában álló szíkontraszt;
- fény-árnyék kontraszt;
- hideg-meleg kontraszt;
- komplementer-kontraszt;
- minőségi kontraszt;
- mennyiségi kontraszt;
- szukcesszív kontraszt, és
- a szimultán kontraszt;



4.16. ábra. ITTEN tizenkét osztatú színeköre (Itten, 1961).

A magában álló kontraszt a legegyszerűbb, itt a színek egymástól való különbözősége a lényeg. A kontraszt a legerősebb az elsőrendű színeknél, ereje csökken a másod-, harmadrendű stb. színek esetén. A fény-árnyék kontraszt alkalmazásakor a fokozatok kialakításánál figyelembe kell venni, hogy bizonyos színek esetében kevesebb fokozatot lehet elkülöníteni a telített szín és a fekete szín között. Így az emberi szem a telített sötétkék és a fekete között csak két-három fokozatot, a sárga esetében viszont akár öt-hat fokozatot is képes elkülöníteni. Lényeges, hogy a fehértől a feketéig terjedő szürkefokozatú skála szélein

ugyanakkora világosság-különbségeket gyengébbnek érezzük, mint a skála közepén. Az egymástól megkülönböztethető fokozatok száma pedig a szem élességétől, illetve az egyes emberek ingerküszöbétől függ (Máthé, 2004).

A hideg-meleg kontraszt leginkább az egymástól jól elhatárolható felületek kiemelésére szolgál. A színekörön a legvilágosabb szín a sárga, a legsötétebb pedig az ibolya. A legerősebb világos-sötét kontraszt e két szín között él. Erre a tengelyre merőleges a vörösesnarancs–kékeszöld páros, mely e kontraszthatás két pólusát adja. Ha két szín keverékéből semleges szürkésfekete jön létre, a két színt komplementer színeknek nevezzük. Ezek a színek az emberi szem számára természetes ellentétet alkotnak.

A szín minőségének fogalma a színek tisztasági vagy telítettségi fokozatát jelenti. Minőségi kontrasztnak a telített, ragyogó színek és a tompa, tört színek közötti ellentét nevezzük (Itten, 1961). Ha a világossági fokozaton nem változtatunk, csak néhány fokozat különíthető el a telített szín és a vele egyforma világosságú szürke között. Ahhoz, hogy több fokozatot is alkalmazni tudjunk, a szín világosságán is változtatni kell.

A mennyiségi kontraszt az egymás melletti foltok nagyságának különbségén alapul. Lányeges azonban, hogy a két szín között mekkora az az arány, ahol egyik sem kerül túlsúlyba.

Ha hosszabb ideig szemlélünk valamilyen színt, pl. zöld négyzetet, majd behunyjuk szemünk, megjelenik benne az utókép vörös négyzet formájában. Ez bármely színnél hasonlóan történik, hisz a szem megköveteli vagy létrehozza a komplementer színt, megkísérli helyreállítani az egyensúlyt. Ezt a jelenséget nevezik szukcesszív kontrasztnak.

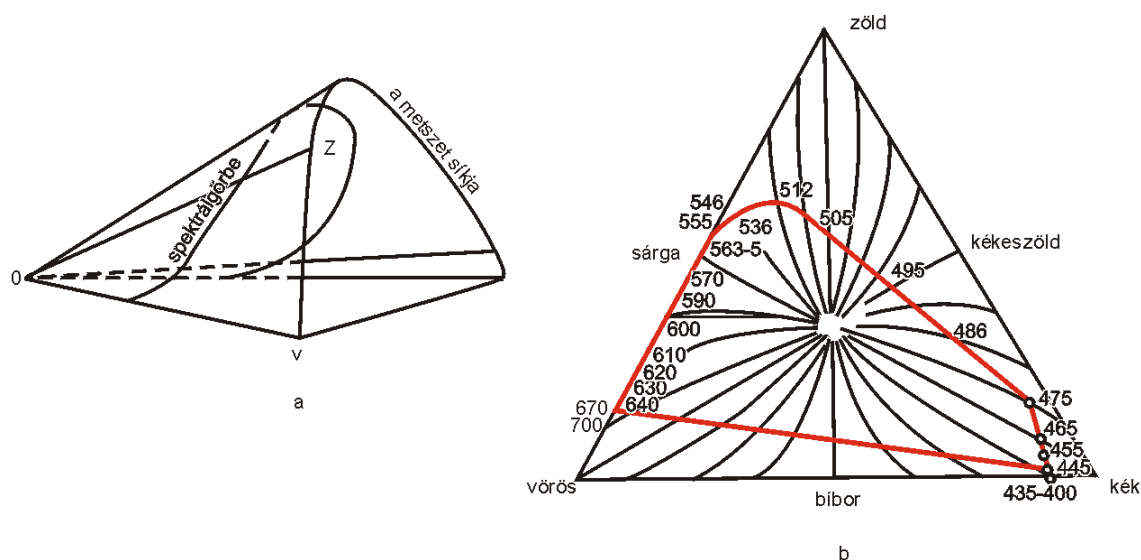
Ha tiszta színek közepébe helyezünk vele egyenlő világosságú szürke négyzetet, azt tapasztaljuk, hogy a szürke szín sárga lapon világos ibolyaként, narancs alapon kékeszürkeként, vörös alapon zöldesszürkeként, zöld alapon vörösszürkeként, kék alapon narancsszürkeként és ibolya alapon sárgászürkeként hat. A tiszta színek hajlamosak arra, hogy egymást kölcsönösen a maguk komplementere felé szorítsák. Ez az Itten (1961) által szimultán kontrasztnak nevezett jelenség.

A térképészeti gyakorlatban a szimultán kontrasztnak nagy jelentősége van. A térképen használt színek közti különbségnek megfelelően nagynak kell lennie ahhoz, hogy kellőképpen különbséget lehessen tenni az egyes foltok között. A geológiai térképeken a könnyebb különbségtételt segítő, foltot azonosító kódokat, illetve a kevesebb szín és színárnyalat alkalmazását támogatva, felületi jeleket alkalmazunk. Ezeket a 7. fejezetben ismertetem.

Erwin SCHRÖDINGER (1887–1961) osztrák fizikus és matematikus, a kvantummechanikában is használt alapösszefüggések mellett, és részben azok felhasználásával dolgozta ki a színek érzékelés és érzet szerinti mérésének módszerét, az úgynevezett felsőrendű színmetrikát.

Rendszerében a színmérésnek négyféle módja lehetséges: az azonosság, a nem azonosság, a legnagyobb hasonlóság és a legnagyobb ellentét. Magát a színmérést is két részre, alsórendű és felsőrendű részekre osztotta. Az alsórendű színmetrika a színek közötti legkisebb különbségen alapulva a legnagyobb hasonlóságot keresi. A felsőrendű színmérés a színeket nem euklideszi, hanem egy képzetes, RIEMANN-féle térben ábrázolja. Míg RUNGE, OSTWALD, MUNSELL színrendszere nem foglalkozik a színek egymás közti viszonyával, melyeket a színmérés törvényei leírnak, SCHRÖDINGER rendszere épp e viszonyokra épül (4.17. ábra).

Az egyes színek tulajdonságait a színkúpon a vektorszámítás módszereivel lehet meghatározni. Az intenzitás mértékét a vektor hossza mutatja. Mivel a spektrumgörbe pontjai eltérő távolságra vannak az origótól, jól érzékelhető az egyes színek fajlagos vagy saját világossági értéke is. A feketét és a fehéret összekötő vonalon a szürke árnyalatai helyezkednek el. SCHRÖDINGER kísérletei során megállapította, hogy a színek nemcsak fajlagos világossággal, hanem fajlagos telítettséggel is rendelkeznek (Király, 1989).



4.17. ábra. (a) SCHRÖDINGER színkúpja; (b) A színháromszög geodetikus vonalai SCHRÖDINGER szerint (Király, 1989).

5. A FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS MAGYARORSZÁGON A BOLOGNAI SZÍNRENDSZER ELŐTT (–1881)

Már a legrégebbi térképeken is feltűnnek bányajelölések, melyek a terület földtani sajátosságaira utalnak. Ilyen bányajelölésre talán a legrégebbi példa a *torinói papiruszon* a núbiai aranybányák térképen való ábrázolása, mely az egyiptomi újbirodalomban i.e. 1360 körül keletkezett (Stegen, 1998; Klinghammer– Papp-Váry, 1983).

A korai Magyarországról megjelent földtani vonatkozású térképeken a bányaterületeket, felszínre bukkanó ércteléreket, forrásokat stb. ábrázolták. Ezen túl ismertek térképek, melyek a Balatonnal és a Balaton környékén feltörő meleg-, szénsavas-forrásokat vagy a felvidéki és erdélyi bányaterületeket tüntetik fel (Ferencz, 1979).

A földkérget felépítő képződmények első rendszerbe foglalása, a földtannak rendszeres megfigyelő tudománnyá alakulása Abraham Werner GOTTELOB, a freibergeri bányászati akadémia tanárának működésével a XVIII. század végére esik. A földtani térképek rétegtani alapon való szerkesztése a XIX. század első évtizedeiben William SMITH munkássága révén valósult meg (Fülöp et al., 1975.).

Luigi Ferdinando MARSIGLI két évtizedes magyarországi tartózkodása alatt végig felmérte a Dunát (5.1. ábra). Emellett több földrajzi pont koordinátáit meghatározta, és – nyilván itáliai származása miatti érdeklődésétől vezetve – kutatta és térképezte a római kor maradványait is.



5.1. ábra. MARSIGLI 1744-es *Theatrum Antiqvitatum Romanarum in Hungaria* térképének részlete.

KORABINSZKY József Máttyás, Gróf SZÉCHENYI Ferenc pártfogásával 1791-ben kiadta Magyarország gazdaság-földrajzi térképét (5.2. ábra). Jelkulcsa gazdag, az ásványi anyagok előfordulásain kívül az állatvilág és az ipari, mezőgazdasági vonatkozású jelek szerepelnek. Ő az első, aki feltüntette az ország területén lévő bányákat.



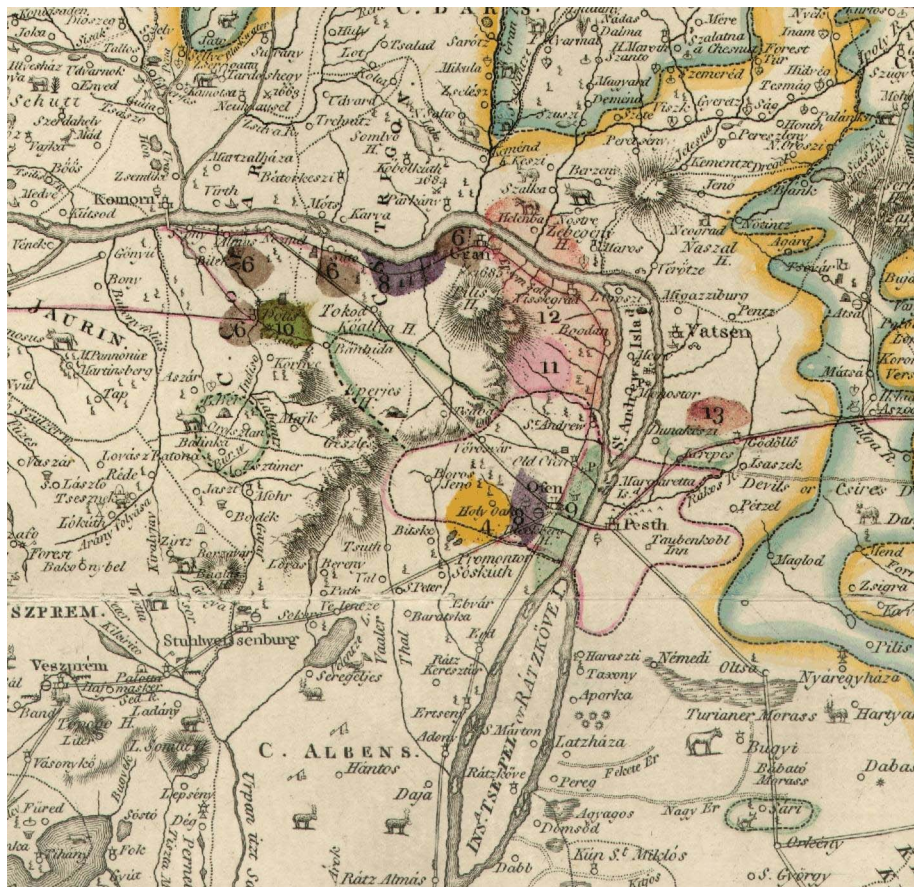
5.2. ábra. KORABINSZKY „Magyarország természeti tulajdonságának tüköre” térképének részlete.

BÉL Máttyás egész országot lefedő, geográfiai felmérésen alapuló megyetérkép-sorozatot indított, mely halálával megszakadt (5.3. ábra).

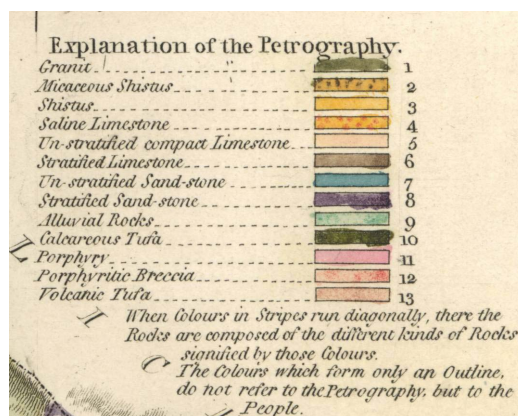


5.3. ábra. MIKOVINY Sámuel Nógrád megye térlépének egy részlete, BÉL Máttyás megyetérkép-sorozatából.

1797-ben jelent meg Londonban Robert TOWNSON angol világotutazónak, az Angol Királyi Társaság tagjának 1793-ban hazánkban tett látogatását dokumentáló „*Utazás Magyarországon*” c. műve. Ennek mellékleteként, a beiktatott KORABINSZKY-féle topográfiai térképen a bejárt útszakaszokon, területeken 13-féle földtani képződményt határozott meg és tüntetett fel számok és színek segítségével. Ez az első nagyobb területeket felölelő, színezett földtani térkép hazánk területéről. A bejárt állomásokat is feltüntette térképén (Fülöp, 1968; Galambos 2004a; 5.4., 5.5. és 5.6. ábra).



5.4. ábra. Részlet TOWNSON Magyarország-térképéből.



5.5. ábra. TOWNSON Magyarország-térképének jelkulcsa.



5.6. ábra. TOWNSON Magyarország-térképének állomás jelölései.

Maga a jelkulcs egy szöveges részt is tartalmaz, ahol a kőzetek besorolását ismerteti a következőképpen:

1 – <i>Granit</i> (gránit; olivazöld)	8 – <i>Stratified Sand-stone</i> (rétegzett homokkő; sötétlila)
2 – <i>Micaceous Shistus</i> (Csillám; napsárga, olivazöld foltokkal)	9 – <i>Alluvial Rocks</i> (üledékes kőzetek; türkiz-zöld)
3 – <i>Shistus</i> (napsárga)	10 – <i>Calcareous Tufa</i> (mésztufa; sötétzöld)
4 – <i>Saline Limestone</i> (tengeri mészkő; napsárga narancs foltokkal)	11 – <i>Porphyry</i> (porfír; rózsaszín)
5 – <i>Un-stratified compact Limestone</i> (rétegzetlen mészkő; drapp)	12 – <i>Porphyritic Breccia</i> (porfírbreccsa; piros)
6 – <i>Stratified Limestone</i> (rétegzett mészkő; sötétbarna)	13 – <i>Volcanic Tufa</i> (vulkáni tufa; világosbarna)
7 – <i>Un-stratified Sand-stone</i> (rétegzetlen homokkő; sötétkék)	

TOWNSON térképe az egymásra települő kőzeteket is jelöli, és a körvonalazással utal információinak forrására is: *When Colours in Stripes run diagonally, there the Rocks are composed on the different kinds of Rocks signified by those Colours. The Colours which form only an Outline, do not refer to the Petrography, but to the People* (Az átlós sávokban rajzolt színek az adott színnel jelölt kőzetek egymásra települését jelentik. A csak körvonalakkal jelölt színek nem a kőzettani leírásból ismert, hanem szemtanúk által elmondott kőzeteket jeleznek).

Az egész országra kiterjedő, átfogó földtani térképet először Francois Sulpice BEUDANT francia geológus szerkesztett Magyarországról 1818-ban (1822) 1 : 1 000 000 méretarányban (5.7., 5.8. ábra). Itt a képződményeket számokkal jelölik, a jelkulcs 16 egysége az időstől a fiatal felé halad. A vulkáni képződmények a jelkulcs végén kaptak helyet.



5.7. ábra. Részlet BEUDANT Magyarország-térképéből.



5.8. ábra. BEUDANT Magyarország-térképének jelkulcsa.

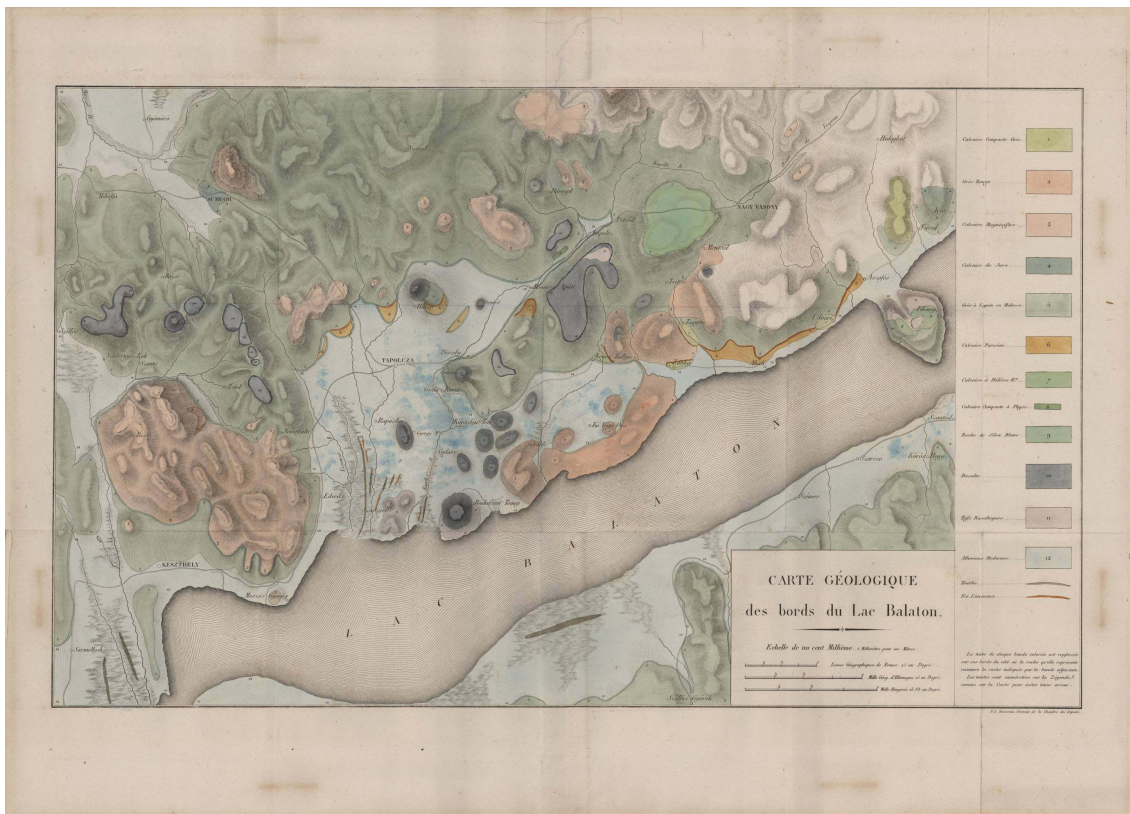
BEUDANT már tagolást is alkalmaz a jelkulcsban:

- *Terrains Primitifs* („ösi” felszínek)
- *Terrains Intermédiaire* (átmeneti felszínek)
- *Terrains Secondaire* (másodlagos felszínek)
- *Terrains terciaries* (harmadlagos/harmadidőszaki felszínek)
- *Terrains Indépendants* (független felszínek)

Ezen felosztáson belül a különféle képződményeket nemcsak színekkel jelölik, hanem vonalas objektumok is, mint pl.:

- lignit
- bazalt

BEUDANT ezen kívül készített egy 1: 100 000-es méretarányú térképet is – *Carte Géologique des bords du Lac Balaton* (A Balaton környékének geológiai térképe; 5.9. és 5.10. ábra). A jelkulcsban szintén színek és számok szerepelnek, a földtani korok itt sincsenek feltüntetve, csupán a litológia.



5.9. ábra. BEUDANT Balaton-térképe.



5.10. ábra. BEUDANT Balaton-térképének jelkulcsa.

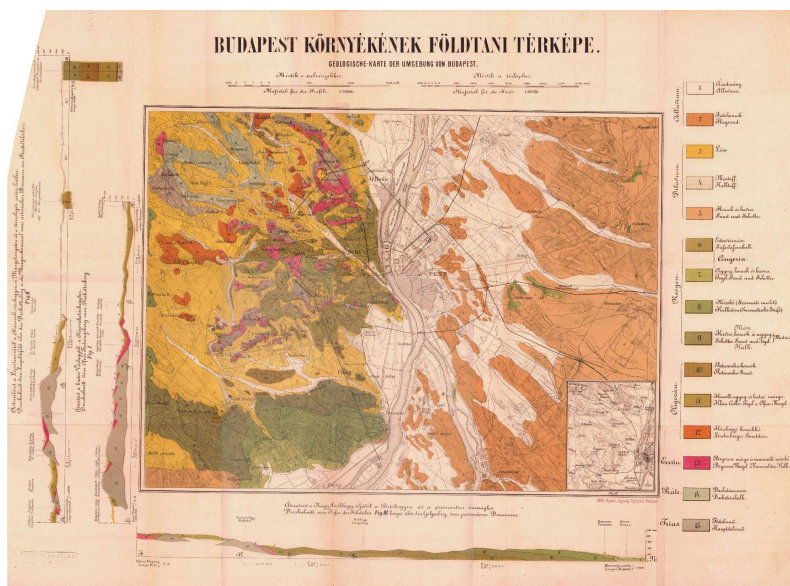
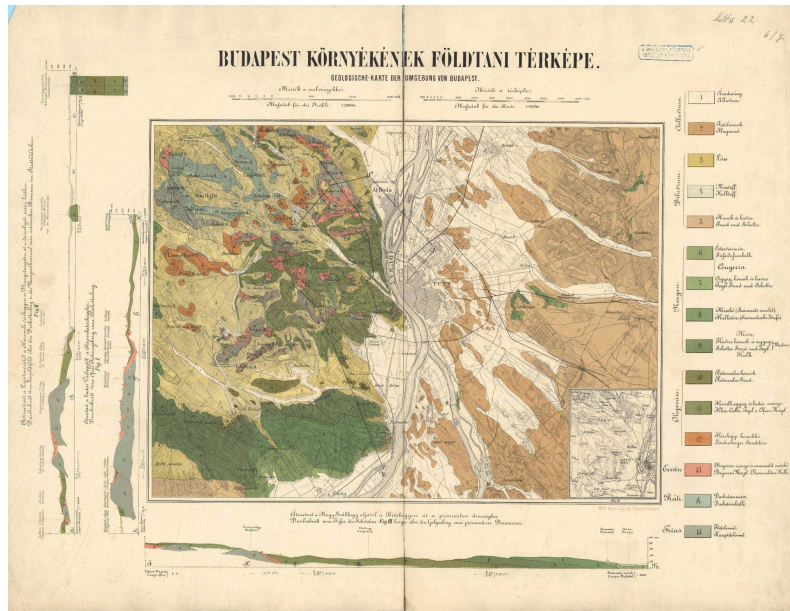
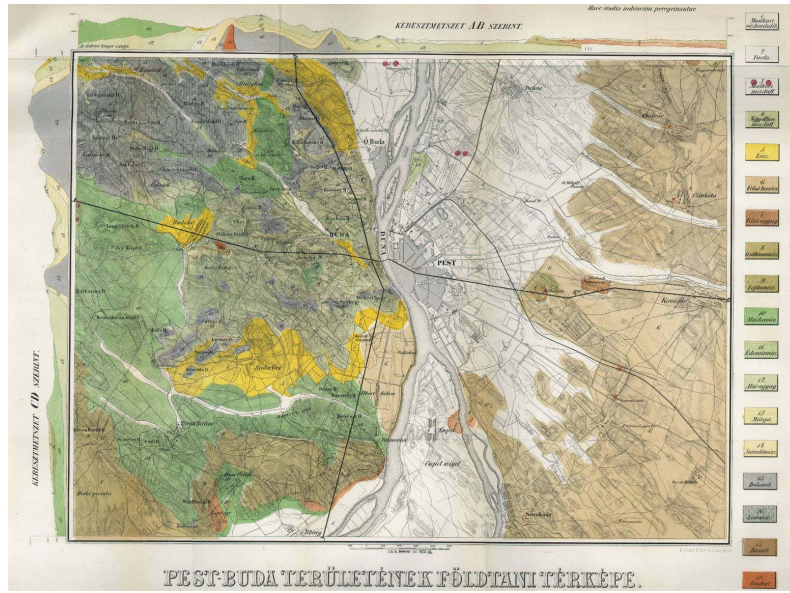
Érdeemes összehasonlítani a két térképet. Némely képződmény mindkét térképen megtalálható, a színhasználat azonban nem következetes. Valamilyen mértékben eltekinthetünk az azonos színen belül mutatkozó árnyalatkülönbségektől (pl. *kompakt mészkő*, amely mindkét térképen zöld, kis árnyalatkülönbséggel), mivel ezek a térképek kézi festéssel készültek. Egyes képződményeknél azonban jelentős a különbség.

képződmény	Magyarország-térkép	Balaton-térkép
<i>Grès rouge</i> (vörös homokkő)	Téglabarna	Világosbarna
<i>Calcaire magnesi</i> (magnéziumos mészkő)	Világosbarna	Világos narancs-barna
<i>Calcaire du Jura</i> (Jura mészkő)	Lila	Szürke
<i>Calcaire Parisienne</i> (párizsi mészkő)	Sötétbarna	Sötétdrapp
<i>Basalt</i> (bazalt)	Sötétbarna	Sötétszürke

A korai, TOWNSON- és BEUDANT-féle térképeken tehát csak színek és számok jelölték a földtani képződményeket. A színek használata teljesen egyedi, nincs még meghatározott előírás az egyes kőzetek jelölésére. Azt azért szükséges hozzátenni, hogy a két térkép teljesen más kőzetfelosztással dolgozik, BEUDANT térképe sokkal részletesebb.

Képződmény	Townson	Beudant
Gránit	Olivazöld	Rózsaszín
Allúvium	Világoszöld	Világoskék

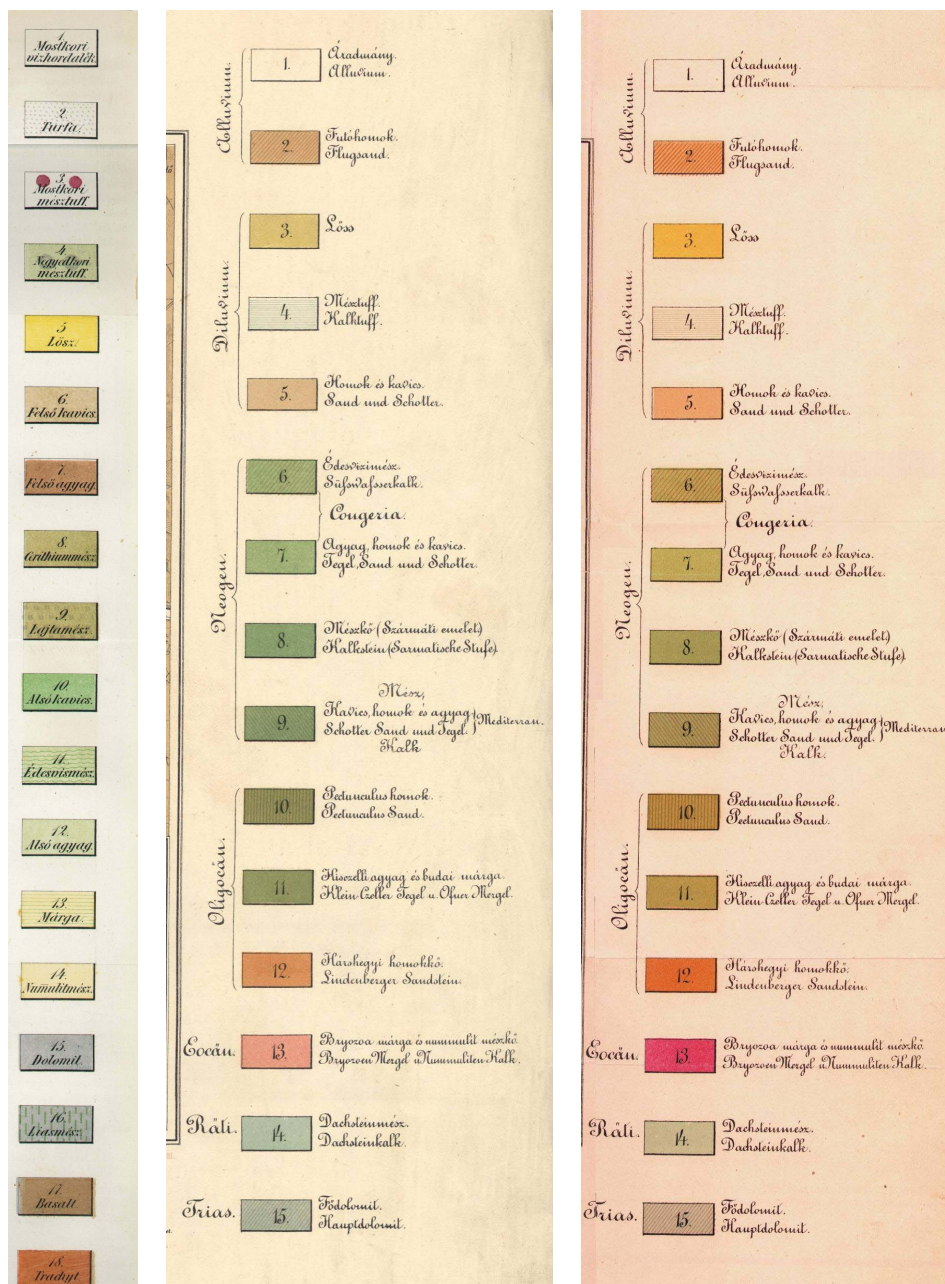
SZABÓ József Budapest térképein (5.11., 5.12. és 5.13. ábra) szintén követhető a geológiai ábrázolásmód változása. Az 1858-as térképen kőzetek (löss, dolomit stb.) kerültek ábrázolásra, a könnyebb megkülönböztetést a számok segítik. Egy-egy kőzetnél, illetve a hordalékoknál fehér alapon felületi jelölést alkalmaz.



5.11. ábra. SZABÓ József 1858, 1878, 1887-es Budapest-térképei.

SZABÓ az 1878-as és 1887-es térképen szintén számokat alkalmaz, de már megjelenik a korbeosztás is. Még nem érezhető a bolognai konferencia hatása, hisz a triász kőzet szürke, illetve zöld színt kapott. E két térkép valójában csak színében tér el, egyértelműen a konferencia hatásaként újraszínezett változatban jelentették meg az 1887-es változatot. Az igazán nagy különbség az első, illetve a másik kettő – vegyük az utolsó 1887-es változatot – között figyelhető meg.

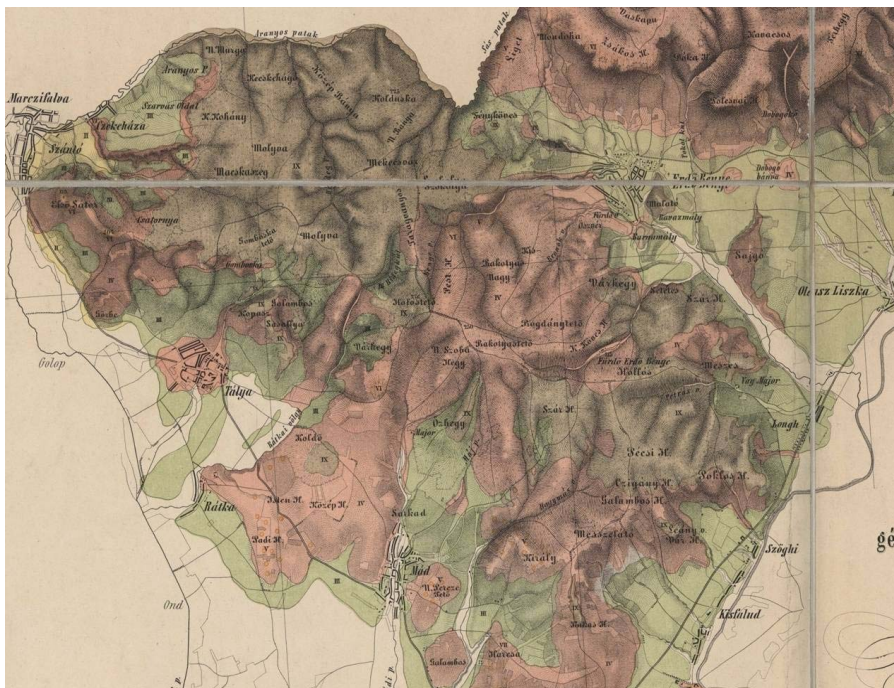
SZABÓ Józsefnek 1865-ben jelent meg Tokaj-Hegyalja földtani és szőlőművelési térképe (5.14. és 5.15. ábra), mely jelkulcsi ábrázolását tekintve teljesen eltér a Pest-Buda sorozat ábrázolásmódjától.



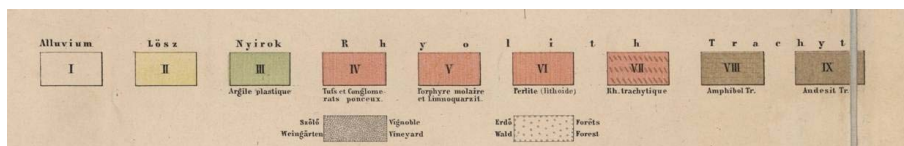
5.12. ábra. SZABÓ József 1858, 1878, 1887-es Budapest-térképeinek jelkulcsai.

Képződmény	1858	1887
Kavics	Világos drapp	Világos narancs
Édesvízi mészkő	Világoszöld, zöld sraffal	Olivazöld, barna sraff
Agyag, homok, kavics	Sötét barna	Oliva zöld
Dolomit	Szürke	Szürkészöld, barna sraff

5.13. ábra. Példák SZABÓ József 1858-as és 1887-es Budapest-térképeinek jelkulcsaiban eltérő képződményekre.



5.14. ábra. SZABÓ József Tokaj-Hegyalja földtani és szőlőművelési térképének részlete (1865).

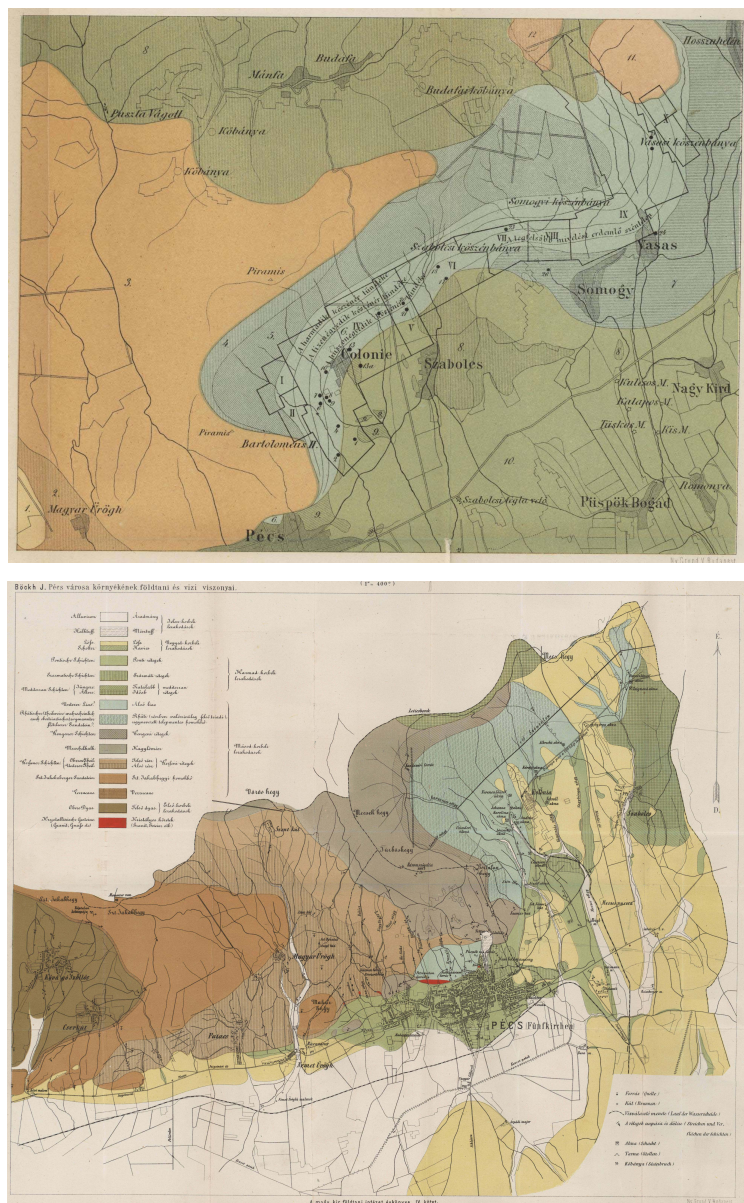


5.15. ábra. SZABÓ József Tokaj-Hegyalja földtani és szőlőművelési térképének jelkulcsa.

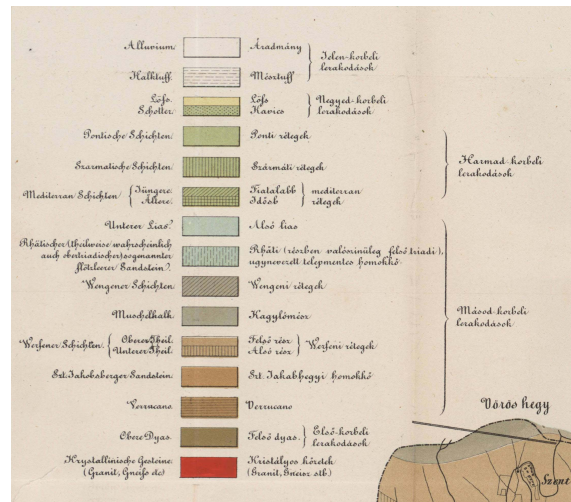
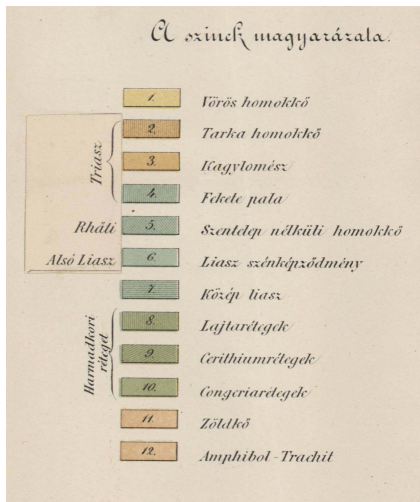
A földtudomány fejlődésével a század harmadik harmadára a térképek ábrázolásmódja jelentősen változik. A képződmények számmal való jelölése egy ideig még megmarad, de a jelkulcsban már feltűnik a korbesorolás és a felületi jelek alkalmazása is megjelenik (Galambos, 2004a)

A XIX. század közepétől indul meg a Monarchia területén éppúgy, mint Európa számos országában a rendszeres földtani térképezés. Bécsben 1849-ben alapították meg Földtani Intézetet, melyből a kiegyezés után, 1869-ben vált ki az önálló Magyar Földtani Intézet. Az angol földtani intézet, az *Ordnance Survey*-ből kiváló *British Geological Survey* pl. 1835-ben, az amerikai *U.S. Geological Survey* 1879-ben alakult meg. A Magyarhoni Földtani Társulat megalapítása 1848-ban, Vidéfalván történik. Ebben az időszakban indul meg a Kárpát-medence részletes földtani térképezése is (Stegena, 1998).

HANTKEN Miksa 1878-as „Pécsi kőszénbányamívelési terület földtani térképe” és BÖCKH János 1876-os „Pécsvárosa környékének földtani térképe” (5.16. és 5.17. ábra) már egységességet mutatnak a jelkulcsi elemek alkalmazásakor.



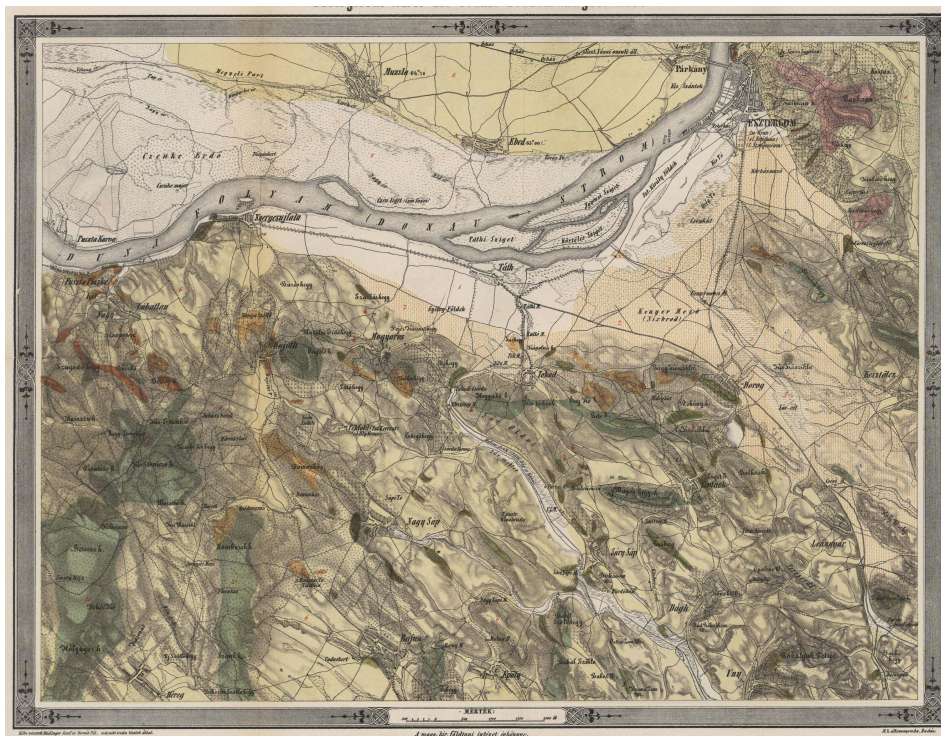
5.16. ábra. HANTKEN „Pécsi kőszénbányamívelési terület földtani térképe” (1878) és BÖCKH „Pécsvárosa környékének földtani térképe” (1876).



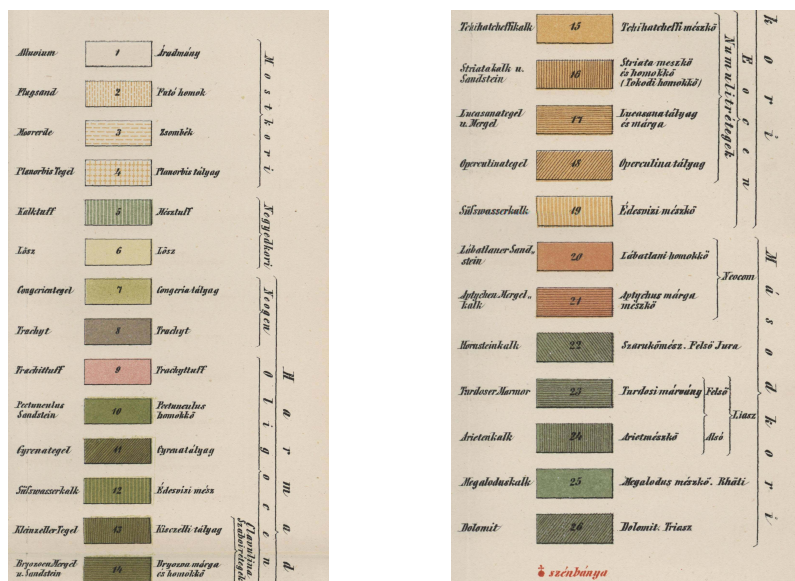
5.17. ábra. HANTKEN „Pécsi kőszénbányamívelési terület földtani térképe” (balra) és BÖCKH „Pécsvárosa környékének földtani térképe” (jobbra) jelkulcsa.

A liász kőzetek például mindkét térképen szürkés-kék színűek, a HANTKEN-térképen még számok jelölik a képződményeket, és megjelenik a korbeosztás, míg a BÖCKH-féle térképen – bár két évvel korábbi – ugyanarról a területről korbeosztás szempontjából sokkal részletesebb képet ad, és a számok helyett a felületi jelek segítik a térképolvasást.

E két térképnél későbbi HANTKEN 1871-es „Esztergom barnaszénterületének földtani térképe” (5.18. és 5.19. ábra), mégis, ábrázolásmódjával és korbeosztásával a legjobban hasonlít a XIX század elején megjelenő földtani térképekre, pl. a liász rétegek itt is zöld színnel jelöltek.



5.18. ábra. HANTKEN „Esztergom barnaszénterületének földtani térképe” (1871).



5.19. ábra. HANTKEN „Esztergom barnaszénerületének földtani térképe” jelkulcsa.

A rétegtan fejlődése magával hozta az ábrázolásmód megújítását. Az 1878-as párizsi I. Nemzetközi Geológiai Kongresszus programjába vette a rétegtani osztályozás és nevezéktan egységesítését, végül az 1881-ben Bolognában megtartott II. Nemzetközi Geológiai Kongresszuson dolgozták ki a földtani térképek egységes szín- és jelkulcsát (Capellini, 1882; Staub és Szontagh, 1886; Fülöp et al., 1975; Galambos 2004a). A kongresszusra pályázatot írtak ki, melyben a pályázók javaslatot tehetek a földtani térképek, metszetek szín és felületi jeleire (Inkey és Schmidt, 1880).

A színhasználat alapelve az volt, hogy minél idősebb egy képződmény, annál sötétebb színnel kell jelölni. Ekkor fektették le a ma használt geológiai kortábla színbeosztásának alapjait. A Nemzetközi Geológiai Kongresszus harmadik ülészakát 1884 őszére tűzték ki, és végül 1885-ben tartották meg. A budapesti magyar bizottság 1884. május 26. és június 10. között ülésezett és összegezte az eddigi megállapodásokat (Staub és Szontagh, 1886). A bizottság tagjai: dr. SZABÓ József, BÖCK János, dr. HOFMANN Károly, INKEY Béla, LÓCZY Lajos, TELEGDY ROTH Lajos és dr. PETHŐ Gyula voltak. A kongresszusokon a geológiai jelölések egységesítése mellett Európa geológiai térképének elkészítését is célul tűzték ki:

„Egy ily térkép magyarázatának általánosan elfogadott műszókkal kell kifejeznie a tudományban elfogadott nagy osztályokat, de viszont az alosztályainak is úgy kell szerkesztve lennie, hogy harmóniában legyenek az egyes országok geológiai viszonyaival. A magyar bizottság elfogadván a bolognai ülészak általános határozatait a systémákra és az emeletekre nézve, kifejti ezennel az ismeretes helybeli tényeket s ezeket alkalmazza Magyarország elkészítendő geológiai térképének alapjául” (Staub és Szontagh, 1886). A bizottság így

készített egy kőzetleírást is a Magyarországon előforduló kőzetekről és ezek geológiai időrendi besorolásáról. A kongresszuson elfogadott színekulcs a következő (Radócz, 1971; 1981):

Tercier	Sárga	Karbon	Szürke
Kréta	Zöld	Devon	Barna
Jura	Kék	Szilur és kambrium	Szürkés-kék-kékeszöld
Liász	Sötétkék	Archaikum	Rózsaszín
Triász	Ibolya	Eruptív kőzetek	Vörös

A napjainkban használt korok színei a következők:

Neogén	Sárga
Paleogén	Narancssárga
Kréta	Zöld
Jura	Kék
Triász	Lila
Perm	Sárgásbarna
Karbon	Szürke
Devon	Barna
Szilur	Világos szürkészöld
Ordovícium	Olajzöld
Kambrium	Sötét kékeszöld
Proterozoikum	Lilás rózsaszín
Archaikum	Rózsaszín

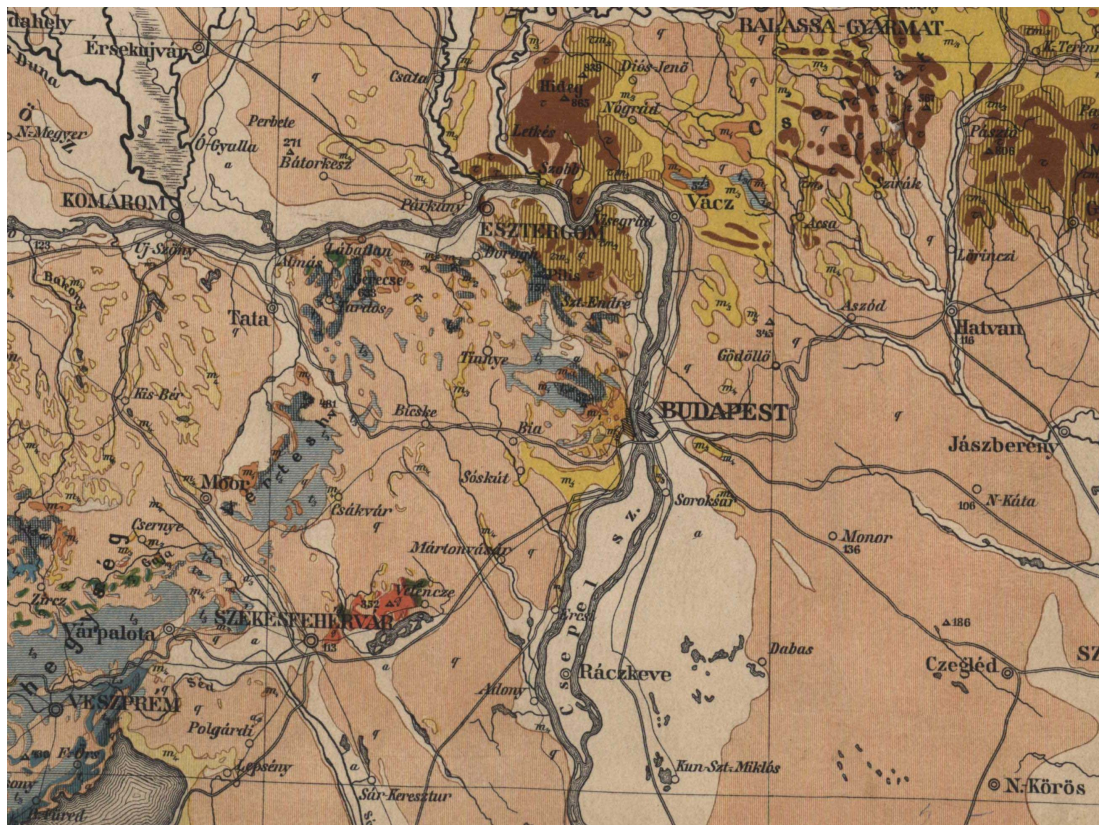
A két táblázat közötti különbség lényegében a rétegtan fejlődésének köszönhető, lényeges eltérés a színek között nem figyelhető meg.

A fiatal, negyedidőszaki képződményeket különböző felületi jelekkel különítették el egymástól. A vulkanikus eredetű kőzetek szintén egyedi színt kaptak, hogy a korok alapszíneitől és azok különféle árnyalataitól lényegesen megkülönböztethetők legyenek.

Ha megfigyeljük ezeket a képződmény-táblákat, teli (vö. a HSI-szintábla *Saturation* komponensével, 2.3.3.2. pont) szint ritkán alkalmaznak. Általában, és ez legszembeütőbben az igen részletesen ismertetett jura korú képződményeknél figyelhető meg, a kornak megfelelő színű felületi jeleket használnak. A bolognai kongresszuson KARPINSKY által javasolt szintábrákat a 1. melléklet I–IX. táblájában mutatom be.

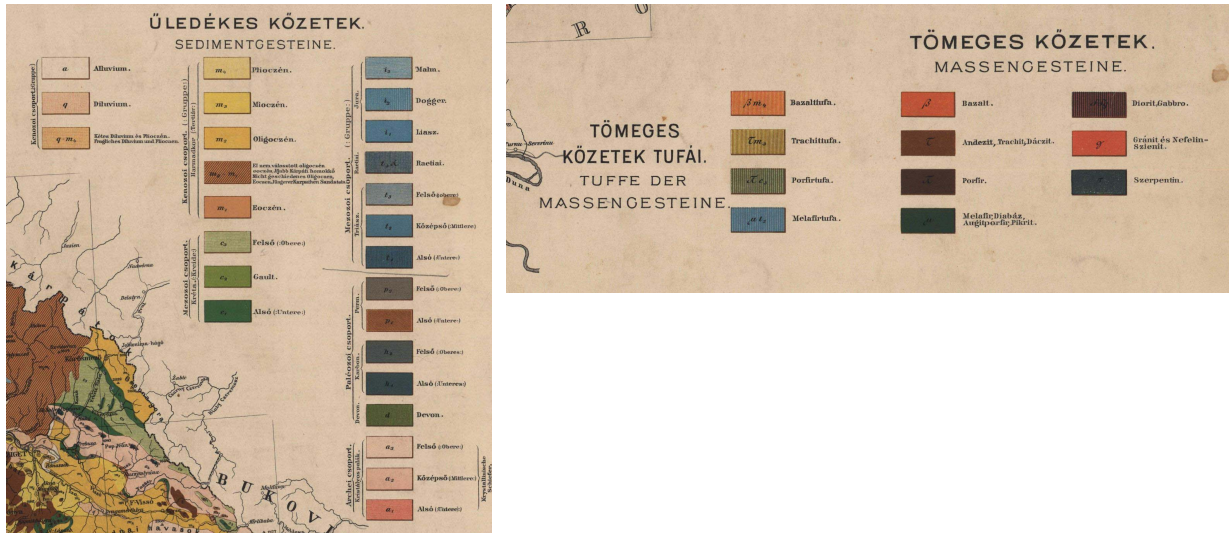
6. A FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS HAZÁNKBAN A BOLOGNAI KONVENCIÓK BEVEZETÉSE (1881) UTÁN

Az új színhasználatra való áttérés egy viszonylag hosszabb folyamat eredménye volt. A színhasználat alapelve az volt, hogy minél idősebb egy képződmény, annál sötétebb színnel kell jelölni. E rendszer alapján készült el a térképen Magyarhoni Geológiai Társulat néven szereplő Magyarhoni Földtani Társulat összegző műve, Magyarország Geológiai Térképe 1893-ban nyomtatott topográfiai alaptérképre, kézzel festett változatban. A térképet végleges, nyomtatott változatban 1896-ban a millennium alkalmából jelentették meg (6.1., 6.2. ábra). A térképet bemutatták az 1900-as párizsi világkiállításon, ahol aranyéremmel tüntették ki (Pálfy, 1901; Böckh, 1903).

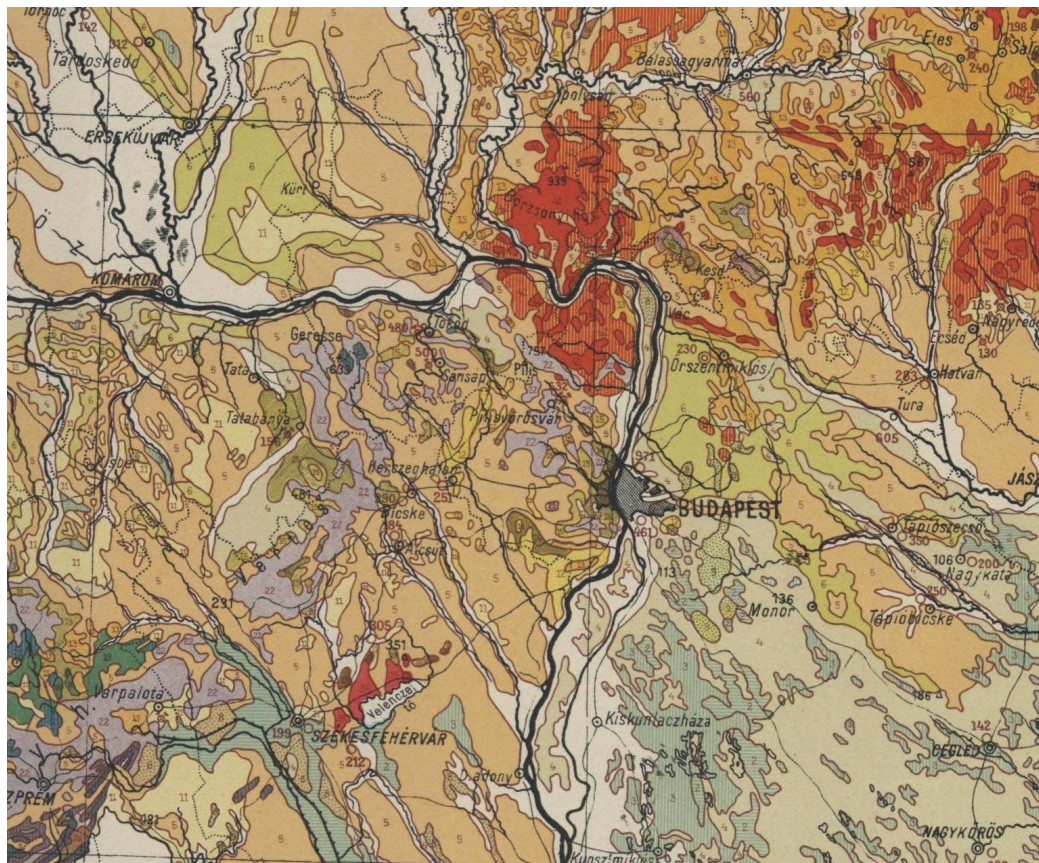


6.1. ábra. BÖCKH „Magyarország Geológiai térképe” (1896).

LÓCZY Lajos 1890–1910 között készítette el Magyarország és határos területeinek földtani térképét 1:360 000 méretarányban, kéziratos formában, amit halála után 1922-ban PAPP Károly rendezett sajtó alá, és a Magyar Földrajzi Társaság kiadványaként, a Magyar Földrajzi Intézet nyomtatásával 1:900 000 méretarányban került kiadásra (Fodor, 1954) (6.3., 6.4. ábra).

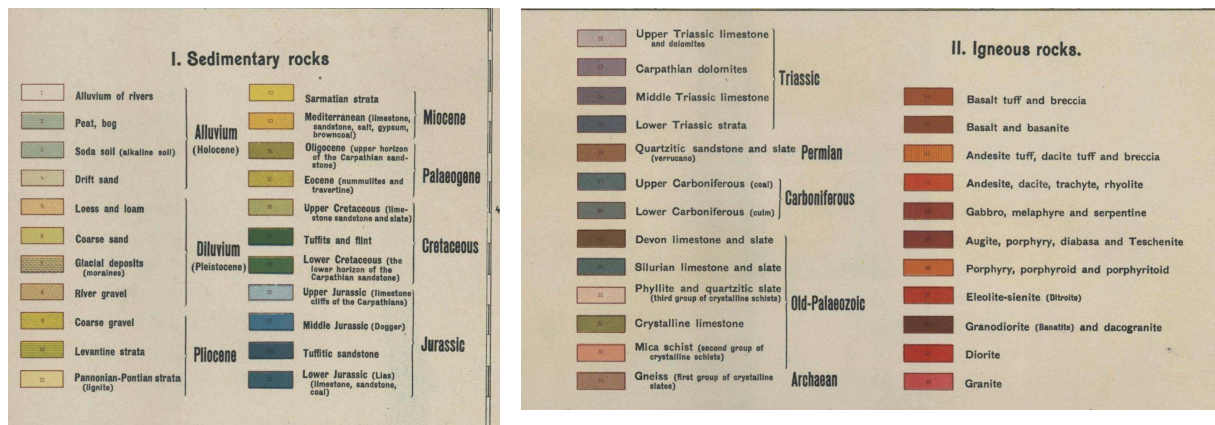


6.2. ábra. BÖCKH „Magyarország Geológiai térképe” jelkulcsa.



6.3. ábra. LÓCZY „Magyarország Geológiai térképe” (1922).

E két térkép színvilágában és jelkulcsában hasonlít egymásra, lényeges különbségük azonban, hogy az első Nagy-Magyarországot, az utóbbi a teljes Kárpát-medencét ábrázolta. Fodor (1954) azt írja LÓCZY Lajos térképéről: „35 színárnyalatban sem azelőtt, sem azóta nem nyomtak még térképet Magyarországon”.



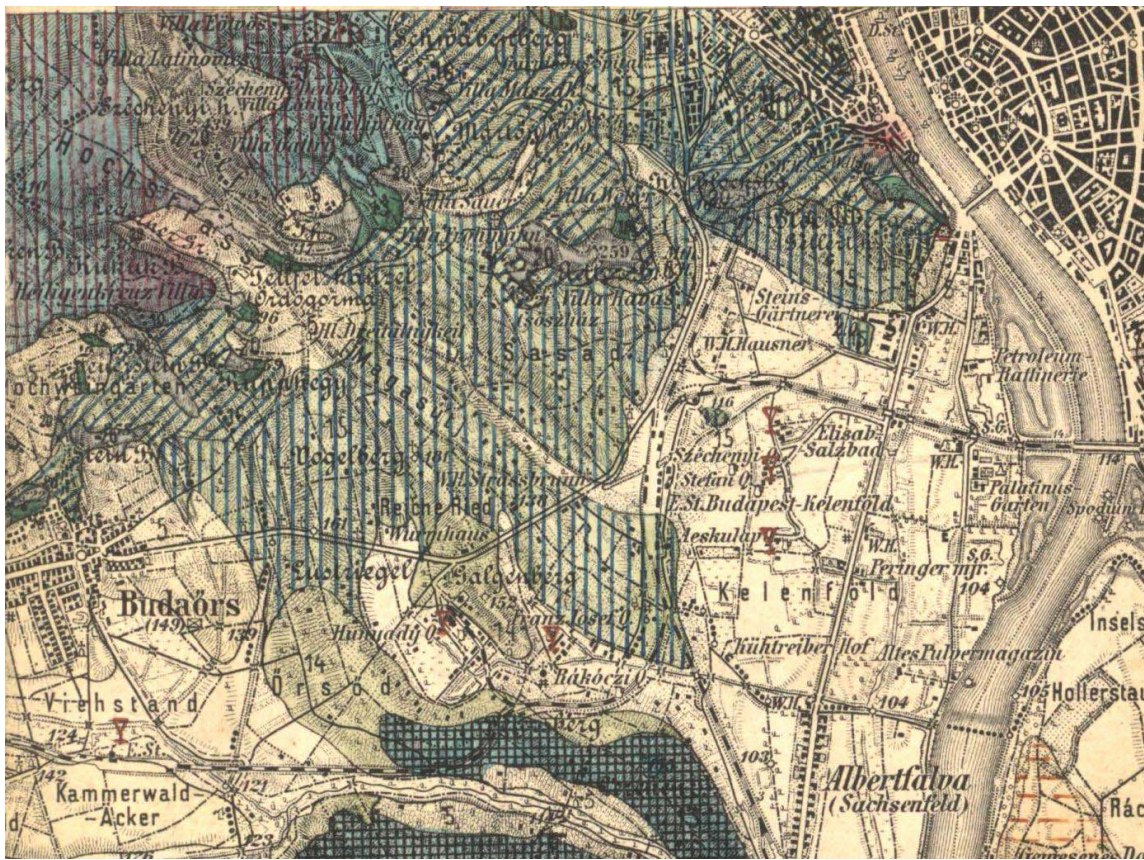
6.4. ábra. LÓCZY „Magyarország Geológiai térképe” jelkulcsa.

A Bolognában lefektetett színrendszeren alapul az 1896-ban megjelent, a kőzeteket kor és emelet szerint tagoló térkép, valamint LÓCZY 1922-ben kiadott térképe is. E két térkép alapjául szolgál egy kézzel festett 1886-ban készült változat, melynek jelkulcsán pontosan nyomom követhető az egységes színrendszer átvétele. Ez a térkép a Magyar Királyi Földtani Intézet és a Bécsi Földtani intézet együttműködésével készült. A szerkesztők: BÖCKH János, HOFMANN Károly, KOCH Antal voltak, a térképet HATSCHEK Ignác rajzolta (6.5. ábra). Ezt a térképet a Magyar Korona Országairól készült áttekintőtérképnek szánták, és az egységesen elkészítendő Európai Geológiai Térképsorozat részét képezte volna. A térkép jelkulcsát az 2. mellékletben mutatom be.



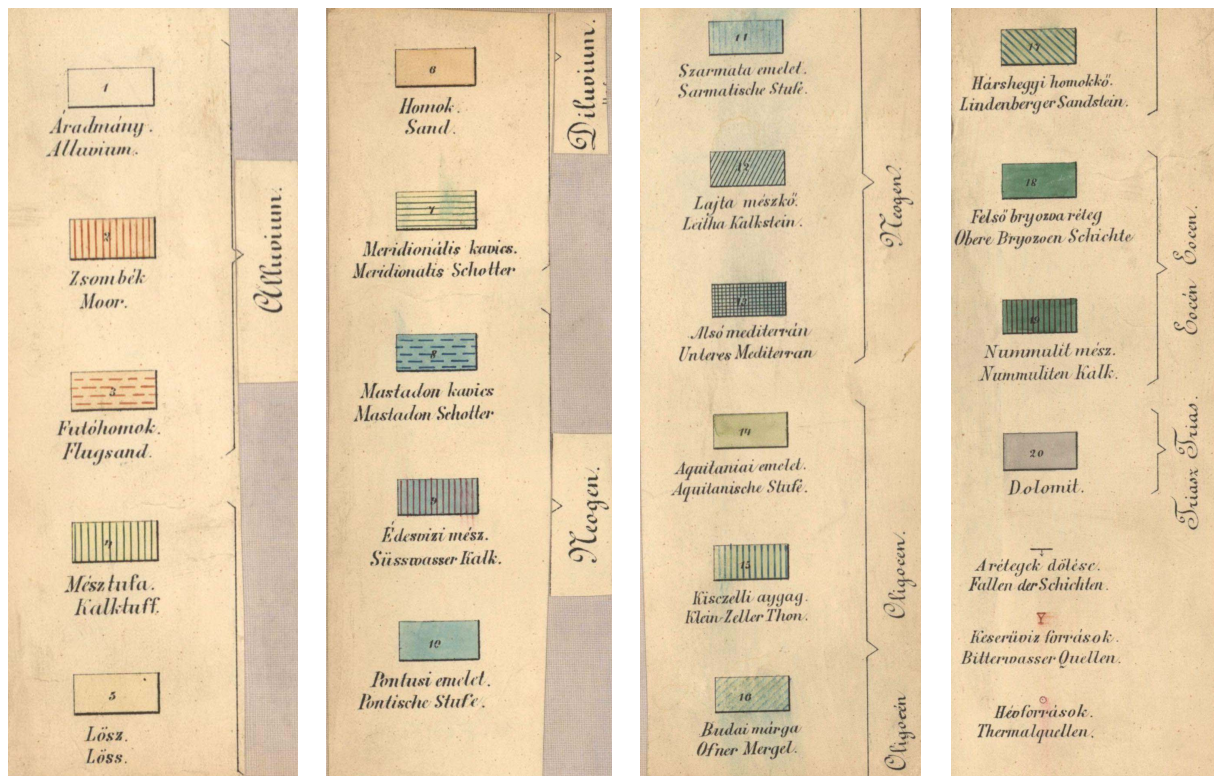
6.5. ábra. BÖCKH, HOFMANN, KOCH „Magyarország Geológiai térképe” (1886).

1883–1915 között a „Magyarázatok a Magyar Korona Országainak részletes földtani térképéhez” sorozat kereteiben a második katonai felmérésnek (Jankó, 2001) megfelelő 1:144 000-es lapok reambulálásával 1:75 000 méretarányban újabb földtani térképek elkészítése zajlott. 1902-ben jelent meg Budapest és Tétény vidékének földtani térképe, melynek földtani adatait 1868-ban HANTKEN Miksa és dr. HOFMANN Károly felvételezte (6.6., 6.7. ábra). A kiegészítést és reambulálást HALAVÁTS Gyula végezte 1894–96-ban. A III. katonai felmérés topográfiai alapjára (Varga, 2002; Timár et al., 2003) kerültek fel a földtani feltételek, melyek elkülönítését a színek mellett különböző felületi jelek is segítik.

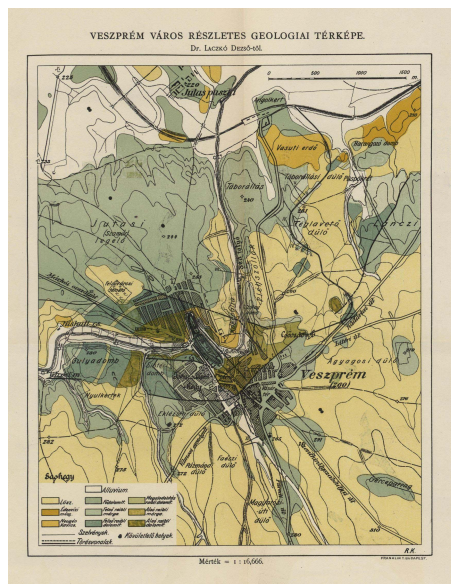


6.6. ábra. HANTKEN, HOFMANN, HALAVÁTS „Budapest és Tétény vidéke földtani térkép” részlete (1886).

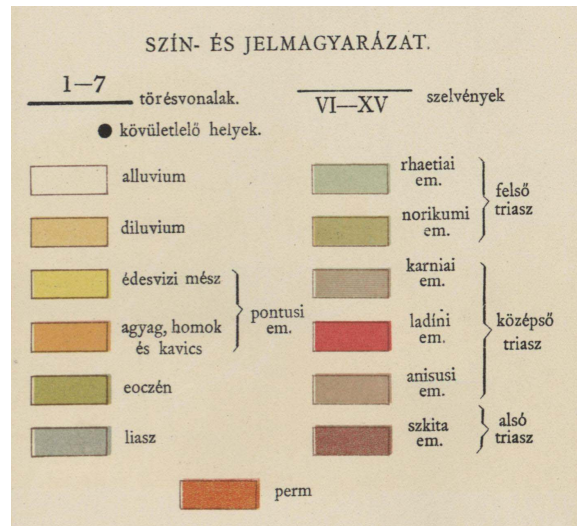
LACZKÓ Dezső „Veszprém város részletes térképe”, illetve „Veszprém környékének részletes geológiai térképe” 1911-ben jelent meg (6.8., 6.9. ábra). Színrendszereik eltérnek az ekkor már széleskörűen alkalmazott, nemzetközileg elfogadott jelölési rendszerektől, ezen túlmenően a két térkép színrendszere egymástól is eltér. A triász korú képződmények az előírt kék helyett barnás színezetűek.



6.7. ábra. HANTKEN, HOFMANN, HALAVÁTS „Budapest és Tétény vidéke földtani térkép” jelkulcsának részlete (1886).

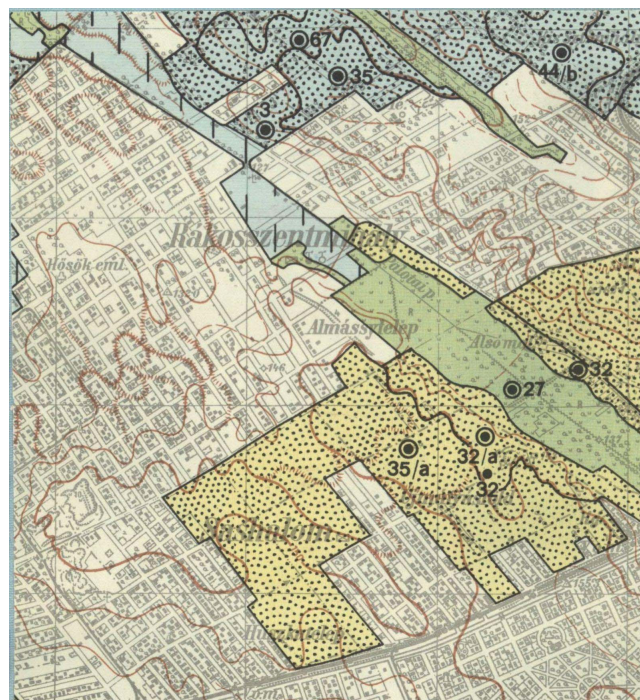


6.8. ábra. LACZKÓ „Veszprém város részletes-...”, illetve „...környékének részletes geológiai térképe” (1911).



6.9. ábra LACZKÓ „Veszprém város részletes-...”, illetve „...környékének részletes geológiai térképe” jelkulcsa.

1935–46 között adták ki a „Magyarozatok Magyarország Geológiai és Talajismereti Térképeihez” sorozatot, melyhez 1:25 000 méretarányú térképek tartoznak. A magyarázó táblázatos formában összefoglalja a talajrétegek vastagságát méterben, és mintavételi helyeket, talajtípusokat, ezenkívül a talajösszetevőket, az utolsó terményt és különféle talajtani megfigyeléseket. Ebből a sorozatból a dr. TEÖREÖK László által szerkesztett Budapest-Újpest lap részletét mutatom be. Magán a térképen a talajok kémiai tulajdonságát és a növényzet típusait jelölik színekkel, a felületi jelek pedig a talaj fizikai tulajdonságát mutatják (6.10. 6.11. ábra).



6.10. ábra. DR. TEÖREÖK „Átnézetes talajismereti térkép Budapest-Újpest lap” részlete.

SZINKULCS ÉS JELMAGYARÁZAT:
FARBEN- UND ZEICHENERKLÄRUNG:

1. Kémiai talajtulajdonságok.
Chemische Bodeneigenschaften.

Tölygőn sűrűn vagy gyengén lúgos, mérsékelten talajok.
Überwiegend neutrale oder schwach alkalische, mit kalk gestättigte Böden.

Tölygőn sűrűn, mérsékelten talajok, az általában már a felszínhez közel szervesanyag maradványok talajok.
Überwiegend Böden mit starker, kalkgestättigter Deckung, diese Untergrund schon in der Nähe der Oberfläche kalksauren Kalk enthält.

2. Egyéb jelzések.
Sonstige Zeichen.

Érdőzetes vidékek, vízjárta területek.
Zehnesse oder Gedeht.

Érdők.
Wälder.

Tavak, nádasok és folyók.
Teiche, Röhrichte und fließende Gewässer.

A terület tölygő részét jellemző szelvény jegyzőkönyvi száma.
Profilnummer des für den grössten Teil des Gebietes kennzeichnenden Profils.

A foltoktól található eltérő szelvények jegyzőkönyvi száma.
Profilnummer der abweichenden aufgefundenen Profile.

Földrajzi hely és száma.
Nummer und Ort der Höhen.

3. Fizikai talajtulajdonságok.
Physische Bodeneigenschaften.

Jó víztartó és vízvezetőképességű talajok.
Das Wasser gut speichernde und leitende Böden.

Nagy víztartó és vízvezetőképességű, még jó víztartó talajok.
Das Wasser noch gut speichernde Böden, mit hoher Wasserleitfähigkeit.

Igen nagy víztartó és vízvezetőképességű, gyengén víztartó talajok.
Das Wasser sehr gut leitende, schwach speichernde Böden.

4. Tápanyagforrások és a talajvíz mélysége.
Nährstoffkapazität und Tiefe des Grundwassers.

A számlálóban foglalt első számjegy a humusz tartalmat jelzi a következő fokozatokban:
Die erste Zahl des Zählers gibt den Humusgehalt nach den folgenden Skala an:

1.	Humus tartalom (Humusgehalt) 1%-nál kisebb (kleiner).
2.	1-2% között (zwischen).
3.	2-3% között (zwischen).
4.	3-4% között (zwischen).
5.	4-5% között (zwischen).
6.	5-8% között (zwischen).
7.	8-15% között (zwischen).
8.	15%-nál nagyobb (größer).

A számlálóban foglalt második szám az összes foszfor tartalmat jelzi a következő fokozatokban:
Die zweite Zahl des Zählers gibt den Gesamtphosphorgehalt nach folgender Skala an:

5. 2. 5.
30-60, 4.

1. Összes foszfor tartalom.
Gesamtphosphorgehalt

1.	Összes foszfor tartalom (Gesamtphosphorgehalt) 0,05-0,1% között (zwischen).
2.	0,1-0,15% között (zwischen).
3.	0,15-0,2% között (zwischen).
4.	0,2-0,3% között (zwischen).
5.	0,3%-nál nagyobb (größer).

A számlálóban foglalt harmadik szám az összes káliumtartalmat jelzi a következő fokozatokban.
Die dritte Zahl des Zählers gibt den gesamten K₂O-Gehalt nach der für den Gesamtphosphorgehalt angegebenen Skala an.

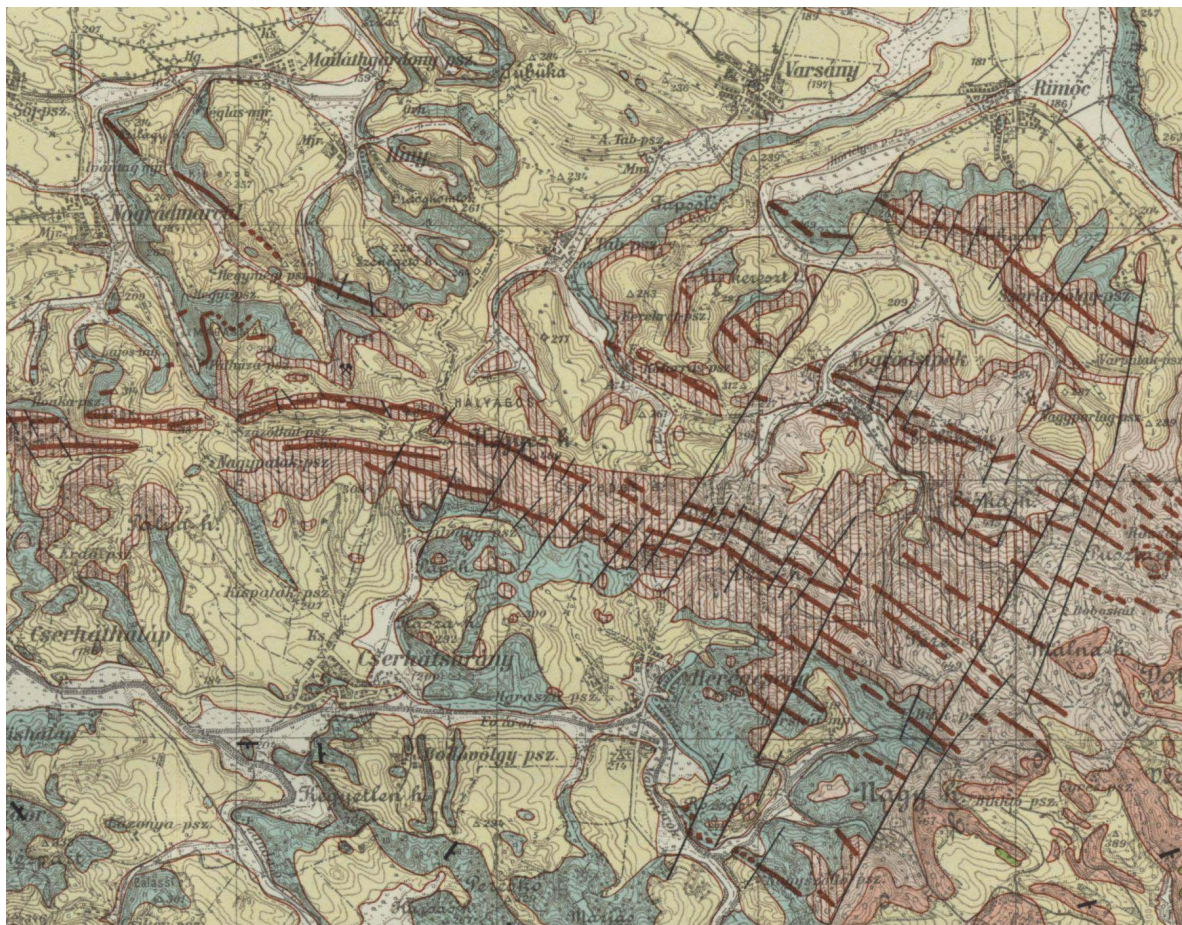
A nevezőben foglalt első két szám a humuszréteg vastagságának határait jelzi cm-ben.
Die ersten zwei Zahlen des Nenners geben die untere und obere Grenze der Mächtigkeit der Humusschicht in cm an.

A nevező utolsó számjegye a talajvíz mélységét jelzi méterekben.
Die letzte Zahl des Nenners gibt die Tiefe des Grundwasserspiegels in m an.

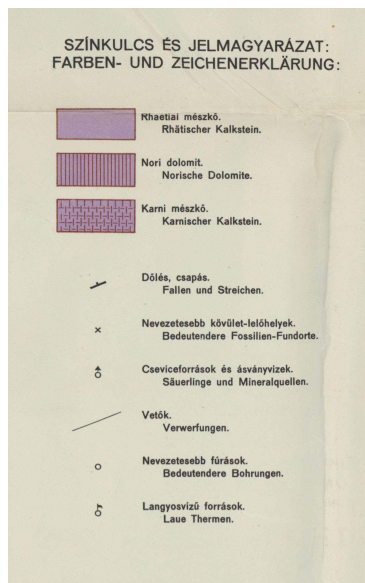
Az első római számjegy az illető területen előforduló talajnevet, a második földrajzi típus, a harmadik az allitípust jelzi a „Magyarország”-ban közzétett SIGMOND talajrendszert alapján. Pl. XI-V-II — talajnevet jelöl; földrajzi típus: barna mezőgazdasági talaj; allitípus: világosbarna mezőgazdasági talaj.
Die erste römische Zahl bedeutet die Bodenart, die zweite den Haupttyp, die dritte den Untertyp des betreffenden Territoriums nach dem System von A. J. SIGMOND 2. B. XI-V-II — Bodenart: Kalkboden; Haupttyp: Steppenboden; Untertyp: Heuboden.

6.11. ábra. DR. TEÖREÖK „Átnézetes talajismereti térkép Budapest–Újpest lap” jelkulcsa.

ID. NOSZKY JENŐ A Cserhát-hegység földtani térképe 1: 75 000 méretarányban 1940-ben jelent meg a „Magyar Tájak Földtani Leírásai” sorozat (1935–44) részeként (6.12., 6.13. ábra). Jelkulcsa és kinézete is ehhez a sorozathoz idomul. Részletes, szürke árnyalatú topográfiával rendelkezik, mely a szintvonalrajzot is tartalmazza. A földtani képződményeket színek jelölik. A foltok kontúrja azonban piros színt kapott, ami a hagyományos ábrázolástól eltér.



6.12. ábra. ID. NOSZKY „A Cserhát-hegység földtani térképe” részlet (1940).



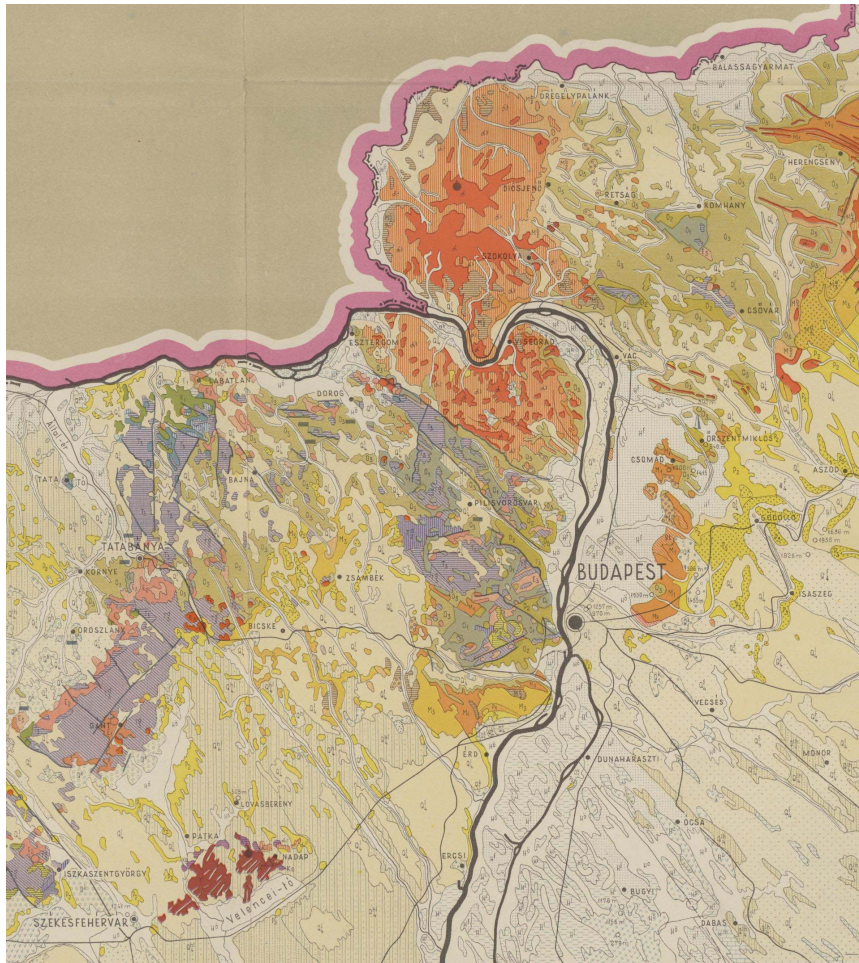
6.13. ábra. ID. NOSZKY „a Cserhát-hegység földtani térképe”jelkulcsa (1940).

Az 1950-es évektől megjelenő, hazánkat ábrázoló geológiai térképek folyamatosan egyre egységesebb jelölést kapnak és fokozatosan kialakult a ma hivatalosan használt kortábla és a képződményekhez társított szín és felületi jelek alkalmazása.

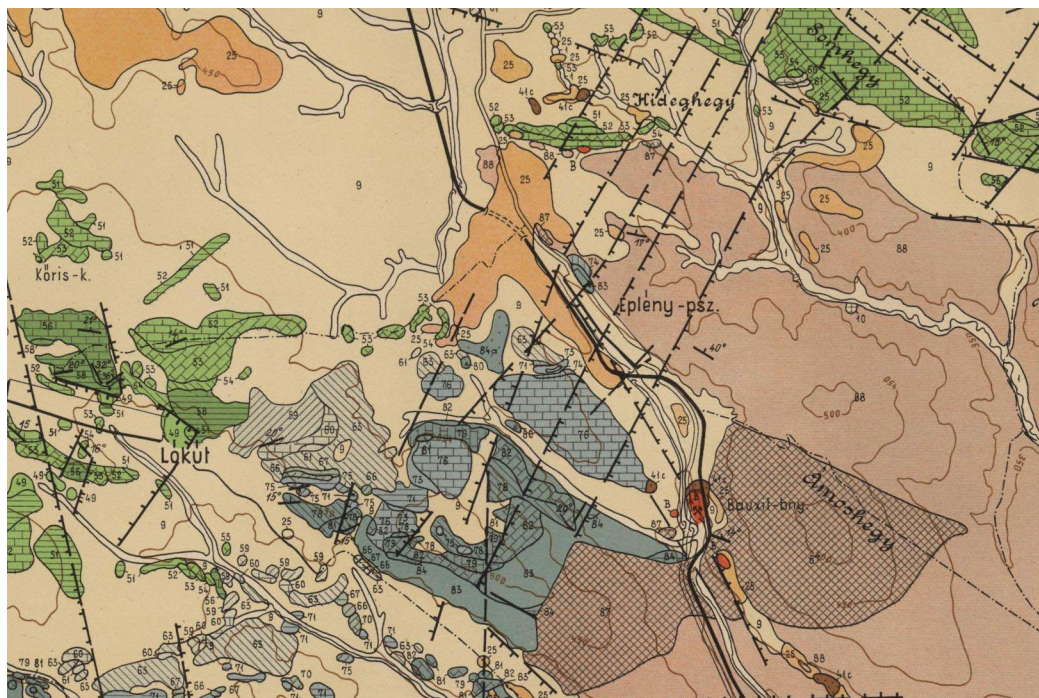
1956-ban adták ki BALOGH et al. Magyarország 1:300 000-es méretarányú földtani térképét (6.14. ábra), mely egységesen kialakított rétegtani és kőzettani jelkulccsal rendelkezik és 30 negyedkori és holocén, valamint 67 ezeknél idősebb földtani képződményt tüntet fel (Gyalog, 2004). Jelkulcsát a 3. mellékletben mutatom be.

1957-ben 4 lapon adták NOSZKY „A Bakonyhegység északi részének földtani térképe” c. kiadványt 1:25 000 méretarányban (6.15., 6.16. ábra). A térkép a méretaránynak megfelelő részletességgel ábrázolja a földtani foltokat, azonban a különféle képződményeket a felületi jeleken kívül számokkal jelöli.

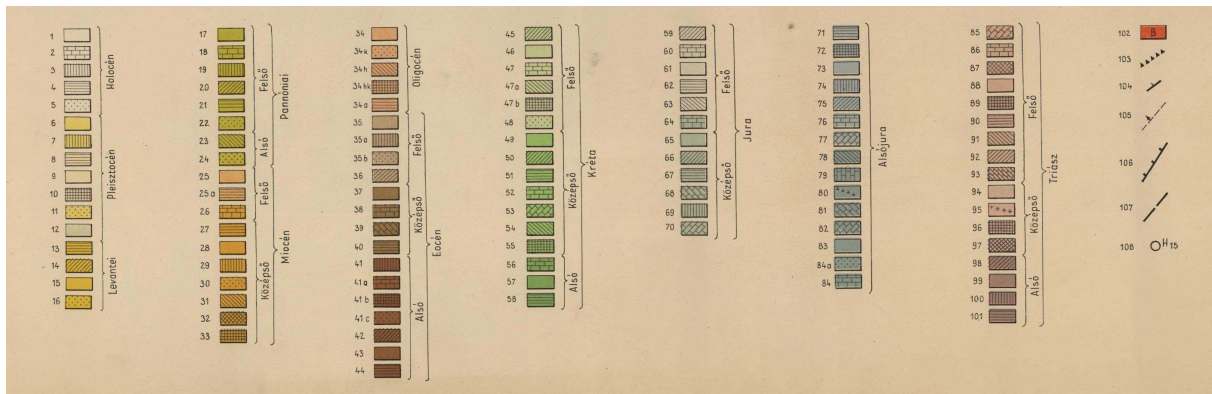
FÜLÖP et al. 1:500 000 Magyarország térképe visszamutat a korábbi jelkulcsi ábrázolásokra, hisz ugyan az ekkor már általánosan használt korbeosztást alkalmazza, de a kőzetek mégis számjelölést kaptak. 26 kvarter és 101 idősebb képződményt alkalmaz (Gyalog, 2004). Jelkulcsát a 4. mellékletben mutatom be (6.17. ábra).



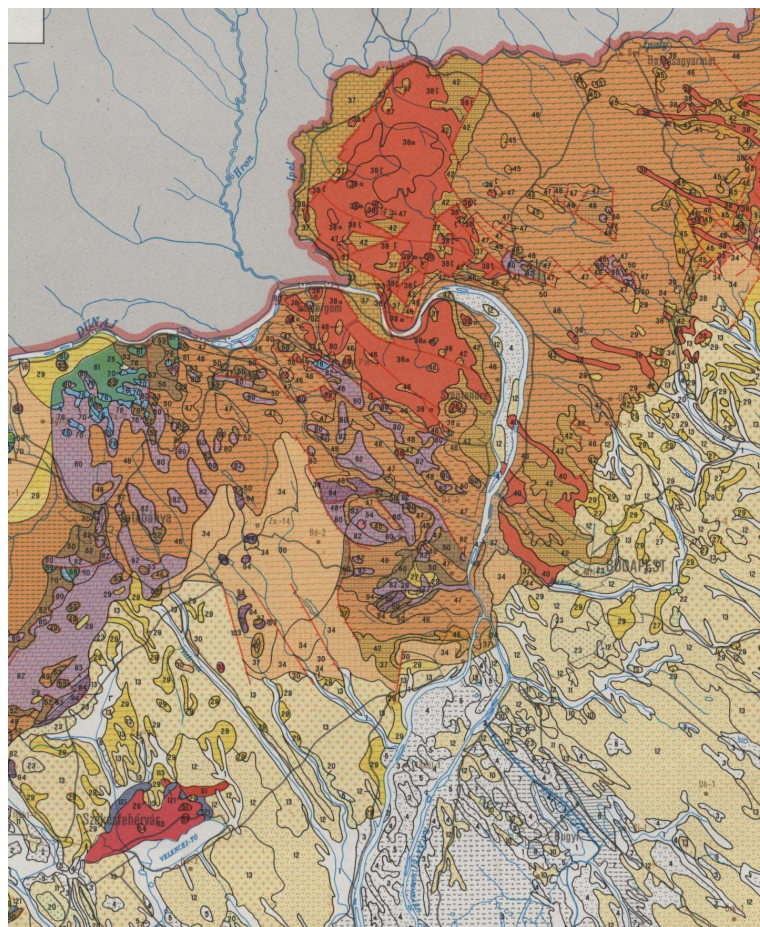
6.14. ábra. BALOGH et al. „Magyarország földtani térképe 1:300 000” (1956).



6.15. ábra. NOSZKY „A Bakonyhegység északi részének földtani térképe” részlet (1957).



6.16. ábra. NOSZKY „A Bakonyhegység északi részének földtani térképe”jelkulcsa (1957).



6.17. ábra. FÜLÖP „Magyarország földtani térképe 1:500 000” (1984).

A korai térképeken tehát a színek mellett számmal jelölték a kőzeteket, az első szimbólumok a LÓCZY-féle térképen jelentek meg. Míg a folyamatos számozás könnyebbé tette a foltok azonosítását, megnehezítette a szerkesztés közben fellépő újabb objektumok beiktatását. A szimbólumok használatára az első javaslat az 1881-es bolognai konferencián történt. Alkalmazásuk nem esett távol a ma is használatos jelektől.

7. FÖLDTANI TÉRKÉPEKEN ALKALMAZHATÓ FELÜLETIJEL-KÉSZLET ÉS SZÍNADATBÁZIS

A geológiai térképek térinformatikai alapú elkészítése egy olyan feladat, amikor meglévő vektoros és táblázat-jellegű adatbázisokból egy raszteres végterméket, térképet készítünk el. A vektoros adatbázist esetünkben a geológiai észlelés során térképezett foltok kiterjedésének digitalizált határvonalai, illetve az ezek által definiált poligonok jelentik. Az egyes poligonokat azonosítókéddal is el kell látni.

Az adatbázis az egyes foltokhoz rendel tényleges geológiai információkat. Ezek írják le a formáció litológiai, genetikai adatait, illetve a korát. Természetesen az adatbázis is tartalmazza a vektoros állomány poligonjainak azonosítókéddjait; ez lesz az az adat, amely a szín- és a mintatáblát összekapcsolja a geológiai információkkal.

A térkép végleges megrajzolásához meg kell adjuk, hogy az egyes geológiai formációkat milyen színnel, illetve milyen felületi jellel kívánjuk ábrázolni. Ez az az utasításkézet, amely a fenti adatokból ténylegesen raszteres képet generál, ez gyakorlatilag a térkép „kiszínezési utasítása”. Ez az adatbázis a formációkhoz rendelt színek kódját és a felületi jelek raszteres mintáit tartalmazza. Munkám során ez utóbbi adatbázisok elkészítésével foglalkoztam, ezért a következő bekezdésekben ezeket fogom részletesen tárgyalni.

Amikor nem az egész ország térképét készítjük el (amiben szükségszerűen az adatbázisunkban levő összes geológiai formációt ábrázoljuk), hanem csak egy kisebb területre vonatkozó térképszelvényt állítunk elő, akkor a térinformatikai programunk segítségével ki kell válasszuk azokat a formációkat, amelyek a szelvény területén előfordulnak. Mivel a szelvény kiterjedése a térkép koordinátarendszerében ismert, a feladat csak az, hogy a vektoros adatbázisban (a foltokhoz tartozó felszíni kiterjedést leíró poligonok között) ki kell választani azokat, amelyeknek metszetük van a szelvény területével. Az így megtalált poligonok azonosítója alapján a geológiai adatbázisból megkapjuk az érintett formációk felsorolását, amely a térképszelvény jelkulcsának az alapja. Ezután ezekhez a formációkhoz színt és felületi mintát rendelünk (például az előzetesen definiált szín- és felületiminta-adatbázisból), és a szoftver elkészíti a jelkulcsot, ezzel párhuzamosan pedig megrajzolja a térképszelvényt.

Egy rajz vagy térkép elkészítésének számos módja lehetséges. A tervezési fázisban az egyik legfontosabb eldöntendő kérdés, hogy mi lesz a felhasználási mód. Ennek megfelelően többféle szoftverkörnyezetben készíthető el a termék. Ezek a lehetőségeink:

- a különféle grafikai-

- a mérnöki tervezést segítő-
- adatbáziskezelő programok.

A grafikai munkákra gyártott, adatbázishoz nem kötött DTP- (*Desktop Publishing* = nyomdai előkészítő) programok nem rendelkeznek koordináta-rendszerrel, csupán egy a rajznak a rajzfelületen való elhelyezését segítő viszonylagos koordinátahálóval. Az origó helye tetszőlegesen változtatható, alapbeállításként a rajzfelület bal alsó sarka. Ez lényeges hátrányuk, mert beillesztésük más térinformatikai rendszerbe így nehézkes. A különböző mérnöki tervező programoknál, amelyeket CAD - (*Computer Aided Design* = Számítógéppel Segített Tervezés) programoknak neveznek, egy külön modul segítségével van lehetőség adatbázis-kapcsolatra. A grafikai elemek kezelésében a CAD-programok a DTP-programokhoz hasonlítanak, azonban már rendelkeznek koordináta-rendszerrel. Ezzel szemben a térinformatikában alkalmazott adatbázis-kezelő GIS- (*Geographical Information System* = Földrajzi Információs Rendszer) rendszerek más módon épülnek fel. Ezek a programok képesek az objektumok, helyhez kötött adatok térbeli elrendeződésének, egymáshoz viszonyított helyzetének vizsgálatára, azaz a topológia felépítésére. E programok szintén rendelkeznek koordináta-rendszerrel.

A felületi jelek elkészítése szempontjából, mindhárom adatkezelő programcsoportból megvizsgáltam egyet-egyét. A grafikai programokat, melyek a másik két kategóriától a leginkább különböznek, a Corel Software cég CorelDraw programja képviseli. A CAD szoftverek közül az AutoDesk AutoCad szoftvere felületi jel készítési technikáját tanulmányoztam. A GIS szoftverek közül pedig az Intergraph által készített MGE- (*Modular GIS Environment*) MicroStation (Bentley) programcsalád tulajdonságait elemeztem. A MicroStaton önmagában CAD szoftver, az MGE segítségével lép át a GIS rendszerbe.

7.1. Felületi jelek készítése különböző szoftverekkel

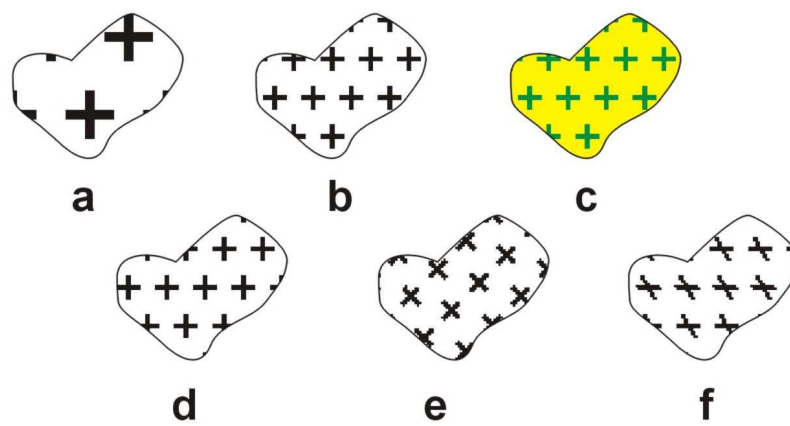
A CorelDraw felületijel-kezelése:

Mint már említettem, ez a program főként különböző grafikai munkák elkészítésére szolgál. A felületi jeleket nem objektumként, hanem raszteres elemként kezeli, amelyek valójában a rajz építőelemei.

A program a felületek kitöltésére számos lehetőséget kínál fel. Lehetőséget ad már előre elkészített és a felhasználó által definiált jelek alkalmazására. Az előre elkészített jelek közül választhatunk két, illetve több színből összetevődő jelkészletet, ahol megválasztható mind a jel, mind a háttér színe. Választhatunk ezen túlmenően különféle raszteres

kitöltőminták közül is. A harmadik, és egyben legfontosabb lehetőség, hogy saját jelkészletet is készíthetünk.

Ez utóbbi esetben egy négyzetháló segítségével lehetséges a minták megtervezése és az alapminta (cella) létrehozása. Mind a háló mérete, mind a vonalvastagság változtatható. Ha a kiszínezendő folt területe túl kicsi, előfordulhat, hogy nem esik jel a folt területén belülré. Ez a hiba a felületi jel méretarányának csökkentésével illetve növelésével, vagy a minta kezdőpontjának (az origónak) optimális definiálásával kiküszöbölhető. Ezen túlmenően a jelek megjelenítésénél lehetőség van mind a háttér, mind pedig a jel színének megváltoztatására, illetve a jel forgatására és torzítására is (7.1. ábra).



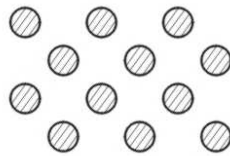
7.1. ábra (a) alap cella (b) csökkentett méret (c) alap és mintaszín megváltoztatása (d) origó eltolása (e) 45°-os forgatás (f) 20°-os torzítás

Az AutoCAD felületijel-kezelése:

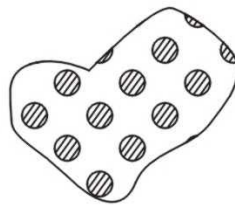
Az AutoCAD vonalas (vektoros) elemként kezeli a kitöltőminták elemeit. Ahogy a felületi elem kontúrvonalát változtatjuk, a program folyamatosan tölti ki a felületet a kitöltőmintával. A felhasználó utólag egyenként módosíthatja kitöltött mintában megjelent vektoros elemeket.

A felületek kitöltésére itt is több lehetőségünk nyílik. Használhatunk előre definiált jeleket, itt a geológiában használt kitöltő elemek is szerepelnek. Ilyenek pl. a dolomit, mészkő, homok (jelüket lásd a 7.11. ábrán). Definiálhatunk egyéni jeleket és egyszínű kitöltést is. A program saját, előre elkészített színtáblával rendelkezik, a legfrissebb verziókban már felhasználói színdefiníciót is találhatunk. A program az egyszínű kitöltést sűrű vonalkázással oldja meg (7.2. ábra). A színikitöltést nemcsak a teljes foltra, hanem a kitöltőminta egyes elemeinek belsejére is megtehetjük; a folt határvonala színikitöltési

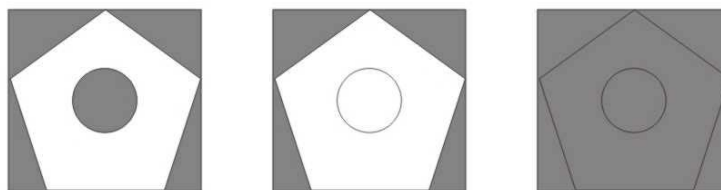
határként jelentkezik (7.3. ábra). Ha több, egymásba ágyazott foltunk van, lehetőség van annak megadására, hogy melyik rész legyen kitöltve (7.4. ábra).



7.2. ábra. Homok kitöltőmintája, a szemléletesség érdekében felnagyítva (a program a vonalkázást sűrűbben végzi).



7.3. ábra. Homok kitöltőminta alkalmazása.



7.4. ábra. Egymásba ágyazott objektumok kitöltése.

A MÁFI-ban szokásos alkalmazásokban a felületi jelek felhasználói definiálási lehetősége a legfontosabb. A program sajátossága, hogy minden felületi jelet külön fájlban tárol. Ebben a fájlban több sorban, számkódok segítségével, helyi koordináta-rendszerben definiálható a minta. A sorok száma és hossza a minta bonyolultságától függ. Ez a számsor a következőkből áll:

1. szám: forgatási szög, a „0” vízszintes, „90” függőleges vonalat jelent;
2. szám: x-koordináta, a kitöltés első vonalának x-koordinátája;
3. szám: y-koordináta, a kitöltés első vonalának y-koordinátája;
4. szám: két mintaelem közötti x-irányú távolság (szünet);
5. szám: két mintaelem közötti y-irányú távolság (szünet);

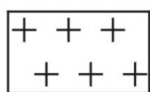
6–X szám: szaggatott vonal esetén, ha vonalon belül szünetet szeretnénk hagyni; a pozitív szám a szaggatás mértékét, negatív szám a szünet hosszát jelzi. Pontot nulla hosszúságú vonallal definiálhatunk.

A folt kitöltésekor megadható, hogy milyen méretarányban és milyen forgatási szöggel alkalmazzuk a mintát. A minta kezdőpontját (annak bal alsó sarkát) teljesen esetlegesen teszi le a program, emiatt előfordul, hogy nem, vagy csak részben kerül kitöltőminta a foltba. Ezt a lerakási méretarány nagyon kis – pl. 1 százalékos – változtatásával lehet kiküszöbölni. A leírtakat egy 60°-os dőlésszögű vonalkázás (7.5. ábra) és egy keresztekkel való kitöltés (7.6. ábra) példáján mutatom be.



60.000000,0.000000,0.000000,0.000000,4.536653
 60.000000,2.500000,0.000000,0.000000,4.536653

7.5. ábra. 60°-os vonalkázás és az azt leíró mintakód (szög, x,y, X-szünet, Y-szünet).



90.000000,11.200000,6.300000,0.000000,19.900000,4.800000,-15.100000
 0.000000,8.800000,8.700000,0.000000,19.900000,4.800000,-15.100000
 90.000000,2.400000,15.100000,0.000000,19.900000,4.800000,-15.100000
 0.000000,0.000000,17.500000,0.000000,19.900000,4.800000,-15.100000

7.6. ábra. Keresztminta és az azt leíró mintakód (szög, x,y, X-szünet, Y-szünet, jelek közti szünetek hossza).

Mint a példákban is látszik, már az ilyen viszonylag egyszerű minták definiálása sem egyszerű. A minta készítését leegyszerűsíti egy segédprogram, ahol grafikai elemek és előkép segítségével szerkeszthetjük meg a kitöltőmintákat. A program maga kódolja a rajzunkat a fent bemutatott számsorra.

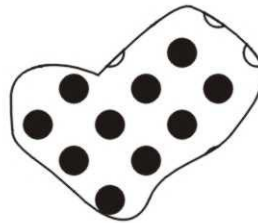
A MicroStation felületjel-kezelése

A program sajátosságaiból adódóan többféleképpen készíthetünk kitöltőmintákat, amelyek készítési módja függ a tartalmazott elemtípustól (csak vonalas elem, színikitöltött elem, vagy ezek keveréke) is.

Az egyszerűbb minták csak vonalas elemet tartalmaznak. Ezek az elemek különféle forgatási szöggel lerakott vonalakkal állnak. A kitöltőminta adatai: a vonalvastagság, az egyes vonalak egymástól való távolsága vízszintes illetve függőleges irányban. A minta más, nem vonalszerű vektorelemeket is tartalmazhat, a homok jele pl. szabályos távolságokra elhelyezkedő körök sorozata, míg a kavics jele egymástól eltérő oválisokból áll. Természetesen a homokos kavics jele a kettő keverékeként áll elő.

A MicroStation sajátossága, hogy ha a kitöltőminta színikitöltött elemeket tartalmaz, a földtani folt határán a mintát elvágja – ez minden elemre igaz – így a színikitöltött kör, vagy ellipszis kitöltése a folt határán megszűnik (7.7. ábra). Ez a probléma kiküszöbölhető, ha a

7.3. ábrához hasonló sűrű vonalkázást alkalmazunk kitöltésként, a vonalak így összeolvadnak, és a szem teljes színikitöltésnek érzékeli a mintát. Kör alakú felületi kitöltőminta esetén azt is megtehetjük, hogy a kör alakú minta vonalát olyan vastagra állítjuk, hogy a kör közepén eltűnjön a háttér. Ezt a módszert a homok és kavics keverékét jelző mintán szemléltetem (7.8. ábra).

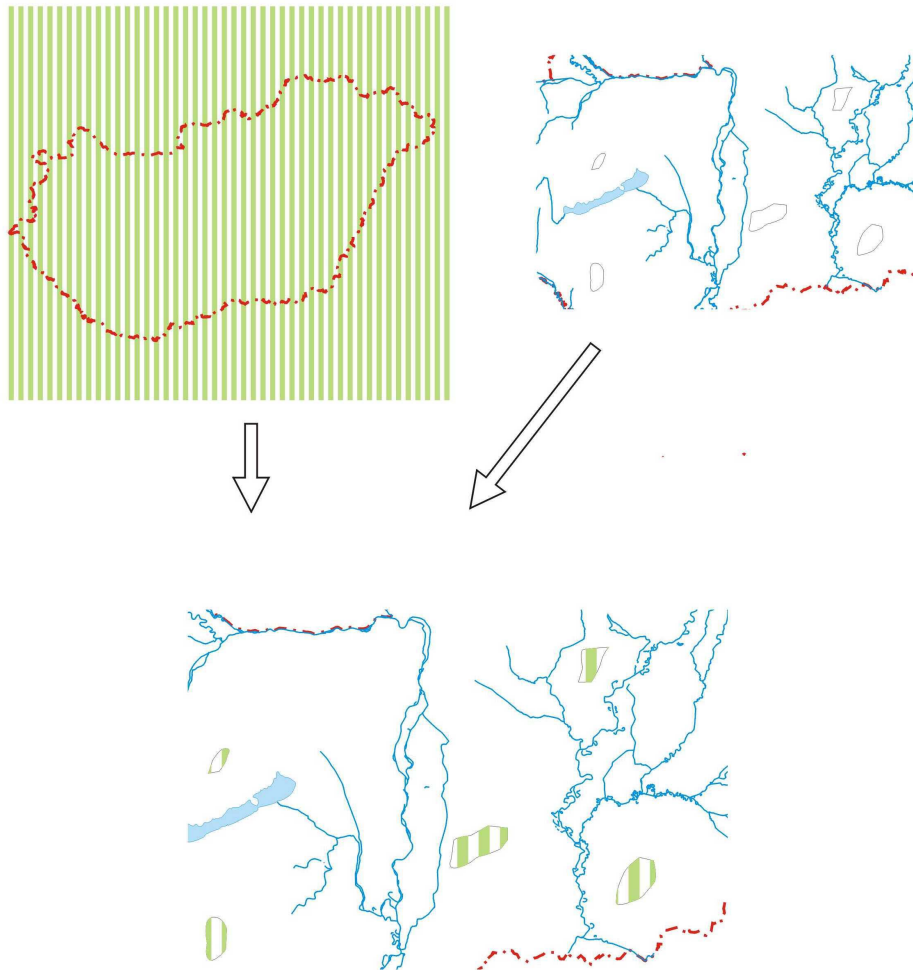


7.7. ábra. *A minta kitöltése megszűnik a folt szélén.*



7.8. ábra. *A homok és kavics ábrázolása.*

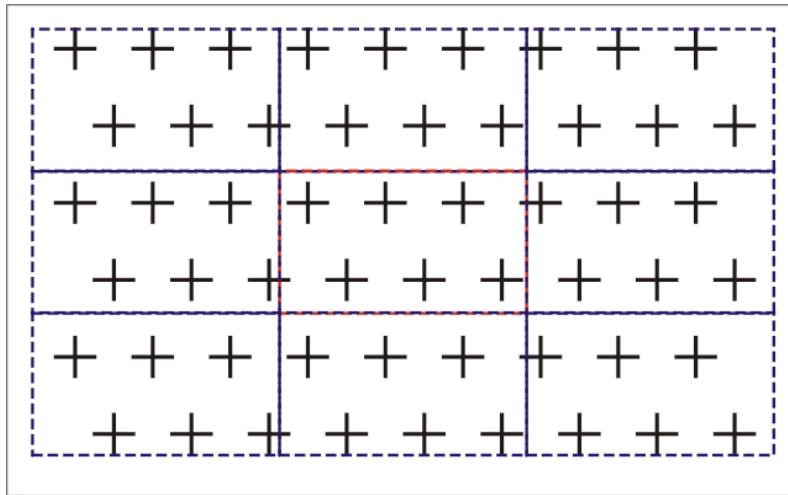
Ilyen „teliszínes” kitöltőminta elkészítésére egy másik lehetőség, ha mintánkat az egész országra, illetve a teljes kívánt területre készítjük el. Ilyen minta lehet egy ritka vonalkázás, ahol minden második oszlop rendelkezik színikitöltéssel. A mintának a megfelelő foltba való beillesztésekor már túllépünk a MicroStation keretein és az MGE–(Modular GIS Environment) programcsalád segítségét vesszük igénybe. Mint a bevezetőben említettem, kiválogatjuk a vektoros adatbázisból azon elemeket, melyek ezt a mintát kapják és a minta elkészítésekor létrejött adatbázist és a foltok adatbázisát összekapcsolva, mintánk a megfelelő foltokba mintegy „belevágódik” (7.9. ábra). Ezt a műveletsort komplex topológiai módszernek is tekinthetjük, a végeredmény pedig a térképi tematika (Turczi, 2000).



7.9. ábra. Teljes területet lefedő minta elkészítése. Az ábra csak a szemléltetés kedvéért készült, nem valós foltokat tartalmaz.

Mindhárom program használata esetén az elkészített mintaelemet „csempé”-nek vagy cellának nevezzük. A program a cellák egymás mellé helyezésével készíti el a kitöltést (7.10. ábra).

A földtani térképeken a földtani foltok hatalmas száma miatt – pl. a 1:100 000 méretarányú Magyarország földtani térképe 650 fajta, összesen 48 910 darab földtani foltot tartalmaz – az eddig ismertetett két program ilyen mennyiségű elem kezelésére nem alkalmas. Az felületi jelek kezelése, mint korábban leírtam, viszonylag nehézkes. Ezért, valamint a rendelkezésre álló lehetőségek miatt a felületi jelkészletet végül a MicroStation program segítségével készítettem el.



7.10. ábra A kitöltőminták elhelyezése, az alap a pirossal körülhatárolt terület.

Az előző bekezdésben említett mennyiségű elemnek nem lehet külön-külön színt adni, az emberi szem nem is képes ennyi szín és színárnyalat megkülönböztetésére (lásd 3. fejezet). A képződmények között szükségszerűen színazonosságok lesznek, amelyek általában a földtani kort jelölik. A megkülönböztethetőséget a földtani index és a felületi jelek segítik.

A felületi jelek önmagukban, tehát háttérszín nélkül, csak a fiatal, negyedidőszaki képződményeknél fordulnak elő. Ebben az esetben a minta formája, más mintaszínnel ismétlődhet. A legkorábbi negyedidőszaki és az idősebb képződmények esetén háttérszín is van. A fent említett kitöltőmintákat, a színeket, az adatbázis elemeit és a térképet az ún. földtani index, mint azonosító kód (adatbázis-kezelő szakkifejezéssel *elsődleges kulcs* vagy *kapcsolómező*) köti össze.

7.2. A földtani térképeken alkalmazott színek

A színadatbázis a MÁFI-ban napjainkig, nyomdai vagy nyomtatott úton megjelent térképek képződményeinek színeit tartalmazza. Ez az adatbázis az RGB és a CMYK színrendszert foglalja magában egyben átjárhatóságot teremt a két színrendszer között.

A két színrendszer közötti átváltásra a Pantone cég konverziólistát készített, amely pontosan megadja, hogy a két rendszerben melyik szín milyen értéknek felel meg. Ez azért fontos, mivel a 24 bites színmélységű RGB színrendszer valamivel több mint 16,7 millió színváltozatot képes előállítani, s a négy színből felépülő CMYK is ennél csak kicsivel kevesebbet (lásd 2.3.3 pontban).

A nyomdai, végleges színek kiválasztásához leggyakrabban az ugyancsak a Pantone cég által gyártott színskálát használjuk, amely tartalmazza a négy alapszínből felépülő színek

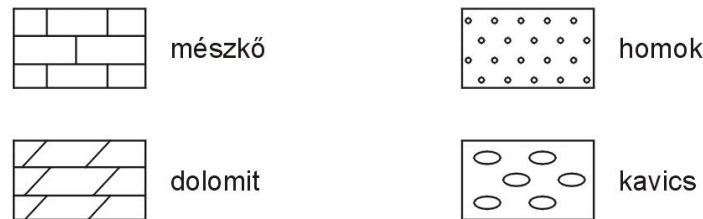
százalékos összetételét, valamint a Pantone-szín nevét, s amelynek alapján a nyomda a megfelelő szint állítja elő. A százalékos összetétel azt mutatja, hogy a négy szín egyenként milyen, 0–100% közötti hányadban van jelen. Attól függően, hogy milyen szint kívánunk alkalmazni, az adott színben belül változik az összetétel. Pl. a C_4985 és a C_345 színek a következő összetétellel rendelkeznek: az első (vörösesbarna szín) C0M60Y51K47, a második (világoszöld) C38M0Y34K0; az összetételt a szín nevéből nem lehet kiszámítani.

A Pantone-színek előre elkészített, direkt színek, amelyeket főleg plakátok nyomtatásakor használnak. A színskálán a százalékos arány feltüntetése a fontos. Ezen túlmenően saját színeket is keverhetünk, megadva az egyes összetevők mennyiségének százalékos arányát.

Napjainkra a számos nyomdai úton elkészült földtani térképnek és az ősszel elkészült Magyarország földtani térképe 1:100 000-es méretarányban, földtani térképsorozatának (Maigut 2005; Turczi 2005; Gyalog 2005) köszönhetően létrejött az az egységes színadatbázis, amely az egyes képződményekhez mind az RGB-, mind CMYK-kiosztás szerint hozzárendeli a megfelelő színeket. Ez azt jelenti, hogy az egységes adatbázisnak megfelelően minden térképhez automatikusan elkészíthető egy csak a térképen szereplő színeket tartalmazó színtábla, ami már a nyomdai színeket tartalmazza. Természetesen ez az adatbázis egyéb, más méretarányokban készülő térképek számára nem kötelező érvényű, és továbbra is használatban marad a korábban említett Pantone-színskála. Az adatbázis pusztán segítséget nyújt a különböző képződmények megfelelő színének kiválasztásában (Galambos, 2005).

A színek kiválasztása a geológia hagyományaira épül. Mint az 5. fejezetben leírtam, már a XIX. század végén meghatározták az egyes földtani korok alapszínét. Az egyes korokon belül pedig a minél idősebb, annál sötétebb elv érvényesül. Az egyes színek kiválasztásakor az alapot az ún. Pantone színskála képezi. Szempont volt az is, hogy egyik szín feketetartalma sem haladja meg a 80%-ot, ellenkező esetben az emberi szem azt már feketének érzékelné, ilyen háttéren pedig a térképi elemek, felületi jelek és indexek már nehezen olvashatók. Ugyancsak valamikorra értelemben figyelembe vettük az eddig már megjelent földtani térképeket, hogy minél kevesebb legyen a száma azon képződményeknek, melyek egy már megjelent térképen más színnel rendelkeznek. A színválasztásnál további szempont volt a színek árnyalata és erőssége. A földtani térképek az egyes korok hivatalos színeinek köszönhetően elég élénk képet mutatnak, azonban igyekeztünk ezt a hatást valamelyest tompítani.

A felületjel-készlet kialakításában a litológiai szempontok kaptak szerepet, hiszen pl. a mészkő, dolomit, homok, kavics stb. adott, tradicionális geológiai jelöléssel rendelkeznek, amelyek a következők (7.11. ábra):



7.11. ábra: Egyes földtani képződmények litológiai megjelenése.

Az alkalmazott, nagy mennyiségű földtani elemhez nem lehet pusztán csak a litológiai szempontok követésével elkészíteni a kitöltőmintákat. A litológiára épülő formák kombinációján túl szükség volt különböző egyéb geometriai elemek bevonására és ezek kombinációjára is. A kitöltőminták színének megválogatásakor nemcsak ösztönös döntést alkalmaztam, hanem a fenti fejezetek tartalmán alapuló érzékelési és esztétikai szempontokat is figyelembe vettem. A szem, mint láttuk, csak korlátozott számú színárnyalat elkülönítésére képes. Egy-egy földtani koron belül viszont számos formáció és azok tagozatai találhatóak, melyek miatt nagyon sok árnyalatot kellene alkalmazni. Tisztán esztétikai szempontból sem helyénvaló a lehető legtöbb árnyalat alkalmazása, hiszen ezt a térkép megjelenése sínylené meg. A bolognai színek kötelező követése azonban tudományosan is korlátozza az alkalmazható árnyalatok halmazát.

A jó elkülönítést a földtani indexen kívül a felületi jel segíti, melynek színe a különféle kontraszthatások figyelembevételét kell, hogy tükrözze. A szürke felületi jel alkalmazása például, mint ahogy a 4. fejezetben említettem, a szem számára eltérő háttérszín esetén eltérő hatást kelt. Ahogy ITTEN kifejtette, a tiszta színek hajlamosak arra, hogy egymást kölcsönösen a maguk komplementere felé szorítsák. A formációk nagy mennyisége következtében az egyes kitöltőminták ismétlődnek, az alapszínen legjobban érvényesülő árnyalatban. Munkám legfontosabb gyakorlati jelentősége éppen az, hogy a korábbi fejezetben leírt színelméleti és fiziológiai ismeretek felhasználásával, a nemzetközileg elfogadott geológiai térképi színrendszerek keretei között optimálisnak tekinthető és esztétikus színezett felületjel-adatbázist sikerült definiálni. Ezeket, és a földtani indexek alkalmazását a kivehető térképmellékleteken és a 6. mellékletben szemléltetem. Mintaterületül az ország három különböző tájegységéről választottam mintát: egy alföldi, egy hegyvidéki és egy „vegyes”, nevezetesen a budapesti lapot kivehető térképként mellékelem.

8. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A színelmélet különféle szempontjait taglaló szakirodalom feldolgozása révén elkészítettem egy olyan összefoglaló jellegű leírást, amely mindamellett, hogy ezen aspektusok kapcsolatrendszerét végigköveti és felhasználja, tartalmazza a színhasználatnak az analóg és digitális térképészet számára fontos gyakorlati elemeit, következtetéseit is.

Rendszeres áttekintést adok a hazai földtani térképezés szín- és felületijel-rendszereiről. Külön tárgyalom a bolognai konferencia előtti, és az azt követő geológiai térképműveket.

A MÁFI Informatikai Főosztályán közösen végzett munka keretében bekapcsolódtam az Intézet digitális térképein alkalmazott színeinek és színrendszereinek kialakításába. Bár a színrendszer-definiálásban a kollektíva keretében végzett adatbázis-építő munkám nem tekinthető önállóan, a színrendszerek kialakításánál lehetőség szerint támaszkodtunk az általam feldolgozott (az előző bekezdésben említett) térképek hagyományaira is.

Önálló munkaként felületi elemkészletet dolgoztam ki a MÁFI digitális térképein történő alkalmazásra. E definíciós munka, amelynek módszere adatbázistervezés és -építés volt, magában foglalja a felületi jelek és kitöltésük színeinek megadását is. A jelkészlet mellett, hogy alkalmazkodik a konvencionális közzétípus-jelekhez, optimális a hasonló formációk hasonlóságának és a különbözők elkülönítésének szempontjából. A definiált felületi jeleket dolgozatom utolsó mellékletében mutatom be. A színek és felületi jelek együttes alkalmazását illusztrálom a munka CD-n megadott három térképmellékletén is.

Tézisek

1. Az eltérő tematikájú szakirodalom feldolgozása alapján a színelméletnek a tematikus térképészet számára legfontosabb ismeretek, szabályok szempontjai szerinti feldolgozása. Az irodalmi feldolgozás önmagában általában nem állítható tézisnek, azonban tudtommal hazánkban nem készült még ilyen mélységű, térképészeti szempontból írott színelméleti összefoglaló.
2. A hazai földtani térképezés, a geológiai térképművek részletes tárgyalása és bemutatása az alkalmazott jelkulcsok (színek és felületi jelkészlet) kiemelésével.
3. A MÁFI térinformatikai alapú digitális térképein alkalmazott felületi jelkészlet definiálása, részvétel ugyanezen térképek színadatbázisának létrehozásában.
4. A definiált felületi jelek és kitöltésük színeinek megadása a színérzet- és kontraszthatások figyelembevételével.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Dolgozatom nem készülhetett volna el számos kollégám és barátom segítségével. Első helyen szeretném megköszönni témavezetőm, dr. MÁRTON Mátyás segítségét. Az ELTE Geoinformatikai és Térképtudományi Tanszéke számos munkatársa (KLINGHAMMER Isvtán, ZENTAI László, ELEK István, VEREBI Sándorné) nyújtott értékes segítséget.

Munkám előrehaladása és ösztönzése terén múlhatatlan érdemei vannak közvetlen munkatársaimnak, és a Magyar Állami Földtani Intézet Informatikai Főosztályán uralkodó baráti hangulatnak. Kollégáim közül megköszönöm BREZSNYÁNSZKY Károly, TURCZI Gábor, SÍKHEGYI Ferenc, SIMONYI Dezső, OROSZ László, GYALOG László, VIKOR Zsuzsanna, MAIGUT Vera, és sokan mások segítségét. A térképek és a szakirodalom kiválogatásában és felkutatásában sok támogatást kaptam a MÁFI Könyvtárától, és CSONGRÁDI Jenőné, Mártától.

IRODALOMJEGYZÉK

Nyomtatott források:

- ALBÁN Imre (1938): Színes térképek. *Térképészeti Közlöny* 5(1-4): 102-126pp.
- BREZSNYÁNSZKY Károly (1971): A földtani térképek ábrázolásmódszertani kérdései. Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1969. évről. 551–561pp.
- BREZSNYÁNSZKY Károly (1993): A földtani térképezés. In: JOÓ István, RAUM Frigyes (eds.): A magyar földmérés és térképészet története, 50-56pp.
- BREZSNYÁNSZKY Károly (2001): Földtani térképezés: terepi felvételezés – térképi összegzés; Doktori értekezés, ELTE Térképtudományi Tanszék, Budapest 111 p.
- BÖCKH János (1903): Igazgatósági jelentés. Magyar Királyi Földtani Intézet évi jelentése az 1901. évről, Bp., 5-37pp.
- BUNKS, Carey (2000): Egy korty GIMP – A digitális képszerkesztés hatékony módszerei. Eredeti kiadás: BUNKS, Carey, ZACH, Beane: Grokking the GIMP, Pearson Education; fordította: PÓTA György, 2002. Typotex, Bp., 342 p.
- CAPELLINI, J. (ed., 1882): Congrès Géologique International, Comptes Rendus, 2^{me} Session, Bologne, 1881. Impr. Fava et Garagnani, Bologne, 425 p.
- DIAMOND, Jared (2005): Afrikai helyzetkép. *National Geographic Magyarország* 3(9): 8–12pp.
- FAGE, Luc-Henri (2005): Múltról mesélő kezek – Barlangképek bővületében Borneó szigetén. *National Geographic Magyarország* 3(8): 96–105pp.
- FERENCZ Károly (1979): A magyarországi geológiai kutatás és térképezés kialakulása az oszták-magyar monarchia alatt, a később megalakult Bécsi Földtani Intézet közreműködésével. Kézirat, p. 51.
- FODOR Ferenc (1952–54): A magyar térképírás 1–3 kötet Honvéd térképészeti Intézet, Budapest p. 417.
- FÜLÖP József (1968): A földtani térképezés története, helyzete és feladatai Magyarországon. *MTA X. Osztályának Közleményei* 2: 27-45pp.
- FÜLÖP József, CSÁSZÁR Géza. HAAS János, J. EDELÉNYI Emőke (1975): A rétegtani osztályozás, nevezéktan és gyakorlati alkalmazásuk irányelvei. Magyar Rétegtani Bizottság, Bp., 32 p.
- ITTEN, Johannes (1997): A színek művészete – A szubjektív élmény és objektív megismerés mint a művészethez vezető utak. Tanulmányi kiadás, Göncöl Kiadó, Bp., 95 p.

- JANKÓ Annamária (2001): A második katonai felmérés. *Hadtörténeti Közlemények* **114**: 103–129pp.
- GALAMBOS Csilla (2004a): Földtani térképek felületi jelei. *Geodézia és Kartográfia* **55** (7): 16–21pp.
- GALAMBOS Csilla (2004b): A színelmélet alkalmazása tematikus térképeken. *Geodézia és Kartográfia* **55** (12): 9–13pp.
- GALAMBOS Csilla (2005): A földtani térkép – digitalizálástól nyomdáig. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 2004: 131–137pp.
- GLEICK James (1999): Káosz – Egy új tudomány születése. Göncöl Kiadó, Budapest 359 p.
- GYALOG László (ed., 1996): A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa 187., Bp., 171 p.
- GYALOG László (2004): A földtani képződmények jelkulcsrendszere, mint a földtudományi adatbázisrendszer alapja. Magyarországi nyomtatott és plotteres nyomtatású térképsorozatok. PhD értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Pécs 143 p.
- GYALOG László (ed., 2005): Magyarázó Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása). Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 188 p.
- INKEY Béla, SCHMIDT Sándor (1880): Titkári közlemények *Földtani Értesítő* **1**(1–8): p. 149
- KEPES György (1979): A látás nyelve. Gondolat Kiadó, Bp., 250 p.
- KIRÁLY Sándor (1989): Általános szintan és látásemélet. Egyetemi jegyzet, 7. változatlan kiadás, Magyar Iparművészeti Főiskola, Tankönyvkiadó, Bp., 270 p.
- KLINGHAMMER István (1991): A kartográfia kialakulása napjainkig. Kézirat, ELTE Soksorozítóüzem, ELTE 91267, Bp. 41 p.
- KLINGHAMMER István, PAPP-VÁRY Árpád (1983): Földünk tükre a térkép. Gondolat Kiadó, Bp., 369 p.
- KLINGHAMMER István, PAPP-VÁRY Árpád (1991): Tematikus kartográfia. Egyetemi jegyzet, Tankönyvkiadó, Bp., 152 p.
- KLINGHAMMER István, PÁPAY Gyula, TÖRÖK Zsolt (1995): Kartográfiatörténet. ELTE Eötvös Kiadó, Bp., 189 p.
- MAIGUT Vera (2004): Új digitális földtani térképmű a MÁFI-ban. *Geodézia és Kartográfia* **55** (7), 22–26pp.
- MAIGUT Vera (2005): Földtani térképek kartografálásának segítése térinformatikai módszerekkel. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése, 2004 139–144pp.

- NEMCSICS Antal (2004): Színdinamika. 2., bővített kiadás. Eredeti kiadás: 1990. Akadémiai Kiadó, Bp., 509 p.
- PÁLFY Mór (1901): Társulati ügyek A Magyarhoni Földtani Társulat 1901. évi februárius hó 6-án tartott közgyűlése. Földtani közlöny, 31. kötet 47–66p.
- PÁVAI-VAJNA Ferenc (1914): A geológiai térképezésről. *Főiskolai Lapok* [Selmecebánya] 4: 3–8. pp.
- PÉTER Ferenc (1968): Színezék kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 505 p.
- RADÓCZ Gyula (1971): Földtani térképfajták. Kézirat a Mérnöki Továbbképző Intézet előadássorozatából, 175 p.
- RADÓCZ Gyula (1981): Földtani- és földtani vonatkozású térképfajták. *Magyar Állami Földtani Intézet, Módszertani Közlemények*. 5(1): 1–148pp.
- SOLTRA Elemér (1982): A rajz tanítása. Tankönyvkiadó, Bp., 386 p.
- STAUB Mór, SZONTAGH Tamás (eds., 1886): A magyar bizottság jelentése a geológiai nomenclatura és térképjelzések egyveretősége ügyében a nemzetközi geológiai kongresszus harmadik ülészakára (Berlin, 1885). *Földtani Közöny* 16: 30–39pp.
- STEGENA Lajos (1998): Tudományos térképezés a Kárpát-medencében 1918 előtt. Akadémiai Kiadó, Bp. 68p. 23t.
- STRAUSZ László (1952): Földtani térképek színfoltjainak számozása. *Földtani Közöny* 82 (1–3): 85–86pp.
- TIMÁR Gábor, MOLNÁR Gábor, MÁRTA Gergely (2003): A budapesti sztereografikus, ill. a régi magyarországi hengervetületek és geodéziai dátumaik paraméterezése a térinformatikai gyakorlat számára. *Geodézia és Kartográfia* 55 (3): 16–21pp.
- TÖRÖK Zsolt (1989): Elmélet és új kartográfia – A kartográfiai modellezés ontológiai megalapozása lehetőségének vizsgálata. Kandidátusi értekezés, Kézirat, Bp., 124 p.
- TURCZI Gábor (2000): Térkép alapú informatika a földtudományban- Doktori (Ph.D.) értekezés. Kézirat, ELTE Térképtudományi Tanszék, Budapest.
- TURCZI Gábor (2005): Földtani térmodell építése – adatbázisok az intra- és interneten. A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004: 125–130pp.
- VARGA József (2002): A vetületnélküli rendszerektől az UTM-ig. Kézirat, BME, Budapest. URL: http://www.agt.bme.hu/staff_h/varga/Osszes/Dok3uj.htm
- ZÁTONYI Sándor, ifj. ZÁTONYI Sándor (1998): Fizika – Optika, Modern fizika, Csillagászat. Tankönyv. Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 170 p.
- ZENTAI László (2000): Számítógépes térképészet. ELTE Eötvös Kiadó, Bp., 248 p.

Elektronikus források:

ELEK István (2004): Bevezetés a geoinformatikába. ELTE Térképtudományi és Geoinformaikai Tanszék, Bp., 144 p.

URL: <http://lazarus.elte.hu/%Elek/magyar/oktatas/jegyzetek/giskönyv.htm>

MÁTHÉ Gábor (2004): A színek szerepe a térképi ábrázolásban. Diplomamunka, ELTE Térképtudományi és Geoinformaikai Tanszék, Bp., 60 p.

URL: <http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolg/mathe/index.html>

TÓTH Katalin (2001): A fény. Kézirat, Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.

URL: <http://www.mozaik.info.hu/mozaweb/Feny/MStart3.htm>

Térképek:

BALOGH Kálmán et al. (1956): Magyarország földtani térképe. 1: 300 000. Budapest, Magyar Állami Földtani Intézet

BEUDANT, Francois Sulpice (1816): Carte Géologique des bords du Lac Balaton. In: Beudant, F. S.: Voyage minéralogique en Hongrie, pendant l'année Tom.1-4, map. Verdière, Paris.

BEUDANT, Francois Sulpice (1822): Carte géologique de la Hongrie et de la Transylvanie avec une partie des pays limitrophes. In: Beudant, F. S.: Voyage minéralogique en Hongrie, pendant l'année 1816, Tom. 1-4, map. Verdière, Paris.

BÖCKH János (1876): Pécs városa környékének földtani térképe. In: Pécs városa környékének földtani és vízi viszonyai. Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve IV. köt.

BÖCKH János, HOFMANN Károly, KOCH Antal (et al) (1886): Magyarország korona országainak átnézetes földtani térképe. 1: 1 296 000. Budapest.

BÖCKH János, KOCH Antal (et al.) (1896): Magyarország geologiai térképe. 1: 1 M. Kiadja: a Magyarhoni Geologiai Társulat. Budapest.

HANTKEN Miksa (1871): Esztergom barnaszéntterületének földtani térképe. In: Az esztergomi barnaszéntterület földtani viszonyai. Pest, Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve I. köt.

HANTKEN Miksa (1878): A Pécsi kőszénbányamivelési terület földtani térképe. In: Magyar Korona Országainak széntelepei és szénbányászata. Budapest, Magyar Királyi Földtani Intézet Alkalmi kiadványa.

HANTKEN Miksa, HOFMANN Károly, HALAVÁTS Gyula (1886): Budapest és Tétény vidéke földtani térkép. In: Budapest és Tétény vidéke. Magyarázatok a Magyar Köröna Országainak részletes földtani térképéhez. Budapest, Magyar Királyi Földtani Intézet.

- KARPINSKY, A. 1882: Essai de l'unification systématique des procédés graphiques en géologie. In: Congrès géologique International, 2me session, Bologne, 1881. Fava et Garagnani, Bologna, pp. 341-359.
- KORABINSKY János Mátyás (1791): Novissima regni Hungariae... Magyarország természeti tulajdonságának tüköre. 1 1,048 M. Wien
- LACZKÓ Dezső (1911): Veszprém város részletes geológiai térképe. In: Veszprém városának és tágabb környékének geológiai leírása. A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei. I. kötet 1 rész. Budapest.
- LACZKÓ Dezső (1911): Veszprém város környékének részletes geológiai térképe. In: Veszprém városának és tágabb környékének geológiai leírása. A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei. I. kötet 1 rész. Budapest.
- LÓCZY Lajos, PAPP Károly, TELEKI Pál (szerk.) (1922): A Magyar Birodalom és a szomszédos országok határos területeinek földtani térképe. 1: 900 000. Budapest, Magyar Földrajzi Társaság.
- MARSIGLI, Luigi Ferdinando (1744): Theatrum Antiquitatum... In: Description du Danube... Tom. 1-6. Den Haag,
- MIKOVINY, Samuel (1735-1742): Mappa Comitatus Neogradiensis... In: Bel, Matthias: Notitia Hungariae novae historico geographica... Tom. 1-4. Wien
- NOSZKY (id.) Jenő (szerk.) (1940): A Cserhát-hegység földtani térképe, 1: 75 000. (Magyar Tájak Földtani Leírása III.) Budapest, Magyar Királyi Földtani Intézet.
- NOSZKY (ifj.) Jenő (szerk.) (1957): A Bakony-hegység északi részének földtani térképe. 1: 25 000. Budapest, Magyar Állami Földtani Intézet
- RÓNAI András (et al.) 1984: Magyarország földtani térképe. 1: 500 000. (Magyarország Földtani Atlasza), Budapest, Magyar Állami Földtani Intézet
- SZABÓ József (1858): Pest-Buda környékének földtani leírása egy földtani ábrával, Pest,. In: Magyar Tudományos Akadémia, Természettudományi Pályamunkák IV. kötet
- SZABÓ József (1859): Die geologischen Verhältnisse von Pest und Ofen. In.: Vaterländ. Mittheilungen. Herausg. v. d. Pest – Ofner Handels- u. Gewerbekammer. I. Heft. Pest.
- SZABÓ József (1878): Budapest környékének földtani térképe = Geologische Karte der Umgebung von Budapest, Budapest
- SZABÓ József (1865): Tokaj-Hegyalja földtani és szőlőművelési térképe. 1:57 600. Wien.
- TEÖREÖK László (szerk.) (1941): Átnézetes talajismereti térkép Budapest és Újpest. 1: 25 000. Magyarázatok Magyarország Geológiai és Talajismereti Térképeihez Budapest, Magyar Királyi Földtani Intézet.

TOWNSON, Robert (1797): New Map of Hungary Particularly of its Rivers & Natural productions...1 1,048 M. In.: Travels in Hungary...London

ÁBRAJEGYZÉK

2.1. ábra. Az elektromágneses rezgések fajtái, osztályozásuk, hullámhosszuk és rezgésszámuk alapján	9
2.2. ábra. A szem fényérzékenysége	10
2.3. ábra. A fénytörés	12
2.4. ábra. (a) a fény ritkább közegből sűrűbbe, (b) sűrűbből ritkább közegbe lép	13
2.5. ábra. A folytonos színkép	14
2.6. ábra. Az összeadó, additív színkeverés	17
2.7. ábra. A kivonó szubtraktív színkeverés	18
2.8. ábra. Az RGB színtér	19
2.9. ábra. A HSI színtér	20
2.10. ábra. Az állandó fényesség síkjai az RGB színtérben	21
2.11. ábra. Az állandó telítettségű kúpfelületek az RGB színtérben	22
2.12. ábra. Az állandó színezetű háromszögek az RGB színtérben	23
2.13. ábra. A HSI koordináták az RGB színtérben	23
3.1. ábra. A színek érzékelésének kiterjedése a szem látómezejében	25
3.2. ábra. A szem felépítése	26
3.3. ábra. A pálcikák és a csapok száma az ideghártya látógödrében (0) és a körzeti részében	27
3.4. ábra. A szürkületi és a nappali látáshoz alkalmazkodott szem fényérzékenysége a színkép sugarai szerint (vízszintes tengely)	27
3.5. ábra. Reális színek alapinger görbéi	28
3.6. ábra. YOUNG–HELMHOLZ-féle háromtényezős színérzékelést ábrázoló görbék	29
3.7. ábra. MAXWELL színkeverési háromszöge. A színeket az elektromágneses sugárzás nanométerben mért hullámhossza szerint jelöljük.	30
3.8. ábra. A színháromszög színeinek megnevezése a MAXWELL-féle színkeverés alapján	31
3.9. ábra. Színháromszög a spektrumszínek görbéjével	31
3.10. ábra. Háromszög koordináták a spektrális színpályával	32
3.11. ábra. A spektrális színpálya az X, Y, Z háromszögbe helyezve, ahol V, Z és K a reális színek háromszögének csúcsai	32
3.12. ábra. Az IBK (International Beleuchtungs-Kommission, Németország) alapingerértékek alapján létrehozott új háromszögű koordináta-rendszere	33
3.13. ábra. C.I.E. (Comission International de Éclairage), Franciaországban és Angliában használatos színrendszer színháromszöge Evans színtérképével	34

4.1. ábra. A Nigéria északi részén, az Aír régióban és a Szahara középső területein található sziklarajzok	35
4.2. ábra. Az Ilas Kenceng-barlang sziklarajzai Borneón	35
4.3. ábra. ARISZTOTELÉSZ színrendszere	38
4.4. ábra. LEONARDO színrendszere (A) az antik felfogás kibővítése a fekete és fehér színekkel (B) LEONARDO színrendszere a tarka színek felosztásában	40
4.5. ábra. LAMBERT színgúlája	43
4.6. ábra. RUNGE térbeli színrendszere	44
4.6a. ábra. RUNGE színgömbje	44
4.7. ábra. GOETHE hatrészes színeköre	46
4.8. ábra. HELMHOLTZ színháromszöge	47
4.9. ábra. HELMHOLTZ színkeverési háromszöge	47
4.10. ábra. A színértékek térbeli ábrázolása vektorokkal F a térbeli színpont, F' pedig a pont a színháromszögön.	48
4.11. ábra. a) OSTWALD színrendszere a kettős kúp nyolcosztatú alappal b) a 12 osztatú színekör az egyes színekhez tartozó hullámhosszértékekkel	49
4.12. ábra. OSTWALD színrendszere és az azonos színezetű színeinek háromszöge	50
4.13. ábra. Az OSTWALD-színrendszer harmonikus színei	50
4.14. ábra. MUNSELL-féle színfa	51
4.15. ábra. MUNSELL-színrendszer színeköre és a színtest azonos színezetű színeket tartalmazó metszete a Munsell Book of Color-ban	51
4.16. ábra. ITTEN tizenkét osztatú színeköre	52
4.17. ábra. (a) SCHRÖDINGER színkúpja; (b) A színháromszög geodetikus vonalai SCHRÖDINGER szerint	54
5.1. ábra. MARSIGLI 1744-es Theatrum Antiquitatum Romanarum in Hungaria térképének részlete.	55
5.2. ábra. KORABINSZKY „Magyarország természeti tulajdonságának tüköre” térképének részlete.	56
5.3. ábra. MIKOVINY Sámuel Nógrád megye térlépének egy részlete, BÉL Mátyás megyetérkép-sorozatából.	56
5.4. ábra. Részlet TOWNSON Magyarország-térképéből.	57
5.5. ábra. TOWNSON Magyarország-térképének jelkulcsa.	57
5.6. ábra. TOWNSON Magyarország-térképének állomás jelölései.	58
5.7. ábra. Részlet BEUDANT Magyarország-térképéből.	59

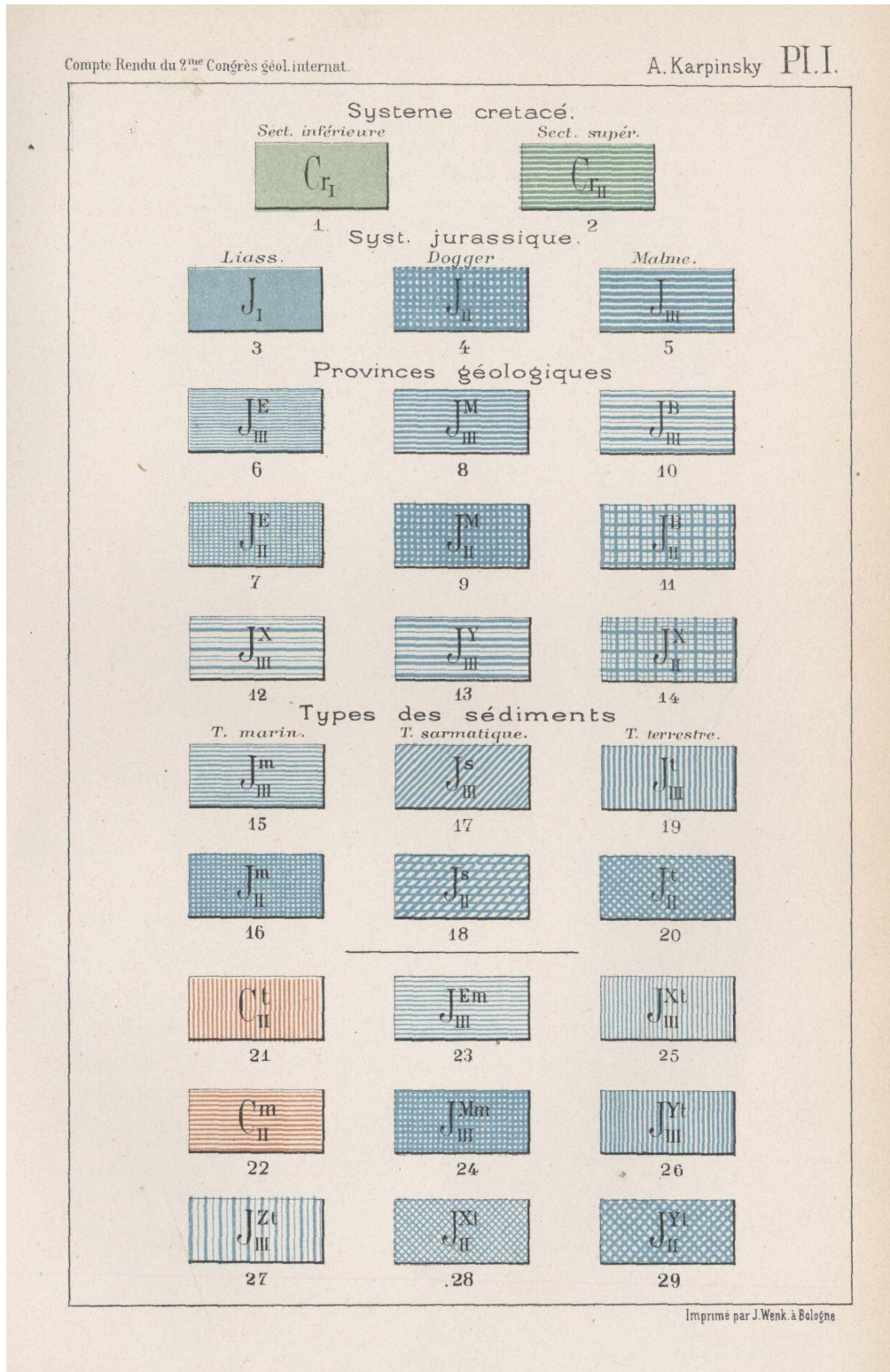
5.8. ábra. BEUDANT Magyarország- térképének jelkulcsa.	59
5.9. ábra. BEUDANT Balaton-térképe.	60
5.10. ábra. BEUDANT Balaton-térképének jelkulcsa.	60
5.11. ábra. SZABÓ József 1858, 1878, 1887-es Budapest-térképei.	62
5.12. ábra. SZABÓ József 1858, 1878, 1887-es Budapest-térképeinek jelkulcsai.	63
5.13. ábra. Példák SZABÓ József 1858-as és 1887-es Budapest-térképeinek jelkulcsaiban eltérő képződményekre.	64
5.14. ábra. SZABÓ József Tokaj-Hegyalja földtani és szőlőművelési térképének részlete (1865).	64
5.15. ábra. SZABÓ József Tokaj-Hegyalja földtani és szőlőművelési térképének jelkulcsa.	64
5.16. ábra. HANTKEN „Pécsi kőszénbányaművelési terület földtani térképe” (1878) és BÖCKH „Pécsvárosa környékének földtani térképe” (1876).	65
5.17. ábra. HANTKEN „Pécsi kőszénbányaművelési terület földtani térképe” (balra) és BÖCKH „Pécsvárosa környékének földtani térképe” (jobbra) jelkulcsa.	66
5.18. ábra. HANTKEN „Esztergom barnaszénterületének földtani térképe” (1871).	66
5.19. ábra. HANTKEN „Esztergom barnaszénterületének földtani térképe” jelkulcsa.	67
6.1. ábra. BÖCKH „Magyarország Geológiai térképe” (1896).	69
6.2. ábra. BÖCKH „Magyarország Geológiai térképe” jelkulcsa.	70
6.3. ábra. LÓCZY „Magyarország Geológiai térképe” (1922).	70
6.4. ábra. LÓCZY „Magyarország Geológiai térképe” jelkulcsa.	71
6.5. ábra. BÖCHK, HOFMANN, KOCH „Magyarország Geológiai térképe” (1886).	71
6.6. ábra. HANTKEN, HOFMANN, HALAVÁTS „Budapest és Tétény vidéke földtani térkép” részlete (1886).	72
6.7. ábra. HANTKEN, HOFMANN, HALAVÁTS „Budapest és Tétény vidéke földtani térkép” jelkulcsának részlete (1886).	73
6.8. ábra. LACZKÓ „Veszprém város részletes-...”, illetve „...környékének részletes geológiai térképe” (1911).	73
6.9. ábra LACZKÓ „Veszprém város részletes-...”, illetve „...környékének részletes geológiai térképe” jelkulcsa.	74
6.10. ábra. DR. TEÖREÖK „Átnézetes talajismereti térkép Budapest–Újpest lap” részlete.	74
6.11. ábra. DR. TEÖREÖK „Átnézetes talajismereti térkép Budapest–Újpest lap” jelkulcsa.	75
6.12. ábra. ID. NOSZKY „A Cserhát-hegység földtani térképe” részlet (1940).	75
6.13. ábra. ID. NOSZKY „a Cserhát-hegység földtani térképe”jelkulcsa (1940).	76

6.14. ábra. BALOGH et al. „Magyarország földtani térképe 1:300 000” (1956).	77
6.15. ábra. NOSZKY „A Bakonyhegység északi részének földtani térképe”részlet (1957).	77
6.16. ábra. NOSZKY „A Bakonyhegység északi részének földtani térképe” jelkulcsa (1957).	78
6.17. ábra. FÜLÖP „Magyarország földtani térképe 1:500 000” (1984).	78
7.1. ábra (a) alap cella (b) csökkentett méret (c) alap és mintaszín megváltoztatása (d) origó eltolása (e) 45°-os forgatás (f) 20°-os torzítás	81
7.2. ábra. Homok kitöltőmintája, a szemléletesség érdekében felnagyítva (a program a vonalkázást sűrűbben végzi).	82
7.3. ábra. Homok kitöltőminta alkalmazása.	82
7.4. ábra. Egymásba ágyazott objektumok kitöltése.	82
7.5. ábra. 60°-os vonalkázás és az azt leíró mintakód (szög, x,y, X-szünet, Y-szünet).	83
7.6. ábra. Keresztminta és az azt leíró mintakód (szög, x,y, X-szünet, Y-szünet, jelek közti szünetek hossza).	83
7.7. ábra. A minta kitöltése megszűnik a felt szélén.	84
7.8. ábra. A homok és kavics ábrázolása.	84
7.9. ábra. Teljes területet lefedő minta elkészítése.	85
7.10. ábra A kitöltőminták elhelyezése, az alap a pirossal körülhatárolt terület.	86
7.11. ábra: Egyes földtani képződmények litológiai megjelenése.	88

MELLÉKLETEK

1. MELLÉKLET: A BOLOGNAI KONGRESSZUSON KARPINSKY ÁLTAL JAVASOLT SZÍNTÁBLÁK.

I. tábla.



Divers facies.



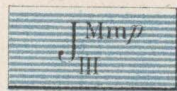
1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



11.



12.



13.



14.



15.



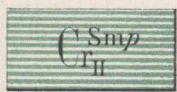
16.



18.



20.



17.



19.



21.



22.



23.



24.

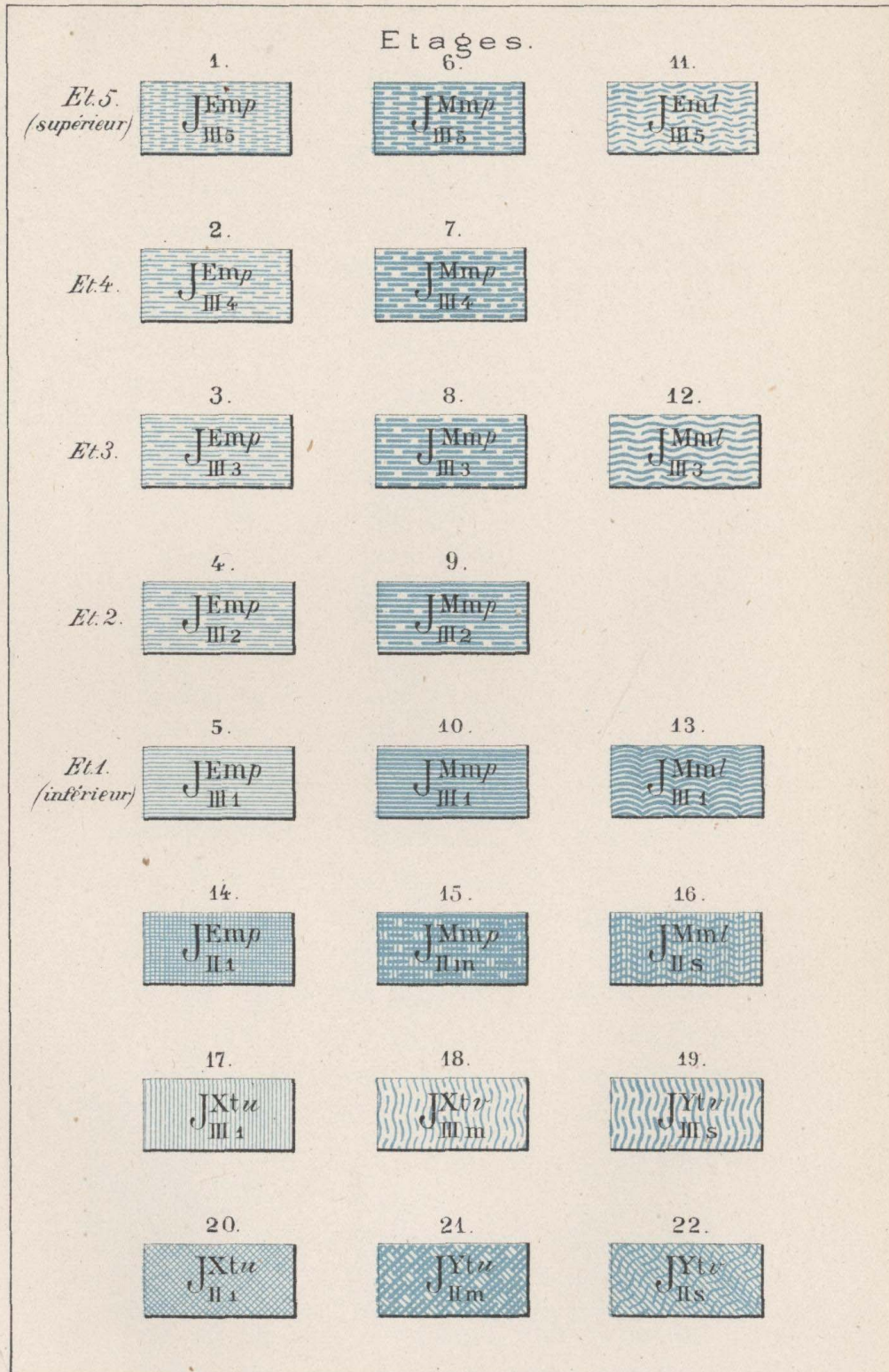


25.

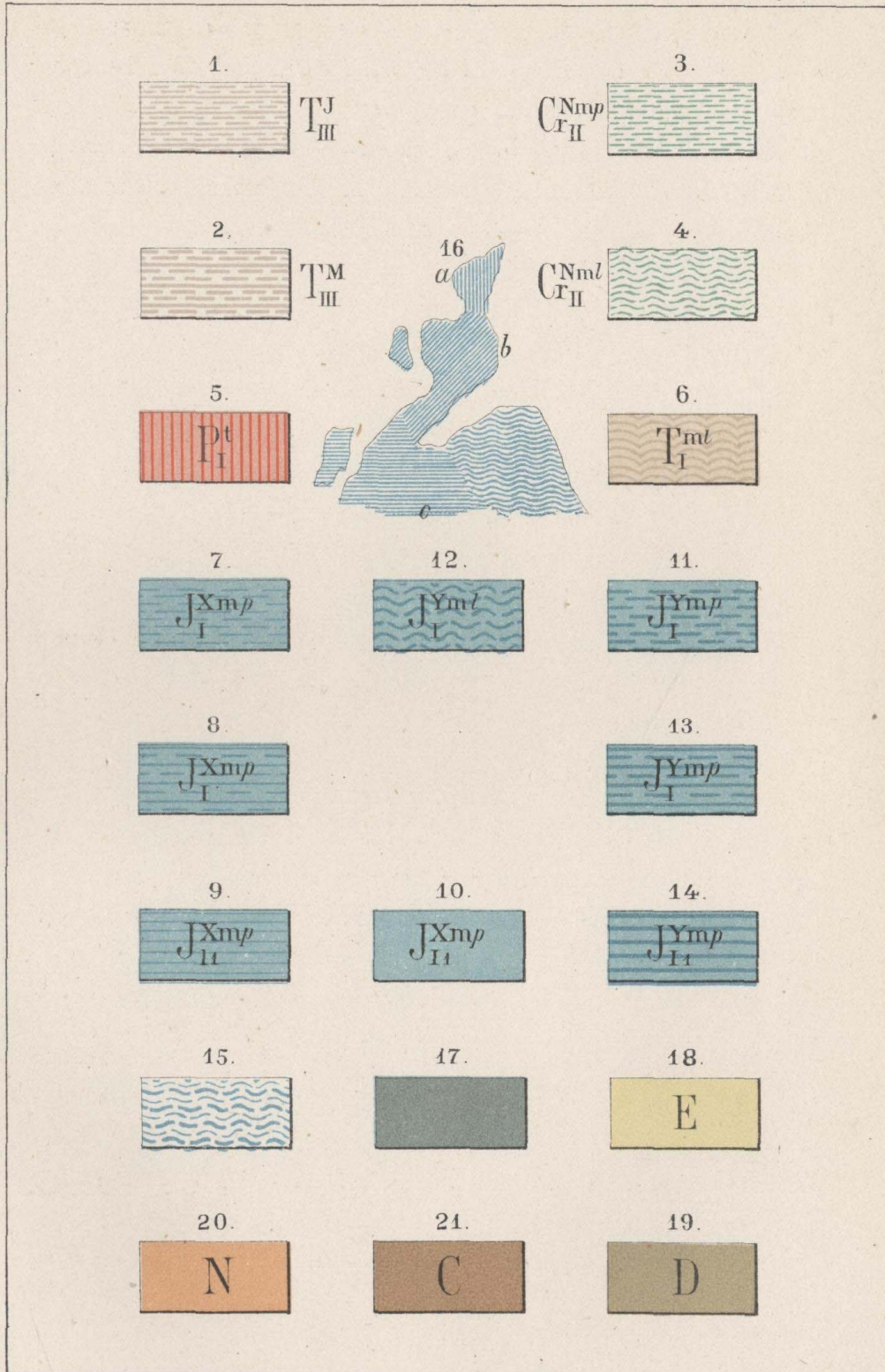


26.

III. tábla.



IV. tábla.



Schistes cristallins (§1) formations archaïques.
Exemples de spécification :

Fig. 1. Selon l'âge ou la disposition

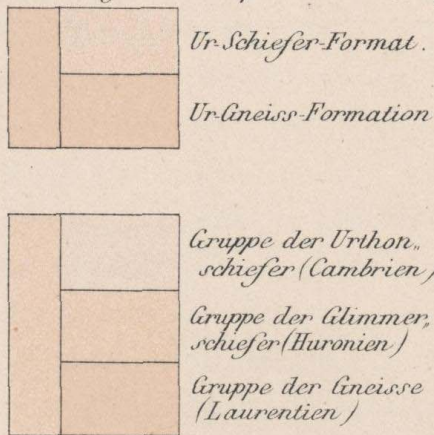


Fig. 3. Combinaison de spécialisation par teintes et par signes coloriés

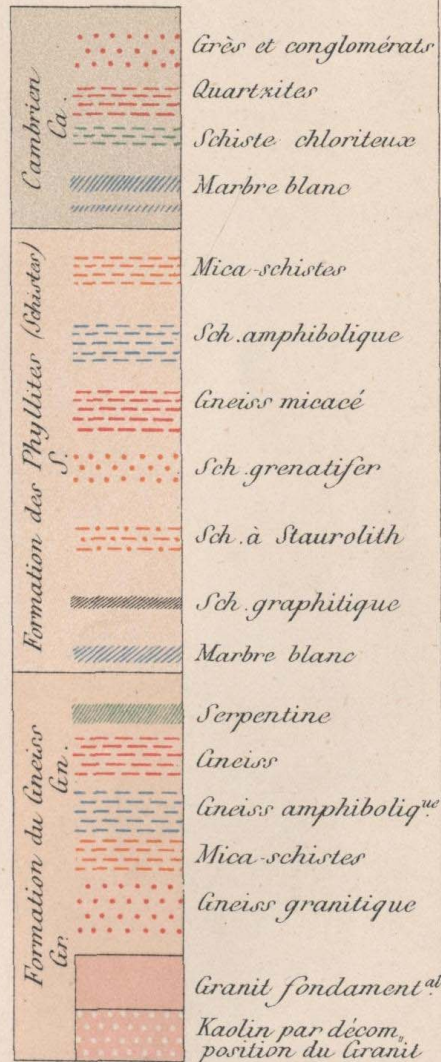


Fig. 2 Selon les caractères pétrographiques :



Formations sédimentaires (fossilifères)

Fig. 1. Couleurs fondamentales

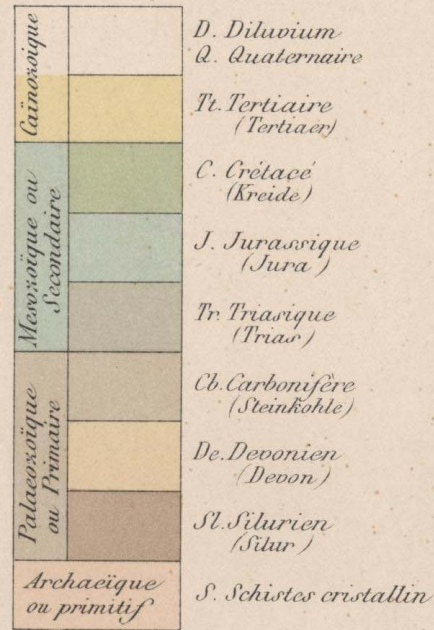


Fig. 3. Exemple d'une gamme complète adaptée (Alpes centrales partie orientale)

Echelle 1: 250000

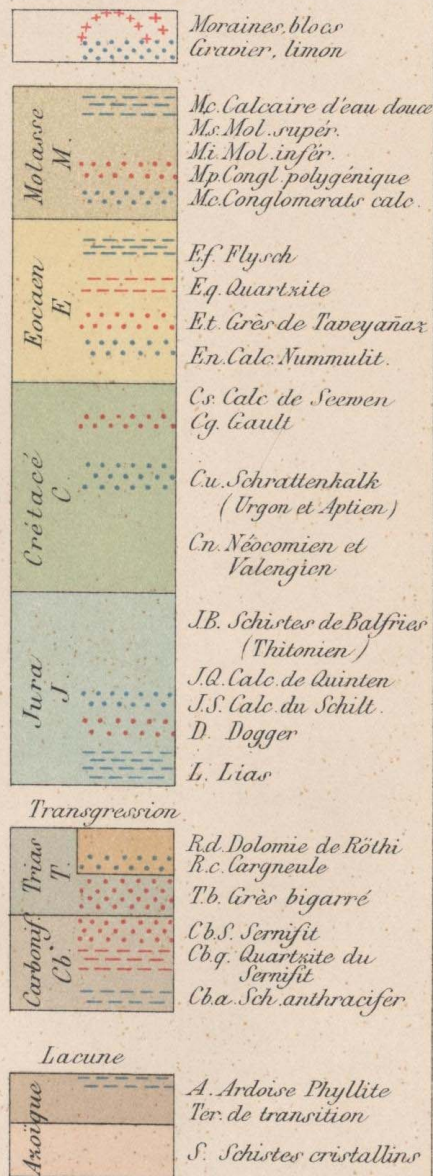
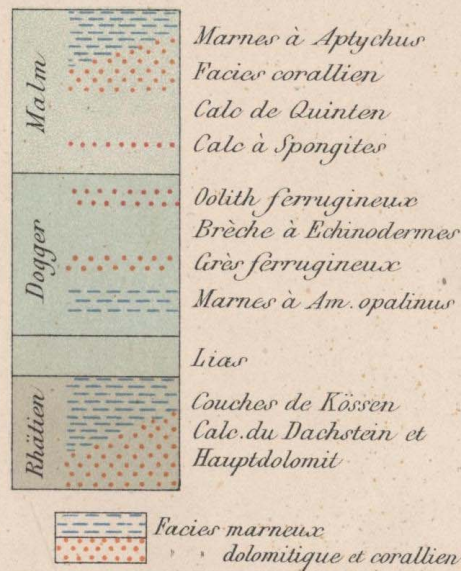


Fig. 2. Exemple de Spécialisation



Roches éruptives
A : Carte à petite échelle

Fig.1. Spécialisation par teintes

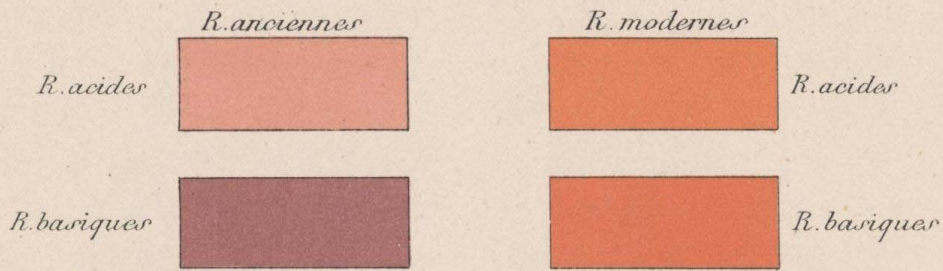
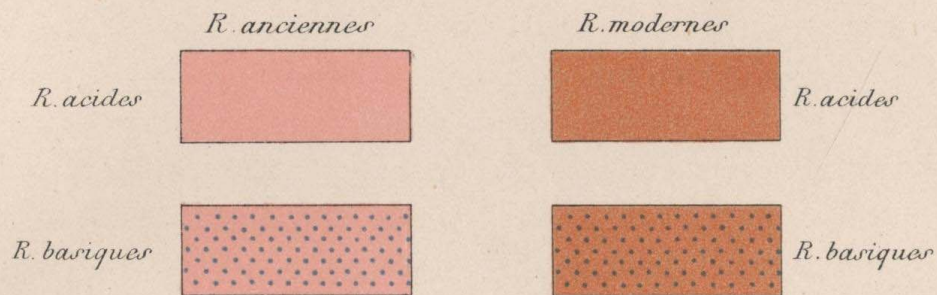
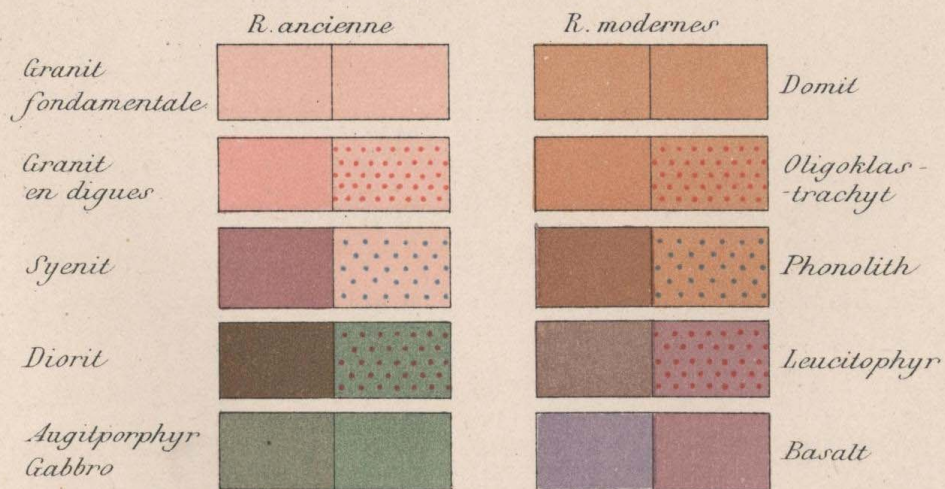
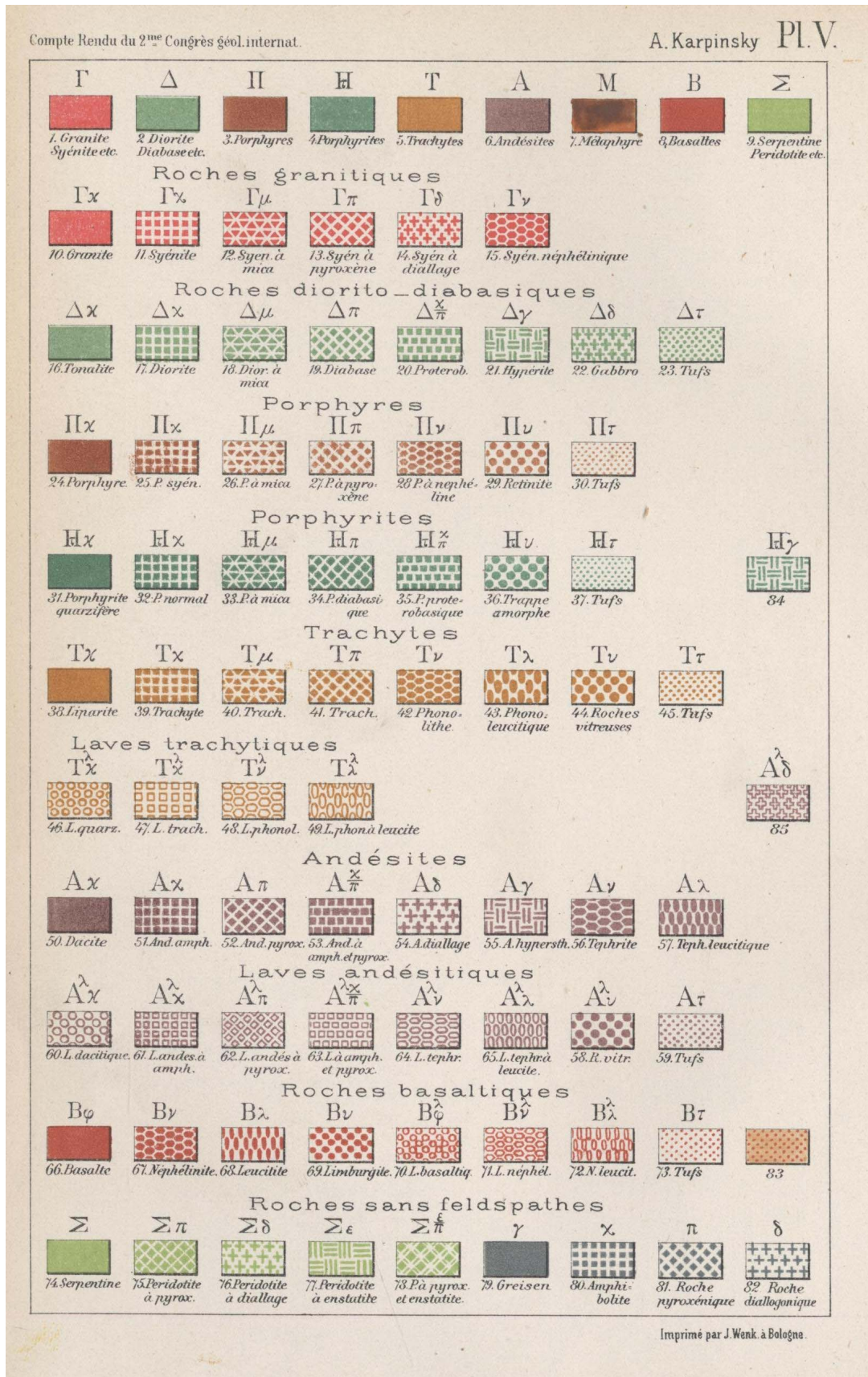


Fig.2. Spécialisation par teintes et par signes coloriés



B : Exemples pour une carte plus détaillée





Syst. gneissique ou Laurentien

Syst. des schistes cryst. ou Huronien

Sect. infér.

Sect. supér.

Sect. infér.

Sect. supér.



1. Gneiss.



2. Gneiss.



3. Schiste argileux.



4. Argillite.



5. Micaschiste.



6. Micaschiste.



7. Micaschiste.



8. Micaschiste.



9. Marbre.



10. Marbre.



11. Marbre.



12. Marbre.

Fig. 13.

Coupe géologique d'une partie de la Crimée méridionale.

Tchatir Dagh.

M^t Castel
Mer Noire



Les couleurs sont les mêmes que sur la carte (pl. VII)

Fig. 14-29.



Calcaire.



Marbre.



Craie.



Argile.



Grès.



Sable.



Anhydrite.



Charbon de terre.



Dolomie.



Marbre dolomitique.



Marne.



Schiste argileux.



Conglomérat.



Gypse.



Sel gemme.



Roches ferreuses (fer-carb. limonite etc.)

Fig. 30-33.



L' inclinaison:
(à 12°)



(à 45°)



(à 67°)



Horizontalité.



Verticalité.



Pli anticlinal.



Pli synclinal.



Pli hétéroclinal.

Fig. 39.

Au

Filons aurifères

Au

Sables aurifères

Ag

Minerais d'argent

Cu

Min. oxydulés

Cu

Min. sulfurés

Cu

Minerais de cuivre

Sn

Minerais d'étain d'alluvion

Fe

Magnetite

Fe

Hématite rouge

Fe

Hématite brune

Pb

Minerais de plomb

Fe

Fer carbonaté

Ag

Pb

Minerais d'argent et de plomb mélangé

C

Houille

C

Lignite

C

Graphite

CH

Asphalte

CH

Pétrole

C

Tourbe

Fig. 40

Au

Mine d'or

Fe

Mine de hématite br.

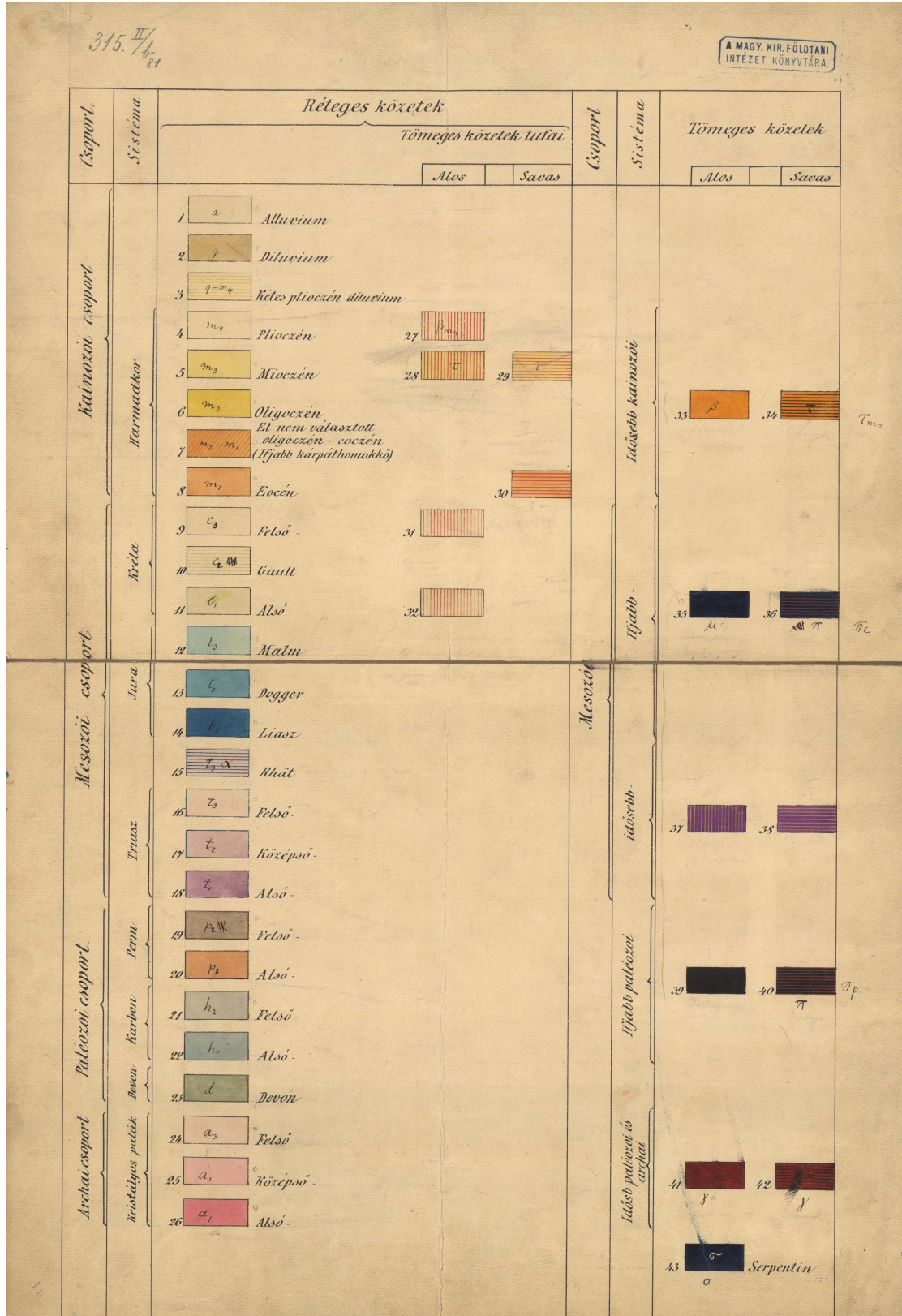
Fig. 41.

CH

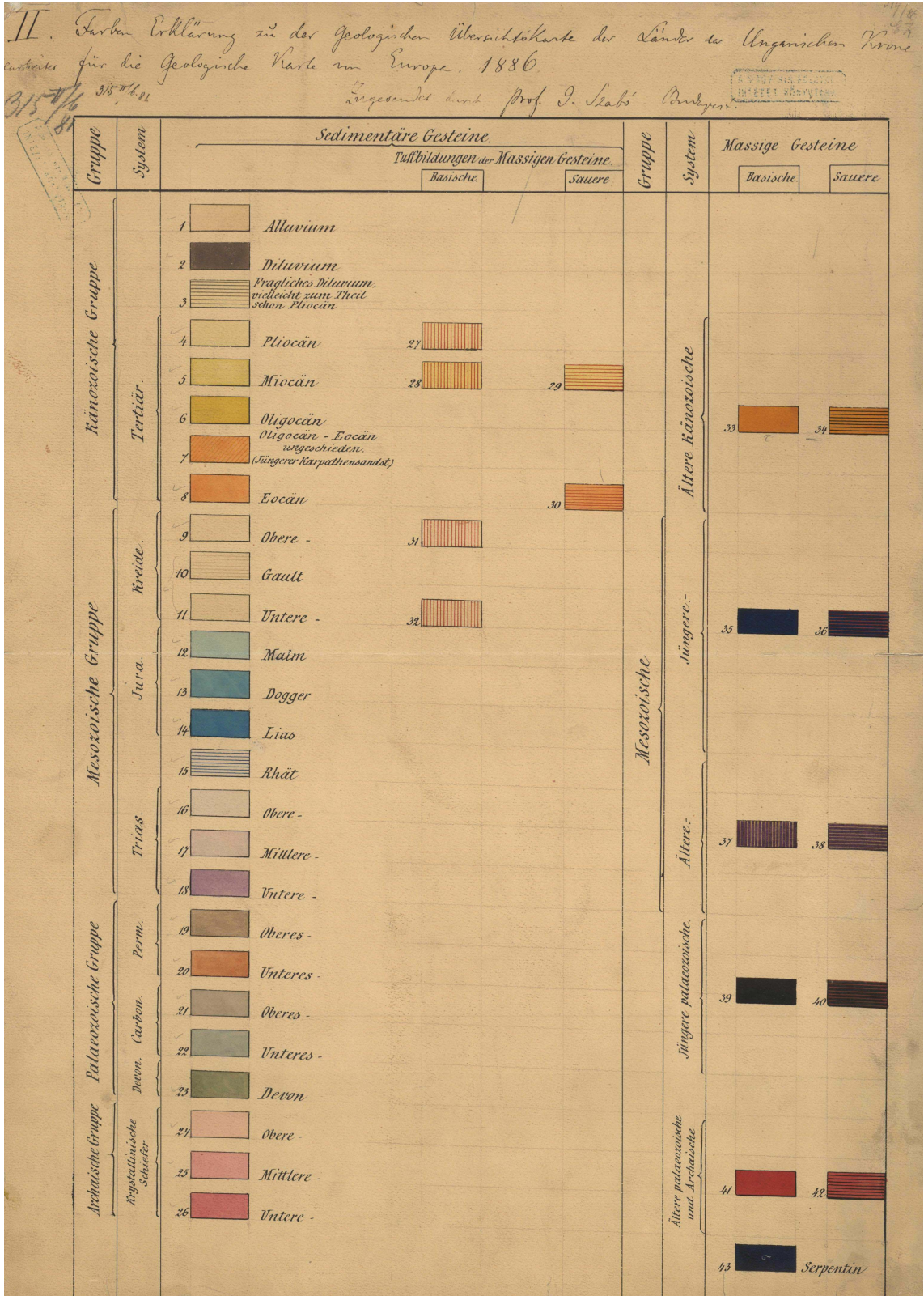
Carrière de marbre. Carrière de gypse

2. MELLÉKLET: BÖCHK, HOFMANN, KOCH „MAGYARORSZÁG GEOLÓGIAI TÉRKÉPE” (1886) JELKULCSA

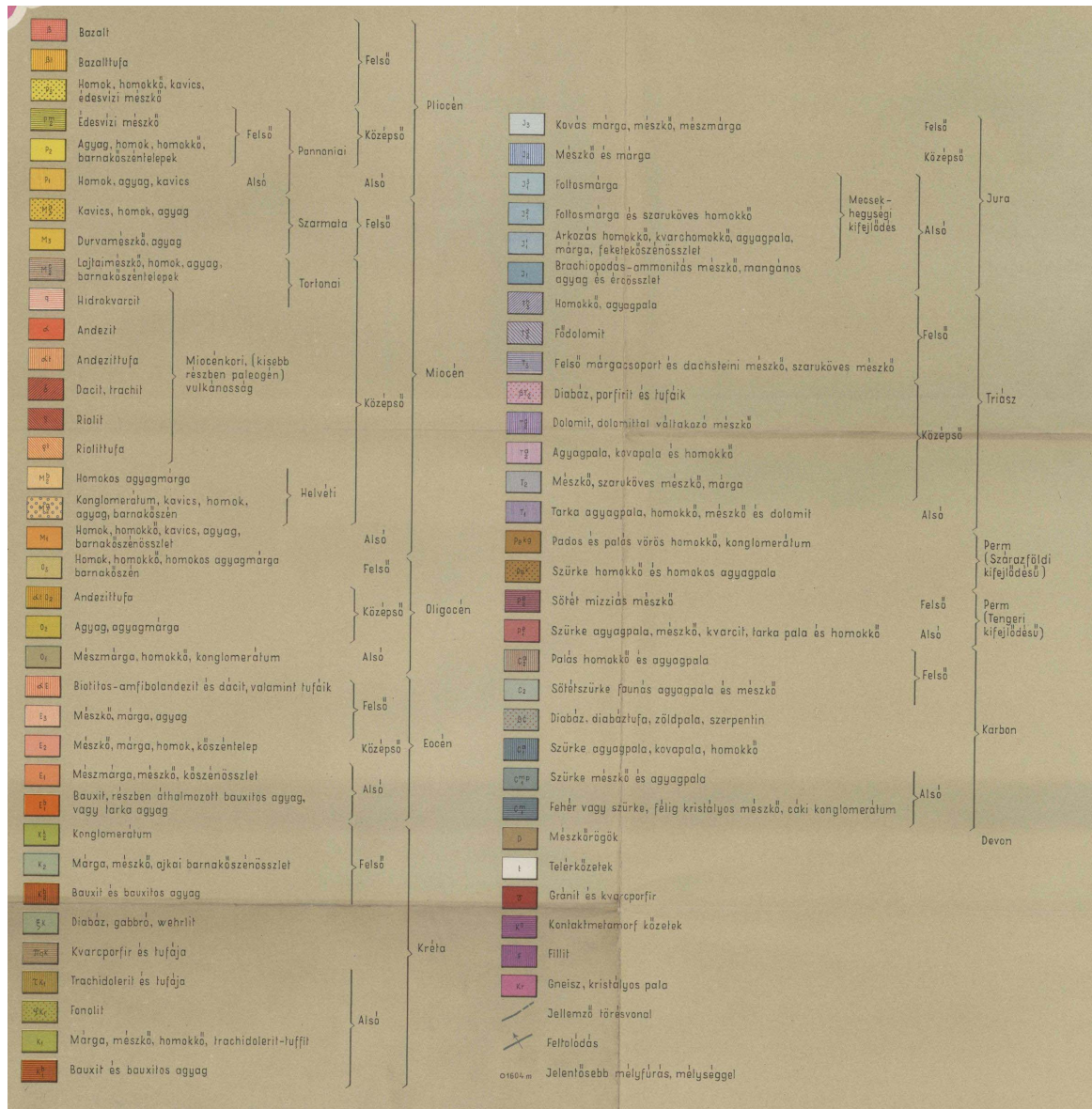
I. tábla.



II. tábla.

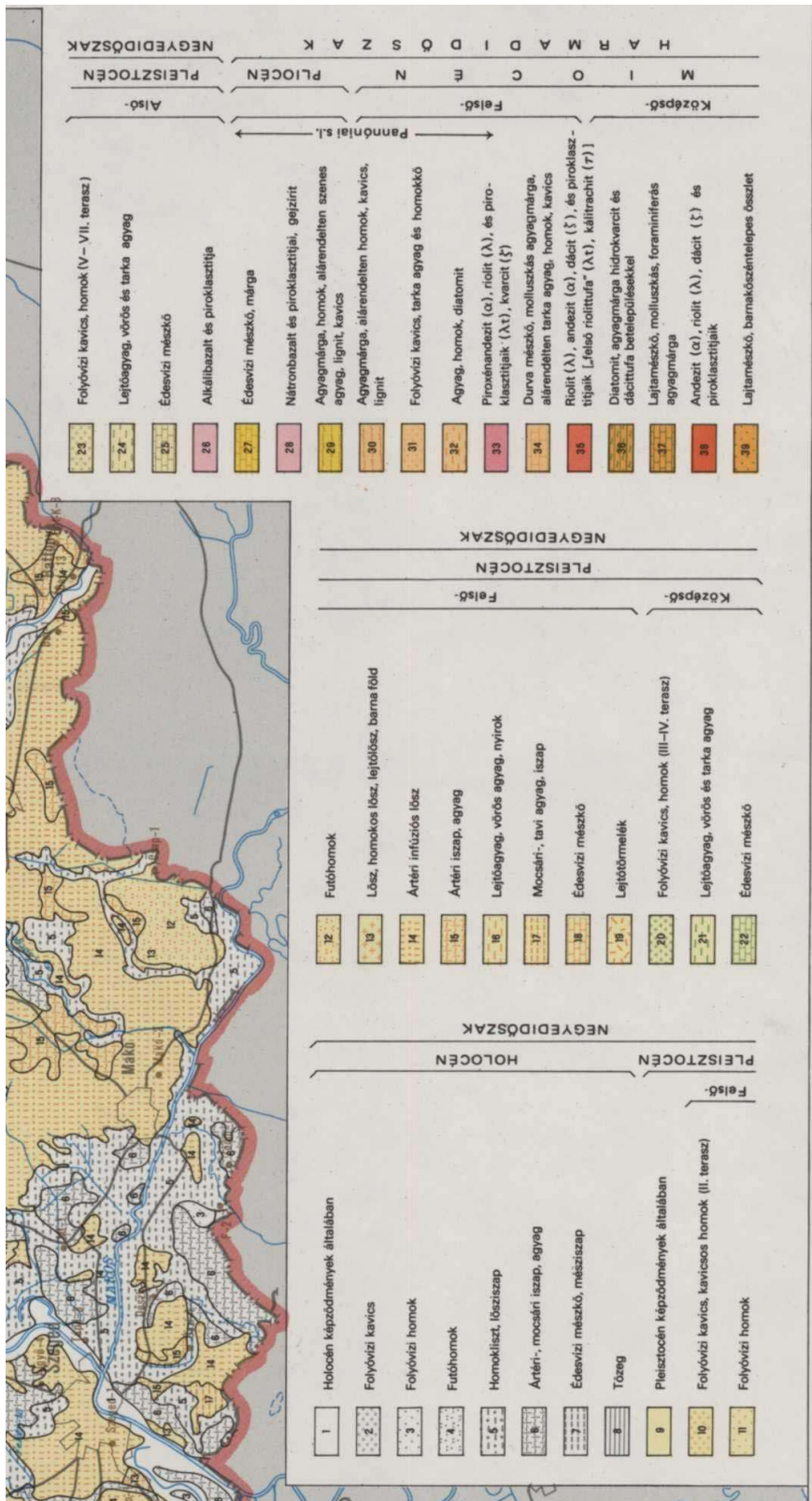


II. tábla.


































4. MELLÉKLET: FÜLÖP „MAGYARORSZÁG FÖLDTANI TÉRKÉPE 1:500 000” (1984) JELKULCSA

I. tábla.





































































































5. MELLÉKLET: A FÖLDTANI KÉPZŐDMÉNYEK FELÜLETI JELEI A MÁFI ADATBÁZISÁBAN

NEGYEDIDŐSZAKI KÉPZŐDMÉNYEK





























${}_aQh_2$		Antropogén képződmény	${}_iQh_2^{mi}$		Mészszipap
${}_aQh_2^f$		Feltöltés	${}_{ib}Qh_2^{aal}$		Tavi-mocsári agyagos aleurit
${}_aQh_2^{mh}$		Meddőhányó	${}_tQh_2$		Mocsári üledék
${}_aQh_2^{sz}$		Hulladéklerakó	${}_tQh_2^{to}$		Tőzeg
${}_aQh_2^i$		Iszaptározó	${}_fQh_1$		Folyóvízi üledék
${}_fQh_2$		Folyóvízi üledék	${}_fQh_1^a$		Folyóvízi agyag
${}_fQh_2^a$		Folyóvízi agyag	${}_fQh_1^{ala}$		Folyóvízi aleuritos agyag
${}_fQh_2^{ala}$		Folyóvízi aleuritos agyag	${}_fQh_1^{al}$		Folyóvízi aleurit
${}_fQh_2^{al}$		Folyóvízi aleurit	${}_fQh_1^{aal}$		Folyóvízi agyagos aleurit
${}_fQh_2^{aal}$		Folyóvízi agyagos aleurit	${}_fQh_1^{hal}$		Folyóvízi homokos aleurit
${}_fQh_2^{hal}$		Folyóvízi homokos aleurit	${}_fQh_1^h$		Folyóvízi homok
${}_fQh_2^h$		Folyóvízi homok	${}_fQh_1^{hk}$		Folyóvízi homok, kavics
${}_fQh_2^{hk}$		Folyóvízi homok, kavics	${}_fQh_1^{alh}$		Folyóvízi aleuritos homok
${}_fQh_2^{alh}$		Folyóvízi aleuritos homok	${}_fQh_1^{h,h}$		Folyóvízi kavics, homok
${}_fQh_2^k$		Folyóvízi kavics, homokos kavics	${}_fQh_1^a$		Tavi agyag
${}_{fi}Qh_2$		Folyóvízi-tavi üledék	${}_fQh_1^{al}$		Tavi aleurit
${}_{fi}Qh_2^a$		Folyóvízi-tavi agyag	${}_fQh_1^{aal}$		Tavi agyagos aleurit
${}_{fi}Qh_2^{al}$		Folyóvízi-tavi aleurit	${}_fQh_1^{alh}$		Tavi aleuritos homok
${}_{fb}Qh_2$		Folyóvízi-mocsári üledék	${}_fQh$		Folyóvízi üledék
${}_tQh_2$		Tavi üledék	${}_fQh^a$		Folyóvízi agyag
${}_tQh_2^a$		Tavi agyag	${}_fQh^{a,al}$		Folyóvízi agyag, aleurit
${}_tQh_2^{ala}$		Tavi aleuritos agyag	${}_fQh^{a,h}$		Folyóvízi agyag, homok
${}_tQh_2^{al}$		Tavi aleurit	${}_fQh^{al}$		Folyóvízi aleurit
${}_tQh_2^{aal}$		Tavi agyagos aleurit	${}_fQh^{aal}$		Folyóvízi agyagos aleurit
${}_tQh_2^{hal}$		Tavi homokos aleurit	${}_fQh^{hal}$		Folyóvízi homokos aleurit
${}_tQh_2^{ah}$		Tavi agyagos homok	${}_fQh^h$		Folyóvízi homok
${}_tQh_2^{alh}$		Tavi aleuritos homok	${}_fQh^{ah}$		Folyóvízi agyagos homok




























fQh^{alh}		Folyóvízi aleuritos homok	dQh^{al}		Deluviális aleurit
$fQh^{k,h}$		Folyóvízi kavics, homok	dQh^{aal}		Deluviális agyagos aleurit
f_1Qh		Folyóvízi-tavi üledék	dQh^{hal}		Deluviális homokos aleurit
f_1Qh^{al}		Folyóvízi-tavi aleurit	dQh^h		Deluviális homok
f_1Qh^m		Édesvízi mészkő	dQh^{ah}		Deluviális agyagos homok
f_bQh		Folyóvízi-mocsári üledék	dQh^{ah}		Deluviális aleuritos homok
f_bQh^a		Folyóvízi-mocsári agyag	sQh		Csuszamlás üledéke
f_bQh^{alh}		Folyóvízi-mocsári aleuritos homok	oQh		Kőzetomlás üledéke
f_eQh^h		Fluvioeolikus homok	fQp_3-h_1		Folyóvízi üledék
f_pQh		Folyóvízi-proluviális üledék	$fQp_3-h_1^{ak}$		Folyóvízi agyag, kavics
f_pQh^k		Folyóvízi-proluviális kavics, homokos kavics	$fQp_3-h_1^k$		Folyóvízi kavics, homokos kavics
f_dQh		Folyóvízi-deluviális üledék	$f_pQp_3-h_1$		Folyóvízi-proluviális üledék
f_dQh^{al}		Folyóvízi-deluviális aleurit	fQp_3-h		Folyóvízi üledék
f_dQh^k		Folyóvízi-deluviális kavics, homokos kavics	fQp_3-h^a		Folyóvízi agyag
f_1Qh		Tavi üledék	fQp_3-h^{al}		Folyóvízi aleurit
f_1Qh^{al}		Tavi aleurit	$fQp_3-h^{al,h}$		Folyóvízi aleurit, homok
f_1Qh^{mi}		Mészszip	fQp_3-h^h		Folyóvízi homok
f_bQh		Tavi-mocsári üledék	$fQp_3-h^{k,h}$		Folyóvízi kavics, homok
f_bQh^a		Tavi-mocsári agyag	$f_1Qp_3-h^m$		Édesvízi mészkő
f_bQh^{aal}		Tavi-mocsári agyagos aleurit	f_pQp_3-h		Folyóvízi-proluviális üledék
bQh		Mocsári üledék	$f_eQp_3-h^h$		Fluvioeolikus homok
bQh^a		Mocsári agyag	$f_eQp_3-h^{hal}$		Fluvioeolikus homok, aleurit
bQh^{al}		Mocsári aleurit	f_dQp_3-h		Folyóvízi-deluviális üledék
bQh^{to}		Tőzeg	$f_dQp_3-h^{al}$		Folyóvízi-deluviális aleurit
pQh		Proluviális üledék	$f_dQp_3-h^{aal}$		Folyóvízi-deluviális agyagos aleurit
eQh^h		Futóhomok	$f_dQp_3-h^h$		Folyóvízi-deluviális homok
dQh^{ala}		Deluviális aleuritos agyag	$f_dQp_3-h^k$		Folyóvízi-deluviális kavics, homokos kavics




























pQp_3-h		Proluviális üledék	$fiQp-h^m$		Édesvízi mészkő
pQp_3-h^h		Proluviális homok	$elgQp-h^{va}$		Eluviális-lejtőüledékes vörösagyag
$pdQp_3-h$		Proluviális-deluviális üledék	$elgQp-h^n$		Nyirok, kőzettörmelékes nyirok
$pdQp_3-h^{al}$		Proluviális-deluviális aleurit	$eidQp-h$		Eluviális-deluviális üledék
eQp_3-h^h		Futóhomok	fQp_3		Folyóvízi üledék
eQp_3-h^{ah}		Eolikus aleuritos homok	fQp_3^a		Folyóvízi agyag
$edQp_3-h^h$		Eolikus-deluviális homok	$fQp_3^{a,al}$		Folyóvízi agyag, aleurit
gQp_3-h		Lejtőüledék általában	fQp_3^{al}		Folyóvízi aleurit
gQp_3-h^a		Lejtőüledék: agyag	$fQp_3^{al,h}$		Folyóvízi aleurit, homok
gQp_3-h^{va}		Lejtőüledék: vörösagyag	fQp_3^h		Folyóvízi homok
gQp_3-h^{ala}		Lejtőüledék: aleuritos agyag	$fQp_3^{h,k}$		Folyóvízi homok, kavics
gQp_3-h^y		Lejtőtörmelék	fQp_3^k		Folyóvízi kavics, homokos kavics
$gQp_3-h^{y,k}$		Lejtőtörmelék, kavics	fQp_{3IIa}		Folyóvízi üledék (IIa terasz)
$gpQp_3-h$		Lejtő- és proluviális üledék	$fiQp_3^m$		Édesvízi mészkő
dQp_3-h		Deluviális üledék	$fpQp_3$		Folyóvízi-proluviális üledék
dQp_3-h^{ah}		Deluviális agyag, homok	$fpQp_3^h$		Folyóvízi-proluviális homok
$dQp_3-h^{a,k}$		Deluviális agyag, kavics	$fpQp_3^k$		Folyóvízi-proluviális kavics, homokos kavics
dQp_3-h^{al}		Deluviális aleurit	$fpQp_3^{hy}$		Folyóvízi-proluviális homokos kőzettörmelék
dQp_3-h^{aal}		Deluviális agyagos aleurit	$feQp_3^h$		Fluvioeolikus homok
dQp_3-h^{kal}		Deluviális kavicsos aleurit	$fdQp_3$		Folyóvízi-deluviális üledék
dQp_3-h^{val}		Deluviális kőzettörmelékes aleurit	$fdQp_3^k$		Folyóvízi-deluviális kavics
dQp_3-h^h		Deluviális homok	$fiQp_3^{il}$		Infúziós lösz
$dQp_3-h^{h,k}$		Deluviális homok, kavics	$fiQp_3^{a-1}$		Hidroeolikus agyagos lösz
dQp_3-h^{ah}		Deluviális agyagos homok	pQp_3		Proluviális üledék
dQp_3-h^{ah}		Deluviális aleuritos homok	eQp_3^l		Lösz
dQp_3-h^k		Deluviális kavics, homokos kavics	eQp_3^{a-1}		Agyagos lösz
gQp_3-h		Csuszamlás üledéke	eQp_3^{hl}		Homokos lösz




























$\epsilon Qp_3^{hl,h}$		Homokos lösz, löszös homok	$f_p Qp_{1-2}$		Folyóvízi-proluviális üledék
ϵQp_3^{bl}		Barna lösz	$f_p Qp_{1-2}^k$		Folyóvízi-proluviális kavics, homokos kavics
Qp_3^{hbl}		Homokos barna lösz	ϵQp_{1-2}^l		(Eolikus) lösz (idős löszsorozat)
ϵQp_3^h		Futóhomok	$gp Qp_{1-2}$		Lejtő- és proluviális üledék
ϵQp_3^{lh}		Löszös homok	$f Qp_1$		Folyóvízi üledék
ϵQp_3^y		Kőzetomlás üledéke	$f Qp_1^h$		Folyóvízi homok
$f Qp_{2-3}$		Folyóvízi üledék	$f Qp_1^k$		Folyóvízi kavics, homokos kavics
$f Qp_{2-3}^h$		Folyóvízi homok	$f Qp_{IV}$		Folyóvízi üledék (V. terasz)
$f Qp_{2-3}^k$		Folyóvízi kavics, homokos kavics	$f Qp_{VI}$		Folyóvízi üledék (VI. terasz)
$f Qp_{2-3III}$		Folyóvízi üledék (IIb terasz)	$f Qp_1^m$		Édesvízi mészkő
ϵQp_{2-3}^l		Lösz (fiatal löszsorozat)	$f_p Qp_1^k$		Folyóvízi-proluviális kavics
ϵQp_{2-3}^{a-1}		Agyagos lösz	$p Qp_1$		Proluviális üledék
ϵQp_{2-3}^{hl}		Homokos lösz	$gp Qp_1^k$		Lejtő- és proluviális kavics
ϵQp_{2-3}^{lh}		Löszös homok	$v Qp_1^b$		Vulkáni bazalt
$f Qp_2$		Folyóvízi üledék	$f Qp$		Folyóvízi üledék
$f Qp_2^h$		Folyóvízi homok	$f Qp^{h,k}$		Folyóvízi homok, kavics
$f Qp_2^k$		Folyóvízi kavics, homokos kavics	$p Qp$		Proluviális üledék
$f Qp_2^{k,h}$		Folyóvízi kavics, homok	$s Qp$		Csuszamlás üledéke
$f Qp_{2III}$		Folyóvízi üledék (III. terasz)			
$f Qp_{2IV}$		Folyóvízi üledék (IV. terasz)			
$f Qp_2^m$		Édesvízi mészkő			
$f_p Qp_2^k$		Folyóvízi-proluviális kavics, homokos kavics			
$f Qp_{1-2}$		Folyóvízi üledék			
$f Qp_{1-2}^h$		Folyóvízi homok			
$f Qp_{1-2}^k$		Folyóvízi kavics, homokos kavics			
$f Qp_{1-2IV-V}$		Folyóvízi üledék (IV-V hordalékkúp-terasz)			
$f Qp_{1-2IV-VI}$		Folyóvízi üledék (IV-VI hordalékkúp-terasz)			




























NEGYEDIDŐSZAKNÁL IDŐSEBB KÉPZŐDMÉNYEK




























${}_{elg}P_1-Qp_2^{ya}$		Vörösagyag
${}_{fi}P_1-Qp_1^n$		Édesvízi mészkő
${}^{sv}Pa_2-Qp_1^{\beta}$		Salgóvári Bazalt Formáció
${}^{sv}Pa_2-Qp_1^{\beta t}$		Salgóvári Bazalt Formáció, bazalt Salgóvári Bazalt Formáció, bazalttufa
pPa_2		Pulai Alginit Formáció
nPa_2		Dunántúli Formációcsoport Nagyalföldi Tarkaagyag Formáció
zPa_2		Zagyvai Formáció
${}^{b-n}Pa_2$		Bükkaljai és Nagyalföldi Formáció összevontan
bPa_2		Dunántúli Formációcsoport Bükkaljai Lignit Formáció
${}^{nv}Pa_2$		Nagyvázsonyi Mészkő Formáció
${}^{ta}Pa_2^{\beta}$		Tapolcai Bazalt Formáció
${}^{ta}Pa_2^{\beta t}$		Tapolcai Bazalt Formáció, bazaltláva Tapolcai Bazalt Formáció
${}^{ta}Pa_2^{\beta s}$		Tapolcai Bazalt Formáció, salakos bazalt
${}^{ta}Pa_2^{\beta t}$		Tapolcai Bazalt Formáció, bazalttufa
${}^{ta}Pa_2^{\beta s e}$		Tapolcai Bazalt Formáció, gejzirit
${}^{ta}Pa_2^k$		Tapolcai Bazalt Formáció Kabhegyi Vörösagyag Tagozat
${}^{t-nv}Pa_2$		Tihanyi és Nagyvázsonyi Formáció összevontan
tPa_2		Dunántúli Formációcsoport Tihanyi Formáció
${}^tPa_2^a$		Tihanyi Formáció Tihanyi Formáció, agyag
${}^tPa_2^{al}$		Tihanyi Formáció, aleurit
${}^tPa_2^h$		Tihanyi Formáció Tihanyi Formáció, homok
${}^tPa_2^d$		Tihanyi Formáció, dolomit
${}^{so-t}Pa_2$		Somlói és Tihanyi Formáció összevontan
${}^{so}Pa_2$		Dunántúli Formációcsoport Somlói Formáció
${}^{kl-t}Pa_2$		Kállai és Tihanyi Formáció összevontan
${}^{kl-so}Pa_2$		Kállai és Somlói Formáció összevontan
${}^{kl}Pa_2$		Dunántúli Formációcsoport Kállai Kavics Formáció
${}^{kl}Pa_2^h$		Kállai Kavics Formáció Kállai Formáció, homok




























$^{ki}Pa_2^3$		Kállai Kavics Formáció Kállai Formáció, kvarcit
dPa_2		Diási Kavics Formáció
$^{td}Pa_2$		Taliándörögdi Márga Formáció
$^{ka}Pa_2$		Kapolcsi Mészkö Formáció
$^{bo}Pa_{1-2}$		Borsodi Kavics Formáció
$^{s-so}Pa_2$		Száki és Somlói Formáció átmenete
$^sPa_{1-2}$		Peremartoni Formációcsoport Száki Agyagmárga Formáció
$^kPa_{1-2}$		Peremartoni Formációcsoport Kisbéri Kavics Formáció
$^{ed}Pa_1$		Peremartoni Formációcsoport Edelényi Tarkaagyag Formáció
$^{ed}Pa_1^{h,k}$		Edelényi Tarkaagyag Formáció, homok, kavics
sPa_1		Edelényi Tarkaagyag Formáció Szalonnai Mészkö Tagozat
cPa_1		Peremartoni Formációcsoport Csákvári Agyagmárga Formáció
zPa_1		Zámori Kavics Formáció
$^{ca}Pa_1$		Csereháti Riolittufa Formáció
oPa_1		Ósi Tarkaagyag Formáció
$^{ma}Pa_1$		Megyszói Konglomerátum Formáció
Pa^y		Pannóniai lejtőtörmelék
Pa^x		Áthalmazott bauxit, bauxitos agyag
Pa		Pannóniai képződmények összevontan
$^{ht}M-Qp$		Hévíforrás-üledék
$^aMs_2-Pa_1$		Tokaji Vulkanit Formációcsoport Amadévári Andezit Formáció
$^tMs_2-Pa_1$		Amadévári Andezit Formáció Tarcali Dácit Tagozat
$^{vi}Ms_2-Pa_1$		Tokaji Vulkanit Formációcsoport Vizsolyi Riolittufa Formáció
$^{vi}_sMs_2-Pa_1$		Vizsolyi Riolittufa Formáció Sulyomtetői Riolit Tagozat
$^{eb}Ms_2-Pa_1$		Tokaji Vulkanit Formációcsoport Erdőbényei Formáció
$^{eb}_iMs_2-Pa_1$		Erdőbényei Formáció Ligetmajori Kovaföld Tagozat
$^{eb}_rMs_2-Pa_1$		Erdőbényei Formáció Rátkai Kvarcit Tagozat

























^v Mb-s		Vöröstói Formáció badeni-szarmata része
^{sv} Mb-Pa ₁		Sajóvölgyi Formáció
^{sv} Ms ₂ -Pa ₁		Sajóvölgyi Formáció Hernádvölgyi Agyag Tagozat
^{sv} _c Ms		Sajóvölgyi Formáció Császtapusztai Tagozat
^{ha} Mb-Pa ₁		Harsányi Riolittufa Formáció
^{ag} Mo-Pa		Aggteleki Vörösgyag Formáció
^g Ms		Gyulafirátóti Formáció
^t Ms		Tinnyei Formáció
^t _c Ms ₁		Tinnyei Formáció Cárhalmi Mészke Tagozat
^t _f Ms ₁		Tinnyei Formáció Fertőrákosi Konglomerátum Tagozat
^{gv} Ms		Galgavölgyi Riolittufa Formáció
^{du} Ms ₁		Dubicsányi Andezit Formáció
^k Ms		Kozárdi Formáció
^{ba} Ms ₁		Hegyaljai Vulkanit Formációcsoport Baskói Andezit Formáció
^{ba} _t Ms ₁		Baskói Andezit Formáció Telkibányai Kálimetaszomatit Tagozat
^{ba} _h Ms ₁		Baskói Andezit Formáció Hollóházai Dácit Tagozat
^{ba} _{mh} Ms ₁		Baskói Andezit Formáció Mulatóhegyi Andezit Tagozat
^{ba} _a Ms ₁		Baskói Andezit Formáció Aranyosi Vegyestufa Tagozat
^s Ms ₁		Hegyaljai Vulkanit Formációcsoport Szerencsi Riolittufa Formáció
^s _k Ms ₁		Szerencsi Riolittufa Formáció Kékedi Tagozat
^s _e Ms ₁		Szerencsi Riolittufa Formáció Erdőhorváti Tagozat
^s _f Ms ₁		Szerencsi Riolittufa Formáció Füzérkomlói Tagozat
^s _a Ms ₁		Szerencsi Riolittufa Formáció Abaújszántói Tagozat
^s _h Ms ₁		Szerencsi Riolittufa Formáció Kishutai Riolit Tagozat
^s _p Ms ₁		Szerencsi Riolittufa Formáció Pálházai Tagozat
^s _t Ms ₁		Szerencsi Riolittufa Formáció Pusztafalui Riodácit Tagozat
^{ld} Mb ₂ -s ₁		Lénárdaróci Riolittufa Formáció




























f^{Mb-s}		Felnémeti Riolittufa Formáció
ke^{Mb-s}		Kékesi Andezit Formáció
ke^{Mb-s^t}		Kékesi Andezit Formáció, tufa
$ke^{Mb-s^{agg}}$		Kékesi Andezit Formáció, agglomerátum
$ke^{[i]Mb-s}$		Kékesi Andezit Formáció, telér
vh^{Mb_2}		Nyírségi Formációcsoport Vágáshutai Dácit Formáció
$vh_s^{Mb_2}$		Vágáshutai Dácit Formáció Szávahegyi Tagozat
m^{Mb_2}		Sátoraljaújhelyi Riolittufa Formáció Mikóházi Tagozat
r^{Mb_2}		Sátoraljaújhelyi Riolittufa Formáció Makkoshotyikai Tagozat
v^{Mb_2}		Sátoraljaújhelyi Riolittufa Formáció Végar dói Riolit Tagozat
sz^{Mb_2}		Szilágyi Agyagmárga Formáció
sp^{Mb}		Szurdokpüspöki Formáció
sp_g^{Mb}		Szurdokpüspöki Formáció Gyöngyöspatai Limnokvarcit Tagozat
$mb^{[i]Mb}$		Magasbörzsönyi Andezit Formáció, láva
mb_t^{Mb}		Magasbörzsönyi Andezit Formáció Magastaxi Amfibol-piroxénandezit Tagozat
nv^{Mb}		Börzsöny-Visegrádi Formációcsoport Nagyvölgyi Dácittufa Formáció
nv_n^{Mb}		Nagyvölgyi Dácittufa Formáció Nógrádi Dácit Tagozat
nv_k^{Mb}		Nagyvölgyi Dácittufa Formáció Nagykoppányi Andezit Tagozat
d^{Mb}		Börzsöny-Visegrádi Formációcsoport Dobogókői Andezit Formáció
d_c^{Mb}		Dobogókői Andezit Formáció Cserhegyi Andezit Tagozat
hv^{Mb}		Holdvilágárki Dácittufa Formáció
hv_c^{Mb}		Csódihegyi Dácit Tagozat
hv_a^{Mb}		Apátkútivölgyi Andezit Tagozat
h^{Mb}		Hidasi Barnakőszén Formáció
l^{Mb}		Lajtai Mészke Formáció
l^{Mb^k}		Lajtai Mészke Formáció Lajtai Mészke Formáció, kavics
$l_r^{Mb_2}$		Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozat




























${}^l\text{Mb}_1$		Lajtai Mészakő Formáció Pécsszabolcsi Mészakő Tagozat
${}^{\text{pm}}\text{Mb}_1$		Pusztamiskei Formáció
${}^b\text{Mb}_1$		Bádeni Formáció
${}^n\text{Mb}_1$		Nógrádszakáli Formáció
${}^k\text{Mb}$		Karancsi Andezit Formáció
${}^\varepsilon\text{Mb}$		Gyöngyössolymosi Riolit Formáció
${}^{\text{nh}}\text{Mb}$		Nagyhársasi Andezit Formáció
${}^{\text{nh}}\text{Mb}^t$		Nagyhársasi Formáció, tufa
${}^{\text{nh}}\text{Mb}^{\text{agg}}$		Nagyhársasi Formáció, agglomerátum
${}^{\text{cs}}\text{Mb}$		Csákánykői Andezit Formáció
${}^c\text{Mk-b}$		Cserszegtomaji Kaolinit Formáció
${}^{\text{no}}\text{Mk-b}$		Nagyoroszi Kavics Formáció
${}^{\text{te}}\text{Mk-b}_1$		Tekeresi Slír Formáció
${}^t\text{Mk}$		Tari Dácittufa Formáció
${}^{\text{ha}}\text{Mk}$		Hasznosi Andezit Formáció
${}^{\text{ha}}\text{Mk}^t$		Hasznosi Formáció, tufa
${}^f\text{Mk}$		Fóti Formáció
${}^{\text{bd}}\text{Mk}$		Budafai Formáció
${}^{\text{bd}}\text{Mk}_k$		Budafai Formáció Komlói Agyagmárga Tagozat
${}^{\text{bd}}\text{Mk}_b$		Budafai Formáció Budafai Homokkő Tagozat
${}^{\text{bd}}\text{Mk}_{\text{p-k}}$		Budafai Formáció Pécsváradi és Komlói Tagozat összevontan
${}^{\text{bd}}\text{Mk}_p$		Budafai Formáció Pécsváradi Mészakő Tagozat
${}^\varepsilon\text{Mk}$		Garábi Slír Formáció
${}^{\text{e-}\varepsilon}\text{Mk}$		Egyházasgergei és Garábi Formáció összevontan
${}^e\text{Mk}$		Egyházasgergei Formáció
${}^k\text{Mk}$		Egyházasgergei Formáció Kazári Homokkő Tagozat
${}^l\text{Mk}$		Ligeterdői Kavics Formáció Felsőtödli Kavics Tagozat




























m_1Mk		Ligeterdői Kavics Formáció Magasbérci Homok Tagozat
i_1Mo		Ligeterdői Kavics Formáció Felsőligeterdői Kavics Tagozat
a_1Mo		Ligeterdői Kavics Formáció Alsóligeterdői Kavics Tagozat
$^{st}Mo-k$		Salgótarjáni Barnakőszén Formáció
^{st}Mo		Salgótarjáni Barnakőszén Formáció Salgótarjáni Barnakőszén Formáció ottngai része
$^{st}_mMo$		Salgótarjáni Barnakőszén Formáció Mátranováki Tagozat
$^{st}_kMo$		Salgótarjáni Barnakőszén Formáció Kisterenyei Tagozat
bMo		Bántapusztai Formáció
gMo		Gyulakeszi Riolittufa Formáció
g_kMo		Gyulakeszi Riolittufa Formáció Kisgyőri Tagozat
^{bb}Mo		Brennbergi Barnakőszén Formáció
$^{sz}Me-o$		Szászvári Formáció
$^{sz}_mMe-o$		Szászvári Formáció Mecseknádasdi Tagozat
$^{sz}_sMe-o$		Szászvári Formáció Szászvári Tagozat
^mMe-o		Mecseki Andezit Formáció
zMe		Zagyvapálfalvai Formáció
$^zMe^{k,va}$		Zagyvapálfalvai Formáció, kavics, vörösgyag
z_kMe		Zagyvapálfalvai Formáció Tordasi Tagozat
$^bMe+^fMk$		Budafoki és Fóti Formáció összevontan
^{b-z}Me		Budafoki és Zagyvapálfalvai Formáció összevontan
bMe		Budafoki Formáció
b_oMe		Budafoki Formáció Ordaspusztai Homok Tagozat
^{su}Me		Szuhogyi Konglomerátum Formáció
dMe		Darnói Konglomerátum Formáció
$^pMer-e$		Pétevársárai Homokkő Formáció
$^p_hMer-e$		Pétevársárai Homokkő Formáció Hangonyi Tagozat
p_iMe		Pétevársárai Homokkő Formáció Ilonavölgyi Tagozat




























${}^p\text{Me}$		Pétervásárai Homokkő Formáció Kéménektetői Tagozat
${}^f\text{Mer-e}$		Felsőnyárádi Formáció
${}^{bt}\text{Mer}$		Bretkai Formáció
M^k		Miocén kavics
M^{em}		Miocén édesvízi mészkő
${}^s\text{Ol}_2\text{-Me}$		Szécsényi Slír Formáció
${}^b\text{Ol}_2\text{-Mer}$		Becskei Formáció
${}^c\text{Ol}_2\text{-Mer}$		Egri Formáció
${}^{\text{cs}}\text{Ol}_2$		Csókási Formáció
${}^t\text{Ol}_2$		Törökbálinti Homokkő Formáció
${}^{\text{m-t}}\text{Ol}_2$		Mányi és Törökbálinti Formáció átmenete
${}^m\text{Ol}_{1-2}$		Mányi Formáció
${}^{\text{c-m}}\text{Ol}_{1-2}$		Csatkai és Mányi Formáció összevontan
${}^c\text{Ol}_{1-2}$		Csatkai Formáció
${}^{\text{cs}}\text{Ol}_1^{\text{ka-a}}$		Csatkai Formáció Sárisápi Tagozat, kaolinos agyag
${}^k\text{Ol}_1\text{-}{}^t\text{Ol}_2$		Kiscelli és Törökbálinti Formáció összevontan
${}^k\text{Ol}_1$		Kiscelli Agyag Formáció
${}^n\text{Ol}_1$		Kiscelli Agyag Formáció Noszvaji Tagozat
${}^h\text{Ol}_1$		Hárshegyi Homokkő Formáció
${}^{\text{t-k}}\text{Ol}_1$		Tardi és Kiscelli Formáció összevontan
${}^t\text{Ol}_1$		Tardi Agyag Formáció
${}^i\text{Ol}_1$		Iharkúti Formáció
${}^o\text{Ol}_1$		Óbaroki Bauxit Formáció
${}^b\text{E}_3\text{-Ol}_1$		Budai Márga Formáció
${}^s\text{E}_3$		Szép völgyi Mészkő Formáció
${}^s\text{E}_3^{\text{kg}}$		Szép völgyi Mészkő Formáció Szép völgyi Mészkő Formáció, báziskonglomerátum
${}^r\text{E}_3$		Recski Andezit Formáció































$^kE_{2-3}$		Kosdi Formáció
$^nE_{2-3}$		Nadapi Andezit Formáció
$^pE_{2-3}$		Pázmándi Metaszomatit Tagozat
$^sE_{2-3}$		Nadapi Andezit Formáció
$^sE_{2-3}$		Sorompóvölgyi Andezit Tagozat
$^pE_{2-3}$		Padragi Márga Formáció
tE_2		Tokodi Formáció
sE_2		Szóci Mészakó Formáció
sE_2		Szóci Mészakó Formáció
fE_2		Felsőgallai Tagozat
sE_2		Szóci Mészakó Formáció
sE_2		Sűrűhegyi Tagozat
mE_2		Szóci Mészakó Formáció
mE_2		Magyaralmási Tagozat
cE_2		Csolnoki Agyagmárga Formáció
$^{cs}E_2$		Csernyei Formáció
fE_2		Fornai Formáció
$^{d-c}E_2$		Dorogi és Csolnoki Formáció összevontan
dE_2		Dorogi Formáció
dE_2		Dorogi Formáció
nE_2		Nagyegyházi Fanglomerátum Tagozat
dE_2		Dorogi Formáció
bE_2		Bajnai Tagozat
$^sE_{1-2}$		Gánti Bauxit Formáció




























pK_3		Polányi Márga Formáció
uK_3		Ugodi Mészkö Formáció
jK_3		Jákói Márga Formáció
cK_3		Csehbányai Formáció
aK_3		Ajkai Kőszén Formáció
K_3^x		Nagytárkányi és Halimbai Bauxit Formáció összevontan
$^{bk}K_3$		Budakeszi Pikrit Formáció
nK_3		Nekézsenyi Konglomerátum Formáció
$^{vk}K_{2-3}$		Vékényi Márga Formáció
pK_2		Pénzeskúti Márga Formáció
zK_2		Zirci Mészkö Formáció
tK_2		Tési Agyagmárga Formáció
kK_2		Tési Agyagmárga Formáció Kepekői Tagozat
kK_2		Környei Mészkö Formáció
aK_2		Alsóperei Bauxit Formáció
$^{ta}K_2$		Tatai Mészkö Formáció
vK_2		Vértessomlói Aleurolit Formáció
$^{nb}K_{1-2}$		Nagyharsányi Mészkö Formáció
$^lK_{1-2}$		Gerecsei Formációcsoport Lábatlani Homokkő Formáció
bK_1		Gerecsei Formációcsoport Berseki Márga Formáció
$^{bv}K_1$		Borzavári Mészkö Formáció
aK_1		Apátvarasdi Mészkö Formáció
mK_1		Mecsekjánosi Bazalt Formáció
$^{m}_{sz}K_1$		Mecsekjánosi Bazalt Formáció Szamárhegyi Fonolit Tagozat
m_sK_1		Mecsekjánosi Bazalt Formáció Singödöri Bazalt Tagozat
$^{me}K_1$		Magyaregregyi Konglomerátum Formáció
$^{hv}K_1$		Hidasivölgyi Márga Formáció




























$f_{J_3-K_1}$		Felsőcsatári Zöldpala Formáció
$^{md}J_3-K_1$		Mogyorósdombi Mészke Formáció
$J_3-^{md}K_1$		Felső-jura képződmények és Mogyorósdombi Formáció összevontan
$^{mv}J_3-K_1$		Márévári Mészke Formáció
$^{ve}J_2-K_1$		Velei Mészfillit Formáció
$^{ve}J_2-K_1$		Velei Mészfillit Formáció Cákai Konglomerátum Tagozat
$^pJ_3-^{md}J_3-K_1$		Pálhálási és Mogyorósdombi Formáció összevontan
sJ_3		Szársomlyói Mészke Formáció
J_3		Felső-jura képződmények összevontan
$^MJ_{2-3}$		Mónosbéli Formációcsoport
$^{m}J_{2-3}$		Mónosbéli Formáció
$^{ov}J_{2-3}$		Oldalvölgyi Formáció
$^{bz}J_{2-3}$		Bükkzsérci Formáció
$^{cs}J_{2-3}$		Cspikésetetői Radiolarit Formáció
$^rJ_{2-3}$		Rocskavölgyi Formáció
$^{lv}J_{2-3}$		Lök völgyi Formáció
$^{b}J_{2-3}$		Bányahegyi Radiolarit Formáció
$^{v^k}J_{2-3}$		Vaskapui Homokkő Formáció
J_{2-3}		Középső- és felső-jura képződmények általában
vJ_2		Villányi Mészke Formáció
tJ_2		Tardosi Gabbró Formáció
$^{sz}J_2$		Szarvaskői Bazalt Formáció
J_2		Középső-jura képződmények összevontan
$^{km}J_{1-2}$		Komlói Mészmarga Formáció
$^{pk}J_{1-2}$		Pusztakisfalui Mészke Formáció
$^{ks}J_{1-2}$		Kőszegi Kvarcfillit Formáció
J_{1-2}		Alsó- és középső-jura összevontan









krJ_1		Kardosréti Mésző Formáció
$óJ_1$		Óbányai Aleurolit Formáció
$m-khJ_1$		Mecseknádasdi és Kecseháti Formáció összevontan
mJ_1		Mecseknádasdi Homokkő Formáció
$hh-khJ_1$		Hosszúhetényi és Kecseháti Mésző Formáció összevontan
$hh-mJ_1$		Hosszúhetényi és Mecseknádasdi Formáció összevontan
hhJ_1		Hosszúhetényi Mészmarga Formáció
vJ_1		Vasasi Márga Formáció
J_1		Alsó-jura képződmények összevontan
TJ		Telekesoldali Komplexum
TJ^p		Telekesoldali Komplexum, riolit
$(rv)J$		Rudabányai vasérces összlet
J		Jura képződmények összevontan
J^o		Jura olisztotrimma
oT_3-J_1		Csővári Mésző Formáció
mkT_3-J_1		Mecseki Kőszén Formáció
TVT_3-J		Telekesvölgyi Komplexum
$(ny)T_3-J$		Nyúlkerklapai rétegek
$(h)T_3-J$		Hídvégardói olisztosztróma
$hvT-J$		Hosszúvölgyi Bazalt Formáció
dT_3		Dachsteini Mésző Formáció
d_fT_3		Dachsteini Mésző Formáció Fenyőfői Tagozat
d_nT_3		Dachsteini Mésző Formáció Nézsai Mésző Tagozat
kT_3		Kösseni Formáció
rT_3		Rezi Dolomit Formáció
fT_3		Fődolomit Formáció
f_pT_3		Fődolomit Formáció Padkői Dolomit Tagozat























feT_3		Feketehegyi Formáció
eT_3		Edericsi Mészke Formáció
svT_3		Sédvölgyi Dolomit Formáció
sv_hT_3		Sédvölgyi Dolomit Formáció Henyei Dolomit Tagozat
sv_vT_3		Sédvölgyi Dolomit Formáció Vadaskerti Tagozat
sT_3		Sándorhegyi Formáció
s_pT_3		Sándorhegyi Formáció Pécselyi Tagozat
s_bT_3		Sándorhegyi Formáció Barnagi Tagozat
mT_3		Mátyáshegyi Formáció
m_sT_3		Mátyáshegyi Formáció Sashegyi Dolomit Tagozat
vT_3		Veszprémi Márga Formáció
v_bT_3		Veszprémi Márga Formáció Buhimvölgyi Breccsa Tagozat
v_cT_3		Veszprémi Márga Formáció Csicsói Márga Tagozat
v_nT_3		Veszprémi Márga Formáció Nosztori Mészke Tagozat
v_mT_3		Veszprémi Márga Formáció Mencshelyi Márga Tagozat
kaT_3		Karolinavölgyi Homokkő Formáció
kfT_3		Kisfennsíki Mészke Formáció
ftT_3		Felsőtárkányi Mészke Formáció
ft_hT_3		Felsőtárkányi Mészke Formáció Hollóstatői Mészke Tagozat
ft_bT_3		Felsőtárkányi Mészke Formáció Belvácsi Dolomit Tagozat
ft_rT_3		Felsőtárkányi Mészke Formáció Rónabükki Mészke Tagozat
veT_3		Vesszősi Formáció
hvT_3		Hegyesetetői Formáció
zT_3		Zlambachi Márga Formáció
nkT_3		Nagykői Mészke Formáció
pT_3		Pötscheni Mészke Formáció
hT_3+T_J		Hallstatti Formáció és Telekesoldali Komplexum együttesen

hT_3		Hallstatti Mészke Formáció
tT_3		Tornaszentandrás Agyapala Formáció
saT_3		Szőlősardói Márga Formáció
sbT_3		Szádvárborsai Mészke Formáció
tpT_{2-3}		Tilospusztai Andezit Formáció
vaT_{2-3}		Vashegyi Dolomit Formáció
$böT_{2-3} - svT_3$		Budaörsi és Sédvölgyi Formáció összevontan
$böT_{2-3}$		Budaörsi Dolomit Formáció
$böT_{2-3}^m$		Budaörsi Formáció, mészke
$böT_kT_3$		Budaörsi Dolomit Formáció
$füT_{2-3}$		Kádártai Dolomit Tagozat
bT_2		Buchensteini Formáció
$f-bT_2$		Buchensteini Formáció
fT_2		Buchensteini Formáció
kvT_{2-3}		Felsőörsi és Buchensteini Formáció összevontan
frT_2		Felsőörsi Mészke Formáció
kvT_{2-3}		Felsőörsi Mészke Formáció
$bfrT_{2-3}$		Bükkfennsík Mészke Formáció
snT_{2-3}		Bükkfennsík Mészke Formáció
frT_{2-3}		Szinvi Metabazalt Formáció
frT_{2-3}		Fehérkői Mészke Formáció
$berT_{2-3}$		Fehérkői Mészke Formáció
$berT_{2-3}$		Bervai Mészke Formáció
daT_{2-3}		Dallapusztai Radiolarit Formáció
bvT_{2-3}		Dallapusztai Radiolarit Formáció
bvT_{2-3}		Bódvavölgyi Ofiolit Formáció
sjT_{2-3}		Szentjánoshegyi Mészke Formáció
$sjT_{2-3} + tT_3$		Szentjánoshegyi és Tornaszentandrás Formáció együttesen
szT_{2-3}		Szentjánoshegyi és Tornaszentandrás Formáció együttesen
$blT_{2-3} + hT_3$		Szárhegyi Radiolarit Formáció
blT_{2-3}		Bódvalenkei és Hallstatti Formáció együttesen
blT_{2-3}		Bódvalenkei Mészke Formáció
nrT_{2-3}		Nádaskai Mészke Formáció

$^{fr}T_{2-3}$		Reiflingi Mészke Formáció
$^{dr}T_{2-3}$		Derenki Mészke Formáció
$^{wr}T_{2-3}^m$		Wettersteini Mészke Formáció Wettersteini Mészke Formáció, mészke
$^{wr}T_{2-3}^d$		Wettersteini Mészke Formáció, dolomit
tT_2		Tagyoni Mészke Formáció
$^{m-fr}T_2$		Megyehegyi és Felsőörsi Formáció összevontan
$^{mr}T_2$		Megyehegyi Dolomit Formáció
iT_2		Iszkahegyi Mészke Formáció
$^{a-i}T_2$		Aszófői és Iszkahegyi Formáció összevontan
aT_2		Aszófői Dolomit Formáció
MT_2		Misinai Formációcsoport
cT_2		Misinai Formációcsoport Csumai Formáció
$^{c_k}T_2$		Káni Dolomit Tagozat Csumai Formáció
$^{c_t}T_2$		Kozári Mészke Tagozat Misinai Formációcsoport
zT_2		Zuhányai Mészke Formáció Misinai Formációcsoport
lT_2		Lapisi Mészke Formáció Lapisi Mészke Formáció
l_tT_2		Tubesi Mészke Tagozat
rT_2		Rókahegyi Dolomit Formáció
$^{vg}T_2$		Vígánvári Mészke Formáció
$^{hb}T_2$		Hetvehelyi Formáció Hetvehelyi Formáció
$^{hb}_mT_2$		Magyarürögi Anhidrit Tagozat
$^{p-hb}T_2$		Patacsi és Hetvehelyi Formáció összevontan
pT_2		Patacsi Aleurolit Formáció
$^{vh}T_2$		Várhegyi Formáció
$^{sh}T_2$		Szentistvánhegyi Metaandezit Formáció
hT_2		Hámori Dolomit Formáció
$^dT_2 + ^{bl}T_{2-3}$		Dunatetői és Bódvalenkei Formáció együttesen

dT_2		Dunatetői Mészke Formáció
brT_2		Bódvarákói Formáció
stT_2		Steinalmi Mészke Formáció
stT_2^m		Steinalmi Mészke Formáció Steinalmi Formáció, mészke
stT_2^d		Steinalmi Mészke Formáció Steinalmi Formáció, dolomit
$g^{+st}T_2$		Gutensteini és Steinalmi Formáció együttesen
gT_2		Gutensteini Formáció
cT_1		Csopaki Márga Formáció
$h-cT_1$		Hidegkúti és Csopaki Formáció összevontan
hT_1		Werfeni Formációcsoport Hidegkúti Formáció
kkT_1		Werfeni Formációcsoport Köveskáli Dolomit Formáció
kk_nT_1		Köveskáli Dolomit Formáció Nádaskúti Dolomit Tagozat
$a-kkT_1$		Arácsi és Köveskáli Formáció összevontan
aT_1		Arácsi Márga Formáció
jT_1		Jakabhegyi Homokkő Formáció
jT_1^{kg}		Jakabhegyi Homokkő Formáció Jakabhegyi Formáció, báziskonglomerátum
avT_1		Ablakoskőölgyi Formáció
gT_1		Gerennavári Mészke Formáció
sp_jT_1		Szinpetri Mészke Formáció Jósvafői Mészke Tagozat
sp_sT_1		Szinpetri Mészke Formáció Szinpetri Mészke Tagozat
$s^{+sp}T_1 + gT_2$		Szini, Szinpetri és Gutensteini Formáció együttesen
sT_1		Szini Márga Formáció
bT_1		Bódvaszilasi Homokkő Formáció
kP_2-T_1		Kővágószőlősi Homokkő Formáció Tótvári Homokkő Tagozat
k_cP_2		Kővágószőlősi Homokkő Formáció Cserkúti Homokkő Tagozat
k_tP_2		Kővágószőlősi Homokkő Formáció Kővágótöttösi Homokkő Tagozat
k_bP_2		Kővágószőlősi Homokkő Formáció Bakonyai Homokkő Tagozat

$^{bo}P_2$		Bodai Aleuolit Formáció
cP_2		Cserdi Formáció
$^{b}P_2$		Balatonfelvidéki Homokkő Formáció
$^{n}P_2$		Nagyvisnyói Mész-kő Formáció
sP_2		Szentléleki Formáció
$^{p}P_2$		Perkupati Anhidrit Formáció
gP_1		Gyűrűfői Riolit Formáció
$^{ko}P_1$		Korpádi Homokkő Formáció
kP_1		Kásói Formáció
$^H C-P$		Hídvégardói Komplexum
fC_2		Fülei Konglomerátum Formáció
$^{fs}C_2$		Felsősomlyói Kvarcporfir Formáció
vC_2		Velencei Gránit Formáció
$^{vk}C_2$		Velencei Gránit Formáció Kisfaludi Mikrogránit Tagozat
mC_2		Mályinkai Formáció
sC_2		Szilvásváradai Formáció
zC		Zobóhegyesei Formáció
éC		Éleskői Formáció
lC		Lázbérci Formáció
^{sd}C		Szendrői Fillit Formáció
rC		Rakacai Márvány Formáció Verebeshegyi Mész-kő Tagozat
dC_1		Dedevári Mész-kő Formáció
aD_3		Abodi Mész-kő Formáció
zD_3		Zsinnyi Metabazalt Formáció
$^{bh}D_{2-3}$		Bükhegyi Márvány Formáció
$^uD_{2-3}$		Upponyi Mész-kő Formáció
$^sD_{2-3}$		Szendrőládi Mész-kő Formáció

^p D ₂		Polgárdi Mészakő Formáció
^r D- ^r C		Rakacszei és Rakacai Formáció összevontan
^t S-C ₁		Tapolcsányi Formáció
^{bc} S-D		Bencehegyi Mikrogabbro Formáció
ⁱ S-D ₁		Irotai Formáció
^l O-D		Lovasi Agyagpala Formáció
^b O-S		Balatonfőkajári Kvarcfillit Formáció
^a O ₃		Alsóörsi Porfiroid Formáció
^c O ₃		Csernelyvölgyi Homokkő Formáció
^r O ₃		Rágyincsvölgyi Homokkő Formáció
^{6b} Pz ₁		Óbrennbergi Csillámpala Formáció
^{vh} Pz		Vöröshídi Csillámpala Formáció
^{sb} Pz		Sopronbánfalvi Gneisz Formáció
^{fá} Pz		Füzesárki Fehérpala Formáció
^{fá} Pz		Tolvajárki Leukofillit Tagozat
^{fá} Pz		Füzesárki Fehérpala Formáció
^{fá} Pz		Seprőkötőhegyi Kvarcit Tagozat
^F Pz		Fertőrákosi Kristályospala Formációcsoport
^{gb} Pz		Gödölyebérci Amfibolit Formáció
^m Pz		Mórággyi Gránit Formáció
^ó Pz ₁		Ófalui Formáció
^v Pz ₁		Vilyvitányi Csillámpala Formáció

ÖSSZEFOGLALÁS

A térképek színvilága, a térképeken alkalmazott felületi és egyéb jelek színezése a kartográfia kezdetétől fogva alapvető fontosságú volt. Hosszú történelmi időszakokon át a térképek művészeti jelentőséggel is bírtak. A tudományos célú, és főként a tematikus térképészet kifejlődésével a színhasználat elsősorban az ábrázolt téma megértését szolgálta, az alkalmazott tudományos szemlélet illusztrációjaként és alátámasztásában jutott fontos szerephez. Dolgozatomban ennek a témakörnek a geológiai térképezésben megmutatkozó történeti vázlatát adom meg a magyarországi földtani térképezés bemutatásával.

Ahhoz, hogy a térképek színeit, különösen azoknak az emberi érzékelésre gyakorolt hatását értelmezni tudjunk, szükséges a színek fizikai-fiziológiai áttekintése. A dolgozat első fejezeteiben irodalmi áttekintést nyújtok a színek fizikájáról, a színelméletek fejlődéséről az őskortól napjainkig, illetve betekintést adok a színlátás néhány biológiai folyamatába is. Mindezek során különleges hangsúlyt helyezek a színek együttes érzékelésének, a különféle kontrasztoknak a tárgyalására, hiszen a térképeken a színek, színezett jelek sosem magukban, hanem a háttér és más jelek környezetében jelennek meg. Ezen folyamatok megértése különösen fontos, ha úgy kívánunk térképi színrendszert és felületi jeleket definiálni, hogy azok nemcsak a tudományos megértés igényét szolgálják ki, de esztétikai szempontból is vonzóak legyenek.

A MÁFI Informatikai Főosztályán közösen végzett munka keretében bekapcsolódtam az Intézet digitális térképein alkalmazott színeinek és színrendszereinek kialakításába. A színrendszer-definiálásban a kollektíva keretében végzett adatbázis-építő munkám nem tekinthető önállóan. A színrendszerek kialakításánál ugyanakkor lehetőség szerint támaszkodtunk az általam feldolgozott (az előző bekezdésben említett) térképek hagyományaira is.

Önálló munkaként felületi elemkészletet dolgoztam ki a MÁFI digitális térképein történő alkalmazásra. E definíciós munka magában foglalja a felületi jelek és kitöltésük színeinek megadását is. A jelkészlet mellett, hogy alkalmazkodik a konvencionális közzétípus-jelekhez, optimális a hasonló formációk hasonlóságának és a különbözők elkülönítésének szempontjából. A definiált felületi jeleket dolgozatom utolsó mellékletében mutatom be. A színek és felületi jelek együttes alkalmazását illusztrálom a munka három, külön CD-n megadott térképmellékletén is.

SUMMARY

The colours and the surface sign systems of the maps have played an important role in the history of the cartography from the very beginning. During long historical periods, the map drawing has been an important trend of the arts, too. With the development of the scientific, and mainly the thematic cartography, the usage of the colours supported the understanding of the depicted subject. It was also important in the illustration and support of the applied scientific approach. In the present work, I give an outline of the history of the Hungarian geological mapping, providing an example for the above mentioned development process.

To understand and explain the map colours and rather their effect on the human perception, a physical and physiological overview of the colours is needed. In the first chapters, I compile a literature overview of the physics of the colours, the development of the colour theories from the Stone Age to nowadays and flash some biological aspects of the colour perception. The combined sensation of the colours, the contrast effects have special accent in this overview, since the colours and the coloured signs in the maps never occur alone, they provide the colour background for each other. One has to understand these processes if we want to define a map colour system and surface sign polygon fills not only to fulfil the needs of the scientific understanding but also to be nice and attractive aesthetically.

In the frame of the collective work at the Department of Informatics, Hungarian Geological Institute, I took part of the defining of the colours and colour systems used in the digital maps of the Institute. As a part of the collective work, my contribution to this database design and definition process can not be considered an independent one. Nevertheless, during the definition process of the colour system, the Department relied on the traditions of the historical maps, whose colours were systematized by me.

I defined a new surface sign and polygon fill system for the application in the digital maps of the Institute. This working process contained the definition of the colours of the surface signs and their polygon fills, too. This sign set is in accord with the conventional lithological signs, moreover it is optimal as the similar formations have similar signs and the different ones can be easily distinguished. These surface signs are provided in the last appendix of the work. The usage of the defined sign system is illustrated in the three example map sheets in the CD appendix of the work.