

Kartográfia + Webmapping 3.

A kartográfiai vizualizáció grafikai elemei

Dr. Pődör, Andrea

Kartográfia + Webmapping 3.: A kartográfiai vizualizáció grafikai elemei

Dr. Pődör, Andrea

Lektor: Dr. Zentai, László

Ez a modul a TÁMOP - 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült. A projektet az Európai Unió és a Magyar Állam 44 706 488 Ft összegben támogatta.

v 1.0

Publication date 2010

Szerzői jog © 2010 Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Kivonat

Ebből a modulból megismeri, hogy melyek azok a grafikus változók, amelyek segíthetnek a térképek tervezése során, a megfelelő térképi kommunikáció kialakításában.

Jelen szellemi terméket a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény védi. Egészének vagy részeinek másolása, felhasználás kizárólag a szerző írásos engedélyével lehetséges.

Tartalom

3. A kartográfiai vizualizáció grafikai elemei	1
1. 3.1 Bevezetés	1
2. 3.2 Grafikai elemek pont, vonal, poligon típusú adatokhoz	1
3. 3.3 A térképek főbb grafikai elemei	2
3.1. 3.3.1 Grafikus változók	3
3.2. 3.3.2 Pontok és vonalak	5
3.3. 3.3.3 Jelek és ábrák	5
3.4. 3.3.4 Felületek megjelenítésére szolgáló strukturális kitöltések	7
3.4.1. 3.3.4.1 A sraffozás különböző formái	7
3.4.2. 3.3.4.2 A raszter különböző formái	8
3.5. 3.3.5 A színek és ezek hatásai	10
3.5.1. 3.3.5.1 A színek fiziológiai hatása	10
3.5.2. 3.3.5.2 A színek definiálása	12
3.5.3. 3.3.5.3 Színkeverés	13
3.5.4. 3.3.5.4 A felületi színek és a raszter	14
3.5.5. 3.3.5.5 Vonalas elemekre és jelekre alkalmazható színek	15
3.5.6. 3.3.5.6 Természethű és szimbolikus színek	15
3.5.7. 3.3.5.7 A színek harmóniája	15
3.5.8. 3.3.5.8 Több szín egymásra gyakorolt hatása	15
3.5.9. 3.3.5.9 Számítógépes programok színkezelése	16
3.6. 3.3.1 A névírás grafikai változói	18
4. 3.4 Összefoglalás	21

A táblázatok listája

3.2 A grafikus változók variálhatóságának optimális mennyisége, mely azonnal felismerhető a térképen.
4

3. fejezet - A kartográfiai vizualizáció grafikai elemei

1. 3.1 Bevezetés

A térképészetben a konvencióknak nagyon nagy szerepük van. Számos konvenció származik a XIX. századi francia topográfiai térképezésből. A topográfiai térképek különösen sok előzetesen definiált jelet tartalmaznak. Egyéb térképek és tudományterületek esetén egyre újabb, a konvencióktól eltérő, kísérleteknek lehetünk tanúi. Ezeknek a kísérleteknek a lényege, hogy másképp próbálják megközelíteni a grafikus változókat, azaz célozzák meg, hogy a különböző grafikus változóban (forma, szín, méret, textúra) rejlő lehetőségeket úgy használják fel a térképkészítés során, hogy azok a lehető legjobban kifejezzék az ábrázolt objektum, jelenség jellemző tulajdonságait, és megkönnyítsék a térkép olvasását és értelmezését a felhasználók számára.

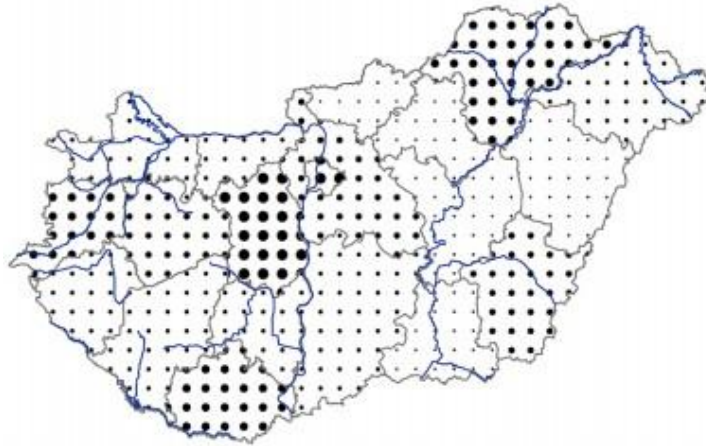
A grafikus változók által keltett hatással először Bertin foglalkozott (Kraak, 2003). Milyen hatásokról lehet itt szó? Az egyik legtriviálisabb hatás a méretek között jelentkező különbség, hiszen ebben az esetben a térképolvasó mindig a számok közti különbségre asszociál. Ha például egy térképen a mezőgazdaságban foglalkoztatottak arányát valamilyen ponttal ábrázoljuk, a pontméret arányban áll a foglalkoztatottak számával, így a térképre tekintve rögtön képet tudunk alkotni a térbeli viszonyokról.

Ebben a modulban bemutatjuk a térképek grafikai elemeit és a grafikai elemekhez kapcsolható grafikus változókat, továbbá a grafikus változók szerepét és azok hatásait a térképtervezésben. A modul megismerése lehetővé teszi a különböző grafikus változók alkalmazását és ezek segítségével a lehető legjobban kifejezhetővé válnak a térképen ábrázolni kívánt objektumok és jelenségek jellemzői és jellegei.

2. 3.2 Grafikai elemek pont, vonal, poligon típusú adatokhoz

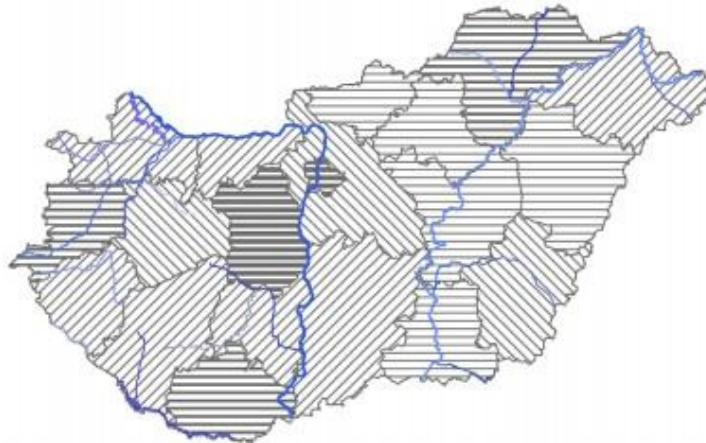
Az adat, amit megjelenítünk mindig a valóságban létező objektumot, vagy jelenséget ábrázol. Ez az adat vonatkozhat egy bizonyos területen élő lakosok számára, közlekedésben résztvevő autók tömörülésére, a kapcsolódó dugókra. Ugyanígy vonatkozhat az ábrázolás egy hegy köbtartalmára stb. Ebben a modulban megvizsgáljuk, hogy milyen kartográfiai szimbólumrendszert tudunk létrehozni a rendelkezésünkre álló grafikus változók segítségével. A térképeken pontokat, vonalakat, felületeket használunk arra, hogy megjelenítsünk a valóság objektumait. Ezekon kívül a térképek egyik legfontosabb eleme a névrajz. Az, hogy egy bizonyos objektum, vagy jelenség hogyan jelenik meg, a méretaránytól függ: pl. egy település nagyméretarányú térképen felületként, míg egy kisméretarányú térképen pontként jelenik meg. Hasonlóképpen egy folyó nagyméretarányban felület, kisméretarányban vonalas elem a térképen.

Magától értetődő, hogy a pontszerű objektumokat ponttal, a poligon típusú objektumokat pedig felülettel ábrázoljuk. A pontokat azonban ennél sokkal többre tudjuk használni, hiszen az egyenlő nagyságú pontok egyenlő értékeket szimbolizálnak, azok a pontok, amelyek nagyságukban különböznek különböző mennyiséget jelentenek. Ebben az esetben a pont például felületi jelként is megjelenhet.



3.1. ábra. Pontok felületi jelként alkalmazva

A vonal hasonlóképpen jelképezhet határvonalat, utat, vasutat, folyót. A közlekedési utak eltérő vastagsága jelölheti a szállított utasok számát, a vizek különböző vastagsága a szállított víz mennyiségét. A vonalakat ugyanakkor felületi kiterjedésű objektumok ábrázolására is használhatjuk, amikor vonalkázzuk az adott felületet.



3.2. ábra. Vonalak alkalmazása felületi jelként és vonalas objektumok ábrázolására

Ez azt jelenti, hogy a pontok és a vonalak olyan grafikai elemek, amelyek felhasználhatók az ábrázolás során úgy is, hogy nem önálló objektumot jelölnek, hanem ún. mintázatot alkotnak. Hasonlóképpen a pontok vonalas elrendezésben ábrázolhatnak egy vonalas objektumot is. Inhomogén vonalsereg alkalmazása pedig lehetővé teszi, hogy térfogatot ábrázoljunk ezek felhasználásával (lásd. 3.8. ábra).

3. 3.3 A térképek főbb grafikai elemei

A térképek előállításánál ügyelni kell a megfelelő grafikai elemek megválasztására. Ebben a fejezetben áttekintést adunk a térképek és nem csak a tematikus térképek általános grafikai elemeiről, ezek variációiról, kombinálhatóságáról és hatásairól. A térképek kifejezőereje, olvashatósága, az egyes elemek megkülönböztethetősége és szépsége lényegében az alapvető grafikai elemek kialakításától és egymáshoz illesztésétől függ.

A térképek alapvető grafikai elemei a pontok, vonalak, képszerű jelek, sraffozás, raszter, szín- és summertónusok, megírások. Az egyes grafikai elemek kifejezőképessége leginkább ezek variálhatóságában rejlik. Ezek a grafikus változók.

3.1. 3.3.1 Grafikus változók

A grafikus változókat Bertin, (1983) után a következőképpen rendszerezhetjük:

1. Méret: Amint a 3.1. ábrán is látható a felületek mennyiségi adatainak bemutatása különböző méretű pontok segítségével történik, amit a térképolvasók egyértelműen, mint számok közti különbséget érzékelnek.
2. Világosság, szín érték (value): A szín világossága: egy adott felületről a szemünkbe érkező fény mennyisége.
3. Textúra, szemcsézettség: ebben az esetben egy adott mintázatot felnagyítunk vagy lekicsinyítünk, a fekete és fehér területek aránya a nagyítás vagy kicsinyítés során változatlan marad, ugyanakkor minél durvább lesz a mintázat, a térképolvasó úgy érzékeli, hogy egy adott hierarchiában az adott mintázat magasabban helyezkedik el, vagyis sötétebb lesz.
4. Színárnyalat (hue): A színárnyalat (egy adott hullámhosszúságú fényhez tartozó szín) csak minőségbeli különbségek bemutatására szolgálhat. (pl. a közigazgatási térképeken a megyéket különböző színekkel ábrázoljuk). Ugyanakkor számolnunk kell azzal a jelenséggel, hogy a teljesen telített színek (az adott hullámhosszhoz tartozó színt nem kevertük sem fehérrel, sem feketével) között világosságbeli különbség érzékelhető.
5. Irány: Az irány segítségével többnyire minőségbeli különbséget szeretnénk bemutatni. Ezt a grafikus változót pontszerű és vonalas mintázat esetén alkalmazhatjuk.
6. Forma: A forma vagy alak alkalmazásával pontok, vonalak illetve mintázatok közti különbséget jellemezhetünk.

	Pont jel	Vonalas jel	Felületi jel
Méret			
Világosság			
Textúra			
Színárnyalat			
Irány			
Forma			

3.3. ábra. Grafikus változók (Kraak, 2003 nyomán)

Ezen a hat grafikus változón kívül a kutatók további változókat is megkülönböztetnek. Talán a két legfontosabb az elrendezés, illetve a színtelítettség (chroma, vagy saturation) mértéke. Az elrendezés arra utal, hogy az egyes elemeket szabályosan vagy szabálytalanul rendezzük el a felületen. A telítettség, pedig azt mutatja meg, hogy egy adott hullámhosszúságú fény hogyan tükröződik vissza egy felületről. Minél nagyobb az a százalék, ahogy az adott szín visszatükröződik, annál telítettebb az adott szín. Ezen grafikus változók ismerete és alkalmazása segíti a térkép tervezőit abban, hogy azt a grafikus változót alkalmazzák, amely a legjobban kifejezi az ábrázolni kívánt objektum tulajdonságait.

Korábbi térinformatikai tanulmányaink során már világossá vált, hogy az ábrázolni kívánt objektumok tulajdonságait különböző mérési skálákhoz köthetően jellemezhetjük (lásd. KAR6 modul). Az előbb felsorolt grafikus változókat, csak bizonyos tulajdonságok bemutatására használhatjuk, amelyeket a 3.3. ábra mutat be. A mérettel kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy a névleges skálán adott tulajdonságok esetén, ha a méretet használjuk, mint grafikus változót, az valamilyen hierarchiára utalhat, ez érvényes a világosság, illetve a textúra alkalmazása esetén is.

	Skálák			
	névleges	sorrendi	intervallum	arány
Grafikus változók				
Méret		X	X	X
Világosság		X	X	
Textúra		X	X	
Színárnyalat	X			
Írány	X			
Forma	X			

Nemcsak az a fontos, hogy az ábrázolni kívánt téma, illetve objektumok szempontjából a leghűbb képet közvetítse felénk a térkép, hanem az is nagyon fontos, hogy ezt minél hatékonyabban tegye, vagyis a térképolvasó számára lehető legegyszerűbb és leggyorsabb legyen a térkép értelmezése. A legmegfelelőbb grafikus változók kiválasztása és alkalmazása mellett a magas szintű térképi tervezés további eleme a megfelelő vizuális hierarchia kialakítása a térképen. Számos kísérletet végeztek azzal kapcsolatban, hogy a különböző grafikus változókat a térképhasználók mennyire hatékonyan tudják megkülönböztetni.

A fenti szempontok alapján némi különbség jelentkezik az egyes grafikus változók között. Nem mindegyik változó egyformán hatékony, ugyanakkor az alkalmazhatóságuk attól is függ, hogy hány kategóriát szeretnének alkalmazni. A 3.2 tábla jól mutatja a grafikus változók alkalmazhatóságát. Tehát, ha egy vonalas elemből öt osztályt szeretnének képezni a térképen, akkor a tervezésnél a változók közül felhasználhatjuk a méretet a színárnyalatot (hue), a világosságot (value) és a textúrát is.

3.2 A grafikus változók variálhatóságának optimális mennyisége, mely azonnal felismerhető a térképen. táblázat -

	pontok	vonalak	felületek
Méret	4	4	5
Világosság	3	4	5
Textúra	2	4	5

Színárnyalat	7	7	8
Irány	4	2	-
Forma	-	-	-

A grafikus változók alkalmazása során egyértelműen figyelniünk kell arra, hogy a térképen látható objektumok és azok szimbólumai kifejezzék azt, hogy az adott téma szempontjából, melyek a hangsúlyosak az adott térképen, és melyek szoríthatók háttérbe az ábrázolás során. A 3.7. ábrán, egy horgásztérkép jelmagyarázatának részlete látható. Ebből látható, hogy a térképtervezés során az adott térképen a magenta szín árnyalatai lettek felhasználva arra, hogy az ábrázolás szempontjából lényeges elemeket kiemelje, hangsúlyossá tegye a térképen, így mintegy kialakítva a vizuális hierarchiát.

A térképekkel szemben támasztott egyik legfontosabb követelmény az olvashatóság. Ebből a szempontból lényeges, hogy az egyes ábrázolt elemek közt fellépő kontrasztosság és a teljes térképet jellemző grafikus sűrűség milyen. Ezek a tulajdonságok a grafikus változók megfelelő használatával befolyásolhatók.

3.2. 3.3.2 Pontok és vonalak

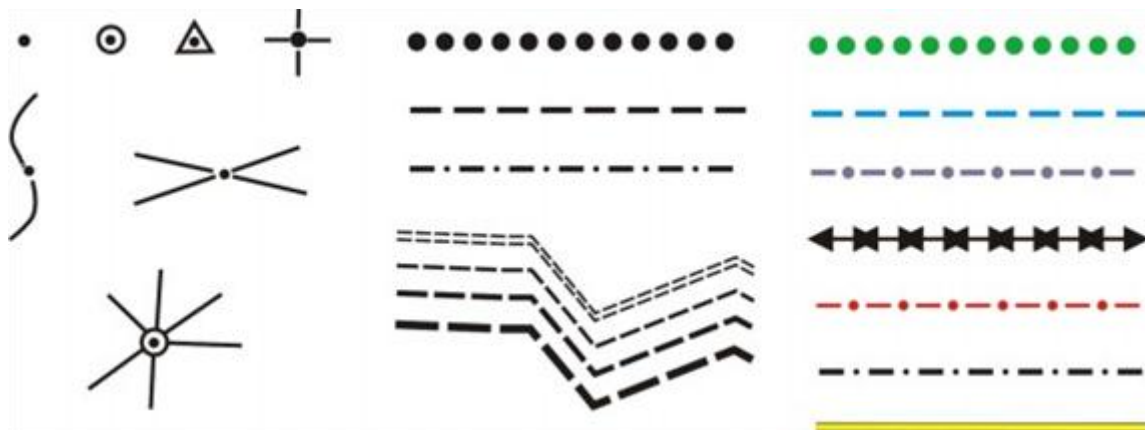
A pontok és vonalak (3.4. ábra) nagysága ill. vastagsága és színe a nyomtatás minőségétől, a térkép témájától függenek. Mindig a megfelelő átmérőjű pontot és a megfelelő vastagságú vonalat kell kiválasztani. Fontos, hogyha ponttal jelölünk valamit a térképen, ábrázolnunk kell a pontos helyet. Vonalakon lévő pontok esetén, ha azt ki akarjuk emelni, akkor célszerű a vonalat megszakítani.

Csomópontok esetén a vonalak találkozásánál ügyelni kell arra, hogy ezek egy ponton menjenek keresztül (véletlenül se csússzanak el egymáshoz képest).

Pontokból felépülő vonalak esetén a pontok távolsága a pontok átmérőjének fele és egyszerese közé essen.

Szaggatott vonalak esetén az elemi vonalak közti távolság a vonalvastagság egy-másfélszerese a vonalhossz pedig 3-5-szöröse legyen.

Ha a szaggatott vonalunk törik, akkor ügyelnünk kell arra, hogy a szaggatás a töréspontra essen, így pontosan lehet látni, hogy hol törik a vonal.



3.4. ábra. Pontok és vonalak

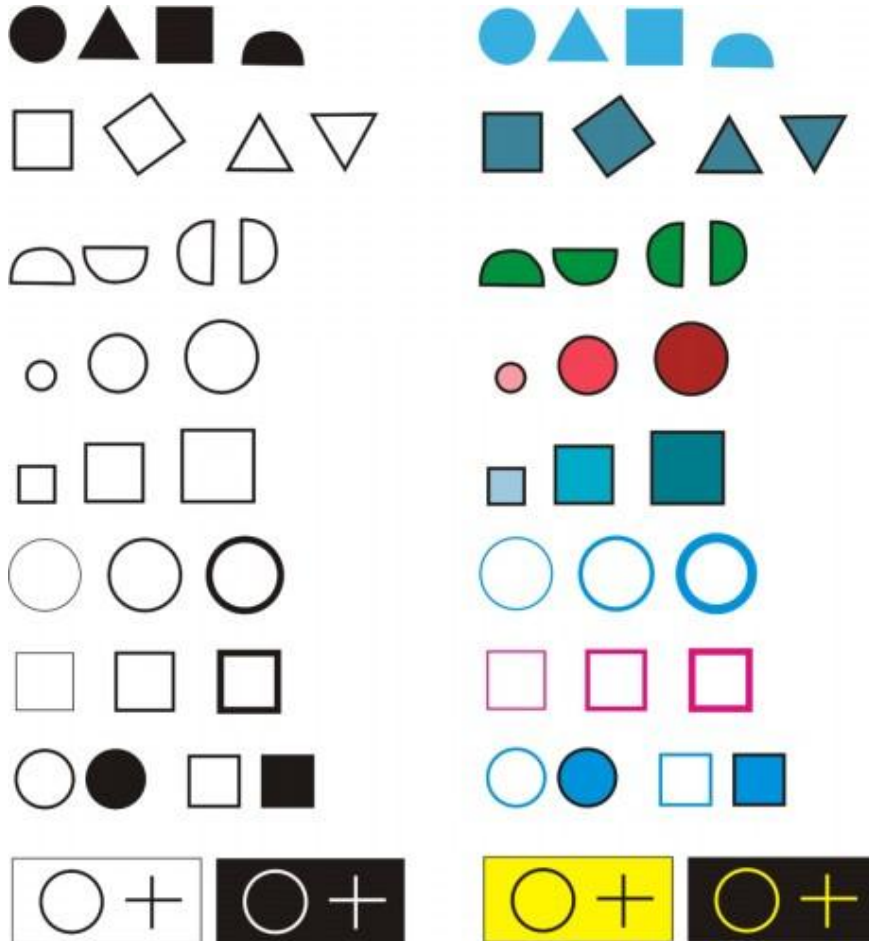
3.3. 3.3.3 Jelek és ábrák

A legtöbb tematikus térkép fő alkotó elemei a jel és a diagram. Ezek grafikai konstrukciójának az a lényege, hogy az egyes jeleket és a diagramokat egymástól jól meg lehessen különböztetni. Az alak és a dőlésszög variációinak segítségével a minőségbeli különbséget lehet ábrázolni. (Például az alak lehet négyzet, háromszög stb., az elhelyezés lehet normális vagy valamilyen szöggel elforgatott.)

Mennyiségi, értékbeli különbséget és fontossági sorrendet lehet kifejezni a jelek nagyságának, a vonalvastagság és az árnyalat változtatásával.

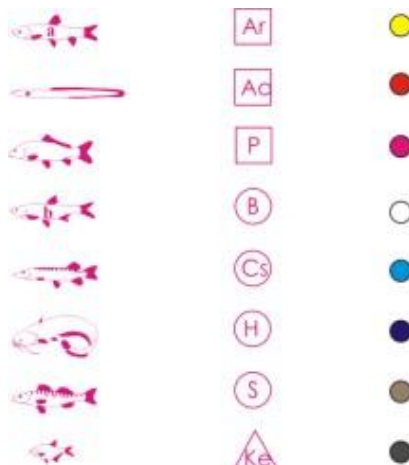
A tele és üres formák, a különböző színek a minőségbeli és fontossági sorrendek bemutatásában nyújthat segítséget.

Egy különleges és igen ritka lehetőség a negatív és pozitív formák alkalmazása. E módszer azért előnytelen, mert csak sötét háttér esetén láthatóak jól a jelek.

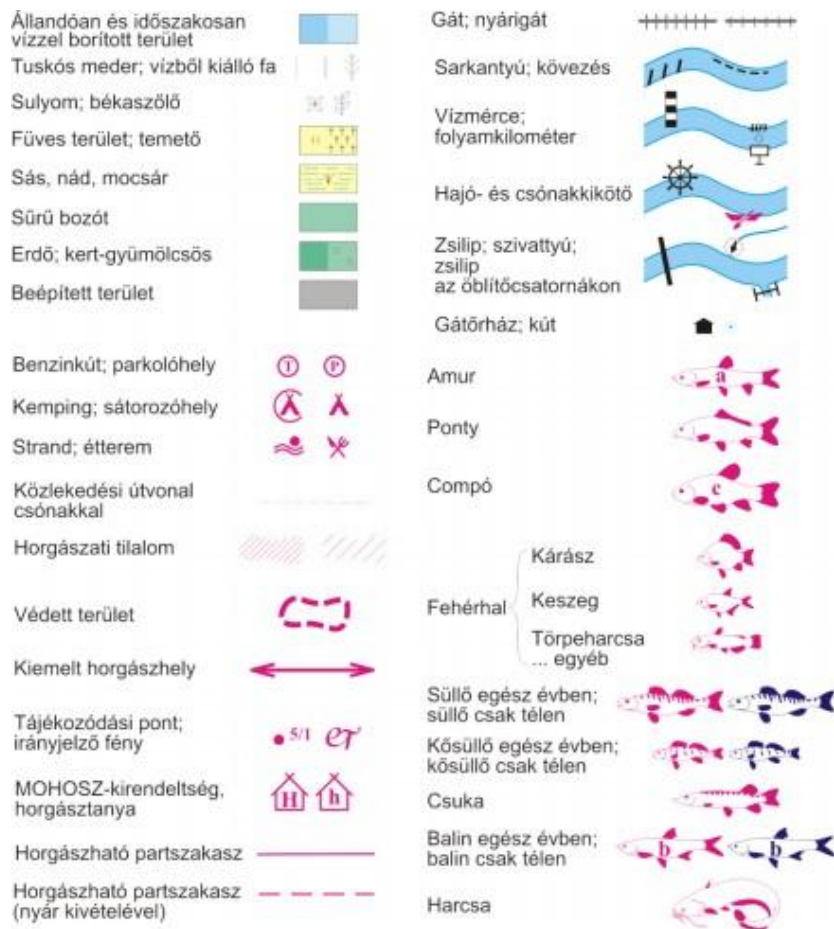


3.5. ábra. A jelek különböző variációi

Bármilyen grafikai változót helyezünk előtérbe a jelek tervezésénél a lényeg mindenképpen az, hogy a tervezett jelkulcsi elemek összhangban legyenek egymással, hasonló stílust tükrözzenek, hiszen így a megértést is könnyebbé teszik.



3.6. ábra. Különböző stílusok



3.7. ábra. Egységes stílus

A 3.4. ábrán jól látható, hogy a jelkulcs tervezésénél a grafikus változók egységes stílust próbálnak követni, összekapcsolva a képszerű jelek dominanciájával és a színhasználattal.

3.4. 3.3.4 Felületek megjelenítésére szolgáló strukturális kiegészítések

A vonalakból és pontokból felépülő csíkozás/sraffozás és raszter segítségével könnyen ábrázolhatóak a felületek.

A sraffozás különböző vastagságú, dőlésszögű és sűrűségű vonalak összessége. A raszter használata esetén a felületeket a felbontásnak megfelelő nagyságú elemi raszterpontokra vagy más ismétlődő mintázatra bontjuk. Az adott felület tónusértékét, fedettségét egy százalékos értékkel fejezzük ki, mely megadja, hogy az elemi felületnek hány százalékát fogja majd kitölteni a nyomtatás során a festék. Ezek az elemi felületek szabályosan helyezkednek el, ún. nyomdai autotípiai rácsot, amplitúdó modulált rasztert alkotnak (Zentai, 2000). „1993 végétől egy új technológia következtében megtört a 110 éve tartó autotípiai, valamint az újabb keletű Postscript (amplitúdómodulált) rácsoság egyeduralma. A vezető nyomdai beszállítók és fejlesztők *frekvenciamodulált* (sztochasztikus) *rácsozást* fejlesztettek ki. Ennek lényege, hogy a raszterek rácspontjait nem a megszokott geometriai elrendezésben, hanem egy ún. véletlenszám-generátor a rácspontokat alkotó pixelelemeket az elemi rács területén belül véletlenszerűen szétszórja” (Zentai, 2003).

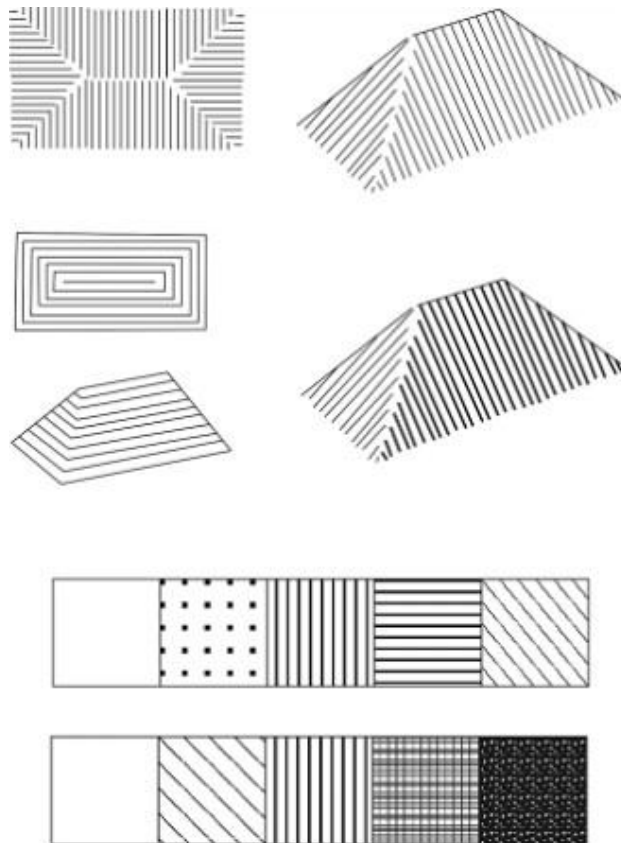
3.4.1. 3.3.4.1 A sraffozás különböző formái

A sraffozással különböző grafikus, képi hatásokat hozhatunk létre (3.8. ábra).

- A sraffozás segítségével ki lehet fejezni domborzati formákat. Két fajta eljárás létezik erre: az egyik a lejtésvonalak, a másik a körkörös vonalak módszere.

- A sraffozást az árnyékos oldalak és a vetett árnyék megjelenítésére is használhatjuk, de a térképeken erre a célra általában a summerolást szoktuk alkalmazni.
- A szimbolikus sraffozást az ábrázolt objektumok minőségének megkülönböztetésére használjuk. Ez a fajta sraffozás tulajdonképpen a színeket helyettesíti.
- Szimbolikus sraffozás segítségével tónusskálát is létrehozhatunk, mely az érték és mennyiségbeli különbségek megjelenítésére szolgál. (Például egyes területek mezőgazdasági termelésének bemutatásakor, a nagyobb termelésű területet sötétebb tónusú sraffozással jelöljük.)
- A tematikus térképeken a különböző sraffozási típusok közül leggyakrabban a szimbolikus sraffozást használjuk.

A sraffozásnak számos fajtája lehet az egyszerűtől az egészen bonyolult szerkezetűig.



3.8. ábra. A sraffozás felhasználásának különböző lehetőségei

Az egyszerű sraffozást is többféle szempont szerint vizsgálhatjuk. A csíkok vonalvastagságának, sűrűségének, irányának (dőlésszög) változtatásával különböző felületeket hozhatunk létre.

A megfelelő vonalvastagság, sűrűség és dőlésszög kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy mekkora felületet akarunk ábrázolni, mert a sraffozás “vibrálhat” a szemünk előtt és ez zavarhatja a térképolvasót is.

Két vagy több egyszerű sraffozás fajta egymásra helyezésével további változatok alakíthatók ki. Ezek még erőteljesebbek, de ezáltal sötétebb tónust adnak az ábrázolt felületnek, és ez megtévesztő lehet (főleg, ha az ábrázolt felületek egyenrangúak, ez a fajta ábrázolás valamiféle sorrendet sugallhat).

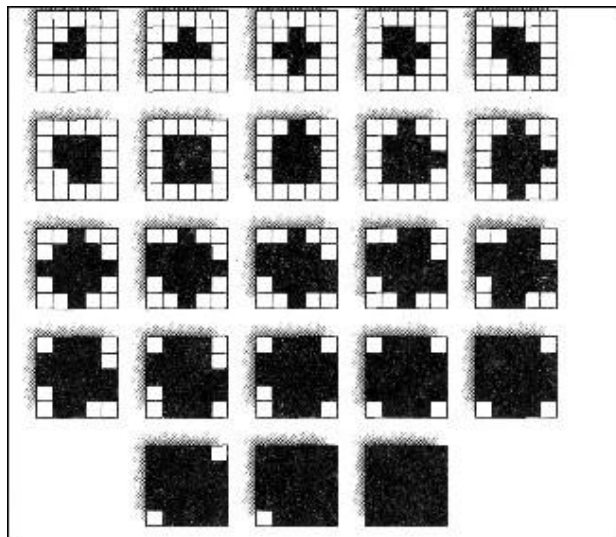
A lehetséges összes grafikai lehetőséget kihasználva (vonalvastagság, sűrűség stb.) létrehozott sraffozási skála jól érzékelteti a világos és sötét közti különbséget és ezért könnyen olvasható.

3.4.2. 3.3.4.2 A raszter különböző formái

A raszter (pontok vagy más ismétlődő mintázat segítségével felépített felület) szerkesztésénél is hasonló módon hozhatunk létre eltérő felületeket. Változtathatjuk a pontnagyságot, pontsűrűséget és a pontsorok dőlésszögét (irányát).

Az általában valamilyen szöggel elforgatott pontsorok zártabb, nyugodtabb felületábrázolást tesznek lehetővé.

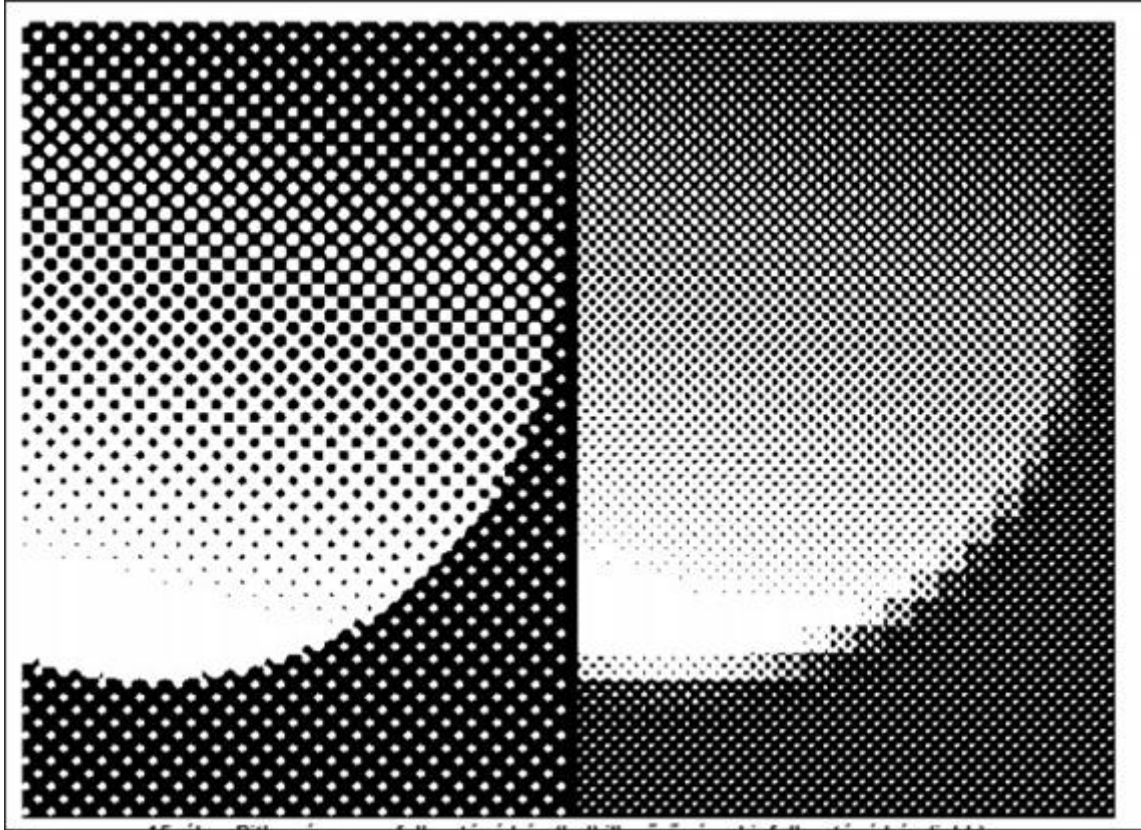
A raszter ebben az esetben nem tévesztendő össze a térinformatikában alkalmazott raszteres adatmodellel! A rasztert a színreosztás során alkalmazzuk, amikor egy adott szín bizonyos telítettségére van szükség. Ezt a meghatározott telítettségi értéket tudjuk létrehozni a raszter segítségével. Egy adott telítettségű színtelítettségű színfoltot úgy hozhatunk létre, hogy az adott felületet a felbontásnak megfelelő nagyságú elemi raszterpontokra (vagy más szabályosan ismétlődő mintázatra) bontjuk. Az adott felület tónusértékét a fedettségrel arányosan egy százalékként fejezzük ki. Ez megmutatja, hogy a nyomdafesték az adott felület hány százalékát fedti le. A fedettséggel még közel sem jellemeztük a rasztert magát. A pontos meghatározáshoz többféle paraméter is hozzátartozik, amelyeket a következőkben röviden jellemezzük.



3.9. ábra. Árnyalati lépcsők. (Forrás: www.dfl.hu/arnyalatviszaadas.html)

A rasztert különböző paramétereit:

- Rácsselem típusa: Megmutatja, hogy a raszter milyen geometriai formákból épül fel. a térképek nyomtatásánál szinte kizárólag pont- és vonalrasztert használunk. Ezek az elemi raszterpontok a kinyomtatott térképen legfeljebb nagyítóval érzékelhetők. Amikor a térképek nyomtatásánál négyszínyomást használnak (lásd. KAR4 modul), akkor az egyes típusok nem állíthatók egymástól függetlenül még ha az általunk használt szoftver engedélyezi is ezt.
- Rácssűrűség: Megadja a raszter finomságát. A raszter finomsága általában függ a felbontástól, de a raszter százalékatól független. A rácssűrűség beállításánál figyelembe kell venni a kimeneti eszközök paramétereit (lásd. 3.10. ábra). „A levilágítók esetében a 2400 dpi felbontáshoz általában 150 lpi-s rácssűrűségérték tartozik, így állítható elő 256 árnyalat. A rácssűrűség növelése csökkenti az árnyalatgazdagságot, hiszen a rácssűrűség növelése csak a tónusok számának csökkentésével valósítható meg” (Zentai, 2000).
- Rács elforgatás szöge: Az elemi raszterpontok szabályos sorban helyezkednek el, ennek a szabályosságnak az iránya tetszőlegesen állítható és az egyes elemi pontok egymáshoz viszonyított szögét tudjuk itt meghatározni. Az egymásra nyomtatott különböző szöggel elforgatott rácsok esetén kialakulhat egy nem kívánt mintázat az ún. moaré (lásd. KAR. 4).



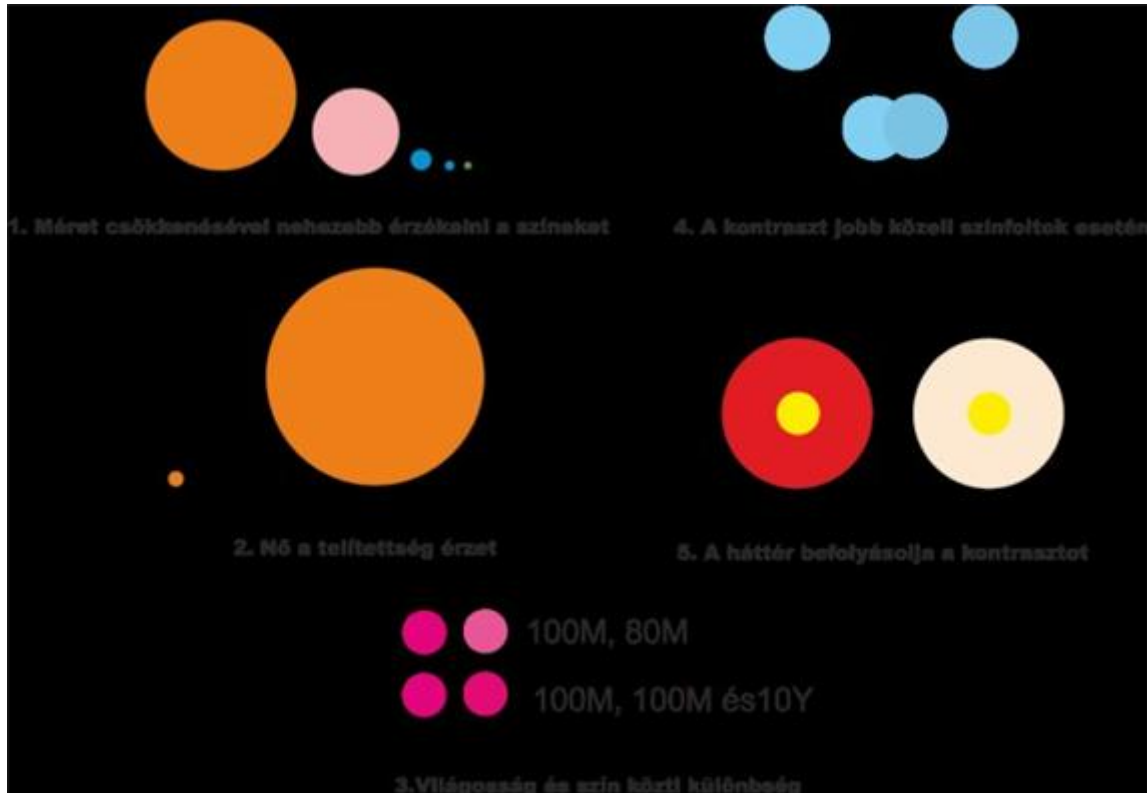
3.10. ábra. Különböző felbontású rácsok (Forrás: www.dfl.hu/arnyalatvisszaadas.html)

3.5. 3.3.5 A színek és ezek hatásai

A szín az elektromágneses sugárzás látható hullámtartománya. Bármely szín három egymástól független paraméterrel adható meg (hullámhossz, telítettség, világosság). Egy-egy szín, vagyis elektromágneses hullám személyenként eltérő színhatást okozhat. A szín, amit érzékelünk, csak az agyunkban létezik. A csapok a színárnyalatokat, a pálcikák a világosságbeli különbségeket érzékelik.

A színek helyes megválasztása és megfelelő alkalmazása nem egyszerű feladat, időt kell fordítani erre, hiszen egy rosszul megválasztott szín egy minden szempontból kifogástalan térkép összehatását is elronthatja. Ugyancsak figyelembe kell venni a színek térképolvasóra gyakorolt pszichológiai, fiziológiai hatását, a színekhez kapcsolható szubjektivitást, illetve az évszázados konvenciókat.

3.5.1. 3.3.5.1 A színek fiziológiai hatása



3.11. ábra. A színek fiziológiai hatásai

Amikor a jelméret csökken a jelet kitöltő szín pontos érzékelése és beazonosítása a jelmagyarázat alapján egyre nehezebb. (3.11.1. ábra) Amint nő a jelméret a jel színéhez kapcsolható telítettség (saturation) is nő (3.11.2 ábra). A szem sokkal érzékenyebb a színek világosságában bekövetkező kis különbségekre, mint a színek közt meglévő kis eltérésekre (3.11.3. ábra). Az érzékelés mechanizmusát jellemzi, hogy a szem az egymás mellett lévő színek esetén a kontraszt hatást növeli, ezzel magyarázható az a jelenség, hogy a színek közti kis különbség jobban érzékelhető, ha az ilyen színektől közel vannak egymáshoz (3.11.4. ábra). A kontraszt természetesen erősen függ a háttértől. Az ábrán is látható sárga színű kör a sötétebb háttéren sokkal jobban és élesebben látható, mint a halványabb háttér esetén (3.11.5. ábra).

„Kontrasztnak nevezzük azt a jelenséget, amikor két színhatás között alapvető különbséget tapasztalunk. A kontraszt lehet erős vagy gyenge, sőt legtöbb esetben meghatározható az ellentét maximális mértéke is. Johannes Itten német képzőművész hét fajtáját különbözteti meg a szíkontrasztnak:

- magában való,
- fény-árnyék,
- minőségi,
- mennyiségi,
- hideg-meleg,
- komplementer,
- szimultán kontraszt.

Utóbbi három jelenség az ember észlelőrendszere működésével szorosabb kapcsolatban van, mint a többi. A hideg-meleg kontraszt esetében nem csupán tanult értékítéletről van szó, a szín hőmérséklete szomatikus reakciókat is kivált a szervezetből. Hasonló ösztönös képességünk egy adott szín kiegészítőjének nagy pontosságú meghatározása, ami a komplementer és a szimultán kontraszt alapja.” (forrás: <http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolgozat/mathe/szinek.htm>)

A színek közti kontraszt függ a háttértől. A szimultán szíkontraszt esetén egy színfelület körül van véve, vagy szomszédos egy vagy több másik színfelülettel, ez esetben a szomszédos felületek befolyásolják a vizsgált felületet úgy, hogy az általa keltett színérzékletet a saját komplementerük felé tolják el.

Néhány színt összekapcsolunk bizonyos fogalmakkal (a meleget vörös színnel ábrázoljuk például júliusi középhőmérséklet, ezzel szemben a hideget pedig kékekkel, például januári középhőmérséklet).

3.5.2. 3.3.5.2 A színek definiálása

A színek háromféleképpen értelmezhetőek:

- Fizikailag: A szín adott hullámhosszúságú (380-780 nm) elektromágneses sugárzás.
- Élettanilag: A szín a látószervünkben a retinára jutó, különböző elektromágneses hullámhosszúságú fénysugarak behatása által okozott idegingerület, és annak az idegrostokon való továbbítása a látókéregbe.
- Lélektanilag: A szín a látószervünk idegrostjain továbbított idegingerület, a tudatunkban megjelenő színérzet.

A színek paraméterei a következőképpen jellemezhetőek:

- Szín, vagy színezet (hue): a színnek az a jellege, amit egy jellemző hullámhosszal meghatározhatunk,
- Telítettség (chroma): A szín élénkségét jelöli. Azonos színű vagy színezettségű, a jellemző hullámhosszúságú színben eltérő fénysűrűségű színeket különböző telítettségűeknek nevezünk,
- Világosság (tone, brightness): a szín világosságát, a mintáról a szemünkbe jutó fény mennyiségét jellemzi.

(forrás: <http://cheminst.emk.nyme.hu/ragacs/web/szinmeres.pdf>)

Két szín akkor azonos, ha mind a három paraméterük megegyezik.



3.12. ábra. Színek



3.13. ábra. Telítettség és világosság

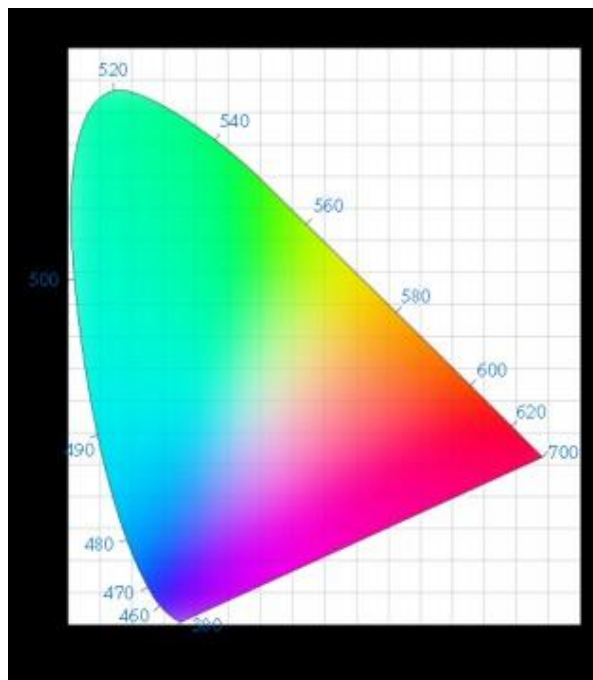
A világosság illetve a telítettség különböző színek esetén nem egyformán működik. Míg a sárga esetén három világossági fokozatot tudunk jól elkülöníteni, addig a kék és a piros esetén akár 6-7 fokozatot is jól felismerünk.

A színek vizuális értékelése erősen szubjektív, mivel a színérzetet erősen befolyásolják a fényviszonyok (nappal, este, mesterséges fény), a környezet, a megfigyelő kora, pszichológiai okok, stb. Mindezen okok váltották ki azt a törekvést, hogy a színeket illetve azok paramétereit, valamilyen objektív módon lehessen mérni.

A textil- és nyomdaipar XX. század eleji fejlődése tette szükségessé először a színek azonosításának igényét. Az akkori lehetőségeket jellemzi, hogy ehhez óriási színminta atlaszokat készítettek. Az elsőt Albert H. Munsell festő (1859-1918) készítette el (1915 Atlas of the Munsell color system).

A másik, hasonló jelentőségű színminta atlaszt és színmérő rendszert Wilhelm Ostwald (1853-1932) vegyész alkotta meg: Die Farbenlehre (1939). Az Ostwald színekör 24 alapszint tartalmaz, értelmezése szerint minden szín kikeverhető feketéből, fehérből és ideális (teljesen telített) tiszta színezékből.

A CIE 1931. színmérő rendszer határozott meg először valódi színmérő számokat. Az alap színíngerek a gerjesztett higany sugárzásával állíthatók elő: R (vörös) 700 nm, G (zöld) 546,1 nm, B (kék) 435,8 nm.



3.14. ábra. A CIE 1937-es színdiagramja (forrás: <http://en.wikipedia.org/wiki/Color>)

A lineáris függvénytranszformációk nem hoztak létre elegendően egyenletes színteret. Ezért alakították ki a CIE Lab színrendszert.

Ez a rendszer alapvetően egy elméleti színrendszer. A 3D színtérben elhelyezett koordinátákkal (L^* , a^* , b^*), színponttal jellemzi a minták színét. A színezet (hue) értékeit két vízszintes, egymásra merőleges tengelyen ábrázolja: a vörös ($a^*=0+-100$) zöld ($a^*=0--100$) valamint a sárga ($b^*=0+100$) kék ($b^*=0--100$). Az ezekre merőleges függőleges tengelyen a világosság (L^* lightness) számértéke szintén 0 (fekete) és 100 (fehér) között változik.

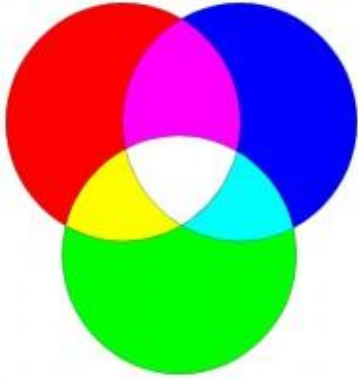
(forrás: <http://cheminst.emk.nyme.hu/ragacs/web/szinmeres.pdf>)

3.5.3. 3.3.5.3 Színkeverés

Kétféle alapvető színkeverési módszer létezik. A színkeverés szabályaira a Grassmann-féle törvények vonatkoznak (Zentai, 2000):

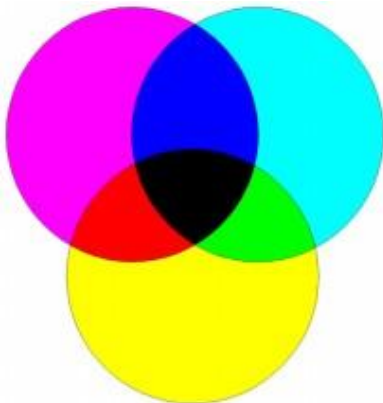
- A keverékfény színezetét az összetevők szabják meg, azok spektrális összetételétől függetlenül.

- Bármely színinger előállítható három szín additív keverésével, ezért minden színezet megadásának szükséges és elégséges feltétele három független színezeti jellemző megadása.
- A színérzet a világossággal nem változik. Ez tehát azt is jelenti, hogy a színérzetet elvonatkoztatva világosságától új fizikai jellemzőt nyerünk: ez a színezeti jellemző. (forrás: http://www.food.kee.hu/3_ideig.html)



Additív színkeverés során a vetített fényt keverjük össze. Az additív színkeverés három alapszíne a vörös, a zöld és a kék. A három alapszín azonos intenzitású keveréke fehér fényt eredményez. Ezen a színkeverési módszeren alapulnak a monitorok, szkennerek, projektortorok.

A színkeverés törvényei alapján definiálható a komplementer (kiegészítő) szín fogalma. Eszerint két szín komplementer-párt alkot, ha a keverékük akromatikus színérzékletet hoz létre (additív színkeverésnél tehát fehéret). A komplementer fogalom három, vagy több színre is kiterjeszthető.



Subtraktív vagy kivonó színkeverés során festékeket, tintákat keverünk össze. Ezen módszer alapján működnek a számítógépes nyomtatók, a nyomdai sokszorosítás. A színkeverés alapszínei a magenta, a cián és a sárga. Az alapszíneket összekeverve fekete színt kapunk. Általában a nyomtatásnál külön fekete színt is használjuk, mint negyedik színt, hiszen a legtöbb nyomdatermék esetén (könyvek, újságok) ez jobb képet ad.

Komplementer párnak nevezünk két színt akkor, ha subtraktív színkeverést alkalmazva feketét (sötétet) kapunk eredményül.

Direkt színek alkalmazása, nagyon fontos kérdés a térképészetben. Ebben az esetben festékszíneket választunk ki a tervezésnél. És ezek alapján történik a térképi színek tervezése. Bizonyos speciális esetekben, például amikor gyakran használt szín kikeverése nagy magas nyomdatechnikai követelményektől függ. (pl. a barna színtonalak alkalmazása a topográfiai térképeken), célszerű direkt színek alkalmazása.

3.5.4. 3.3.5.4 A felületi színek és a raszter

Egy térkép megalkotásánál a színek jó kiválasztásának az a célja, hogy az egyes területek, felületek jól megkülönböztethetők legyenek egymástól. Ügyelnünk kell arra, hogy ha a színek a jelkulcsban ugyan jól megkülönböztethetők, lehet, hogy a térképen ez nem így van.

Az egyes színek hatása megváltozhat az őt körülvevő szomszédos színek hatására. Például egy kis zöld színű felületi folt kék környezetben sárgásabbnak tűnhet, ezzel szemben sárga környezetben kékesebbnek, mint amilyen valójában. Ez a jelenség ugyancsak előfordulhat egyes színek tónusskálájának esetén.

A négy alapszín (cián, magenta, sárga, fekete) és ezek árnyalatait (6db) felhasználva és beleértve a fehér papírszín is 216 különböző színtónust keverhetünk ki. Ha további alapszíneket is választunk, még több színt keverhetünk ki. Azonban korlátok közé szorítja ezt a folyamatot az a tény, hogy sok színtónus nagyon hasonlóan tűnik.

A raszter egy finom szerkezetű háló, melynek rácspontjaiban pontok vagy más elemi formák találhatóak. Segítségével a teleszíneket meghatározott mértékben (pontnagyság változtatásával) lehet halványítani.

Azt is figyelembe kell vennünk, hogy a világosabb tónusok között kevésbé lehet érzékelni a különbséget, mint a sötét tónusok esetén.

3.5.5. 3.3.5.5 Vonalas elemekre és jelekre alkalmazható színek

A felületek ábrázolásakor alkalmazható színek mennyiségével szemben a vonalakra és jelekre alkalmazható színek száma igencsak korlátozott. Habár manapság a nyomdatechnika hihetetlen dolgokra képes. (0.1 mm vékony vonalat elő lehet állítani három szín egymásra nyomásával), de nem célszerű a finom vonalakat és miniatűr jeleket több szín egymásra nyomásával kialakítani. Vékony vonalak és kisméretű jelek esetén erős, jól látható, határozott színeket kell választunk. Ilyen színek például a fekete, sötétkék, sötétszürke, viola, kék, vörös, zöld.

Nem szabad figyelmen kívül hagynunk azonban azt a tényt, hogy az előbb felsorolt színek optikailag, vizuálisan más súllyal hatnak, és némelyiket nehéz megkülönböztetni a másiktól. Például a fekete, sötétbarna, ibolya stb., színű vonalak és jelek alig térnek el egymástól. Ugyanakkor, ha sraffozásnál vagy szabályos pont és vonalsorok színezésénél használjuk fel ezeket a színeket, már jól megkülönböztethetők egymástól, továbbá minél több feketét keverünk a színekbe annál inkább elmosódnak a különbségek.

3.5.6. 3.3.5.6 Természethű és szimbolikus színek

A tematikus térképek előállításánál lehetséges természetű színeket alkalmazunk. Sziklás vidék, sivatag, különböző vegetáció, agrártermelés, vízfelület és jég ábrázolásakor a valós természeti színnek megfelelő választhatunk.

Sok esetben a természethez kötődő szimbolikus színt választunk. Például a klímaterképek esetén a vörös, narancs és sárga színek a meleg, a kék és a zöld a hideg megfelelője. A csapadékmennyiség ábrázolására zöld és kék, a népsűrűsége pedig vörös-sárga a gyakran alkalmazott szín. Ugyancsak szimbolikus színválasztás a szén jelölésére a fekete, a jégre a kék, és az aranyra a vörös.

Ha az ábrázolt objektum, intenzív, gazdag, sűrű, sok stb., jelzőkkel leírható, akkor erős és intenzív színnel jelöljük, míg egy olyan objektumot, mely jellemzője az, hogy extenzív, kevés ritka stb., halvány, fehérrel kevert színekkel ábrázoljuk.

3.5.7. 3.3.5.7 A színek harmóniája

Ez a kérdés a térképészetben is felmerül, de objektív szabályokkal igen nehéz megközelíteni ezt a témát. Mindenesetre azt elmondhatjuk, hogy egy szín önmagában még se nem szép és se nem csúnya. Sokszor a környezete, jelentése határozza meg, hogy egy szín milyen reakciót vált ki belőlünk. Az is befolyásolhatja a színek ránk gyakorolt hatását, hogy milyen az iskolázottságunk stb.

3.5.8. 3.3.5.8 Több szín egymásra gyakorolt hatása

Arra, hogy mely színek illenek össze, és melyek taszítják egymást igazán nehéz válaszolni, hiszen fiziológiai, pszichológiai, tanulási folyamatok is közrejátszanak e kérdés megítélésében.

Általánosságban azonban elmondhatjuk, hogy a színek a színekörnek megfelelő egymásutánisága harmonikus. Két szín kompozíciója akkor harmonikus, amikor ezek a színek komplementer színek, ez azt jelenti, hogy a színekörben egymással ellentétes oldalon találhatóak. Ez érvényes a hármas kompozíciókra is.

Komplementer színek:

sárga-viola (ibolya)

narancssárga-ibolyakék

narancs-kék

vörösnarancs-kékeszöld

vörös-zöld

narancs-ibolyakék-zöld stb.,

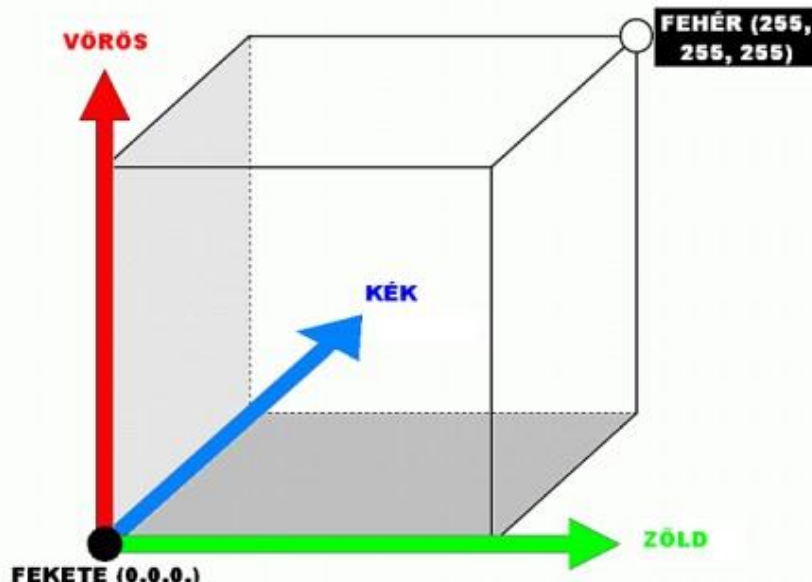
Ezek a színpárok még inkább összeillenek, amikor fehéret vagy feketét keverünk hozzájuk. A barna színt vörösből, sárgából és egy kevés kékből keverjük ki. E szín komplementer, vele harmóniában lévő kiegészítő színei azok, amelyekben legkevésbé van jelen a szóban forgó barna szín.

Általánosságban tehát az a tapasztalat, hogy két szín között akkor jön létre harmónia, amikor ezek szubtraktív módon történő összekeveréséből fekete vagy szürke jön létre, az additív színkeverés eredménye pedig fehér vagy szürke. (ez természetesen érvényes a komplementer színpárokra is.)

Figyelembe kell vennünk azt is, hogy a színek harmóniáját megzavarhatja, vagy esetleg javíthatja, ha az általuk jelölt felületek különböző nagyságúak ill. a színeknek eltérő az intenzitásuk. A színfelület nagyságát és intenzitását összhangba kell hoznunk: minél erőteljesebb, intenzívebb egy szín, annál kisebb felületet ábrázoljunk vele.

3.5.9. 3.3.5.9 Számítógépes programok színkezelése

A színek digitális reprezentációja a számítástechnika fejlődésével párhuzamosan változott. Kezdetben 4, majd 8 biten ábrázolták a színeket. Ennek megfelelően a kapott színes kép tónusokban szegény, inkább csak színes ábrák megjelenítésére volt alkalmas. Mára már 24, sőt 36 bites színábrázolással dolgoznak a számítógépek, és ennek megfelelően a digitális képek is sok millió színárnyalat leírására képesek. A számítógépes programokban elvileg bármely színmodell elérhető. (HSI, RGB, CMYK, YIQ, Lab).



3.17. ábra. RGB rendszer

Az RGB színmodell

Color = a*Red + b*Green + c*Blue, ahol a,b,c, az egyes alapszínek intenzitása

256 féle zöldárnyalatból, 256 féle vörös árnyalatból és 256 féle kék árnyalatból állítható össze egy szín, vagyis összesen $256 \times 256 \times 256$ szín ábrázolható.

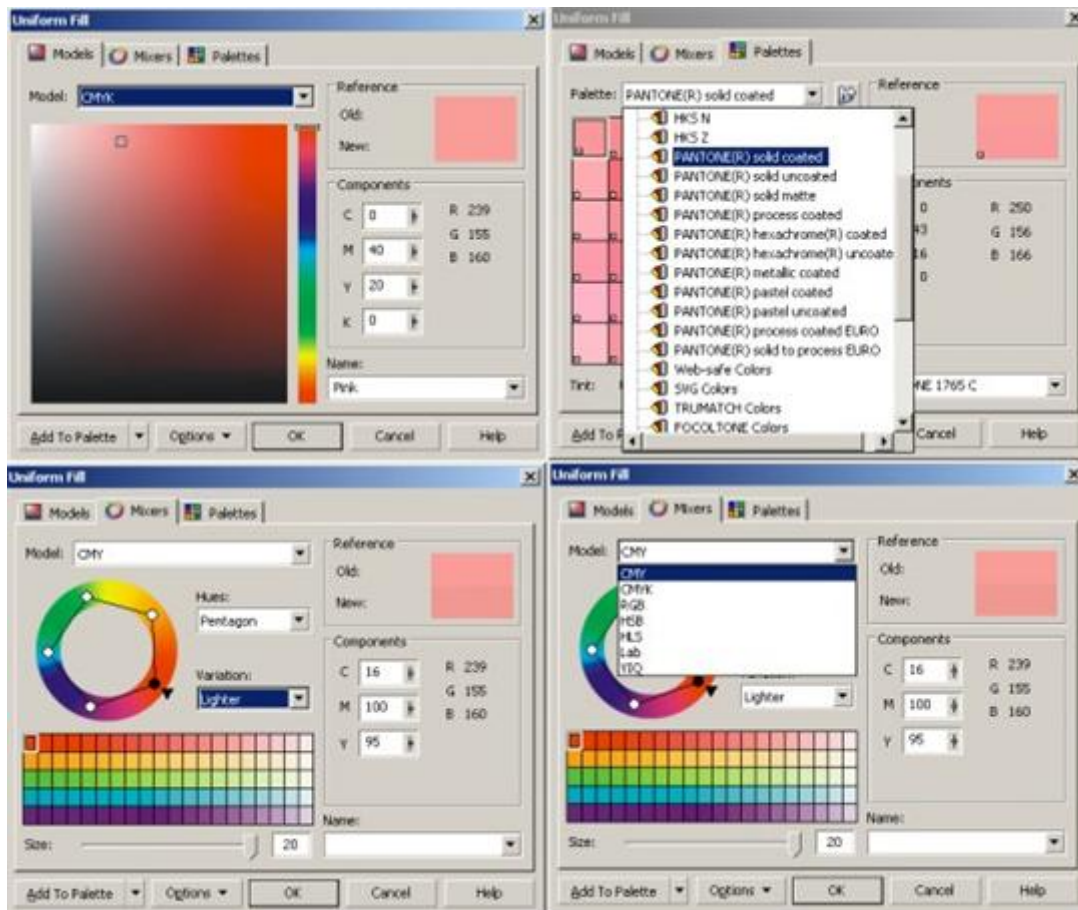
A számítógépes grafikában néha 32 bites színmélységet alkalmaznak. Ekkor a negyedik bájt az úgynevezett alfa-csatornát, a kép átlátszóságára vonatkozó információt tárolja.

A HSI színmodell

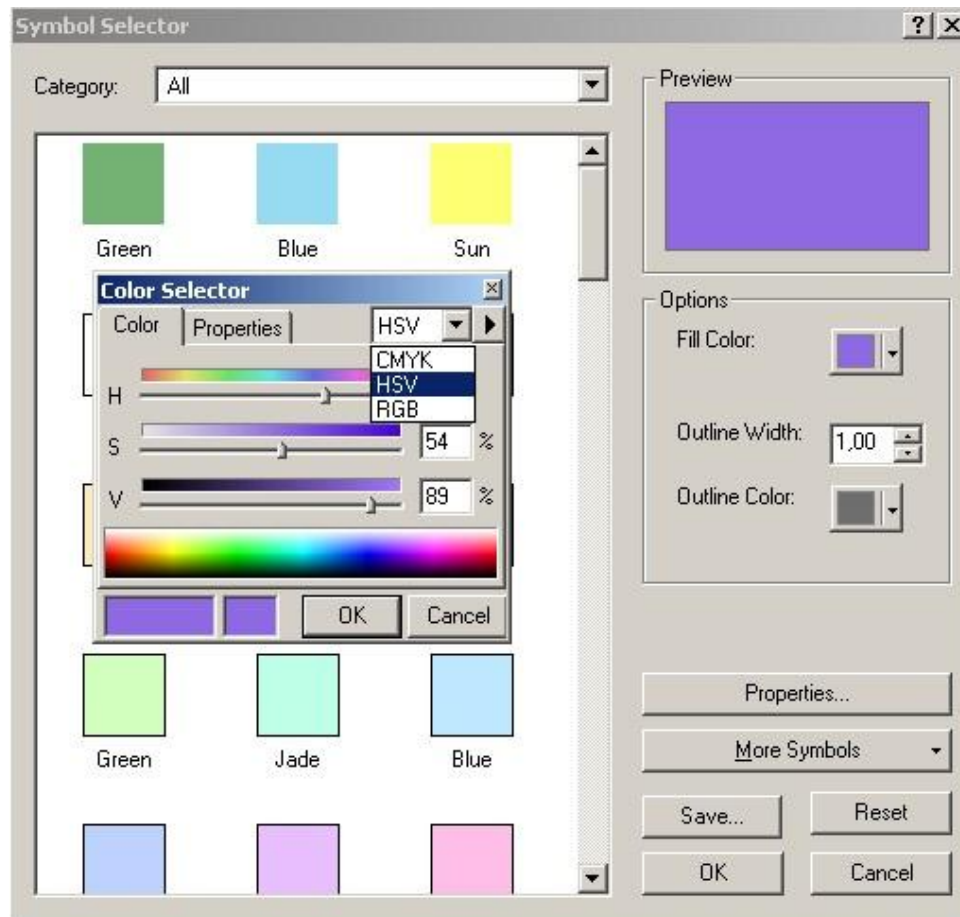
A HSI a Hue (színárnyalat), Saturation (szín telítettség), Intensity (fényerősség) szavak kezdőbetűiből ered. A Hue értéke a színkörön vizsgálva 0-360 fokig terjedhet. A Saturation értéke 0-100%-ig. Az Intensity szintén 0 és 100% között változhat.

A Pantone Matching System

„A Pantone színskála (a leggyakrabban alkalmazott) 14 különböző festékszínből, megadott arányok alapján keverhető ki. Ez a több mint 1000 szín jóval nagyobb színtartományt fog át, mint akár a négyzínnyomás (CMYK) vagy akár az RGB alapú eszközök, vagyis az így létrehozható (Pantone) színek elektronikus megjelenítése és reprodukálása csak közelítően lehetséges. Színhelyes megjelenítés természetesen csak az ofsetnyomás segítségével valósítható meg. Általában kétféle színmintakönyv is készül: egy normál és egy másik a jobb minőségű (felületkezelt) papírokhoz, lévén ugyanaz a nyomdafesték másképpen mutat az eltérő papírokon. Léteznek további Pantone színmintarendszerek is, melyek segítségével megoldható a direkt színekkel tervezett nyomdai anyagok négyzínnyomással történő színhelyes reprodukálása (Pantone Process Colour System). Ezekben a katalógusokban a direkt színek mellett a legközelebbi, négyzínnyomással előállítható színek szerepelnek, a négy alapszín szükséges értékeivel” (Zentai, 2003).



3.18. ábra. A CorelDraw színkezelése



3.19. ábra. Az ArcGIS színkezelése

Az előbbi két ábrából jól látható, hogy a térinformatikai programok színkezelése még mindig viszonylag egyszerű, tehát a Pantone színskála nem érhető el, de támogatják a CMYK színmodellt, mellyel a nyomdai sokszorosítás is megoldható.

3.6. 3.3.1 A névírás grafikai változói

A szöveg nagyon fontos elem a térképeken, elsődleges funkciója a térbeli nevek, megírások megjelenítése, másodlagos funkciója az egyes objektumok természetére, funkcióira vonatkozik (pl. a topográfiai térképeken találkozhatunk ilyen jellegű megírásokkal, hogy temető, iskola, gyár stb.)

A megírásoknak könnyen azonosíthatóknak és olvashatóknak kell lenni, még akkor is ha a térkép nagyon sok megírást tartalmaz, és a hasonló objektumok távol helyezkednek el egymástól.

A grafikus változók alkalmazásának követelményei és lehetőségei a megírások esetén (Kraak, 2003):

- hierarchia közvetítése (fontosabb, illetve a kevésbé fontos objektumok megkülönböztetése), a következő változókat és kombinációikat használhatjuk:
 - vastagság (bold),
 - méret,
 - térköz,
 - világosságbeli különbségek,
 - nagy- és kisbetűs megírás.

- névleges (nominális) különbségek bemutatása (a különböző kategóriák közötti megkülönböztetés) a következő változókkal lehetséges:
 - szín,
 - stílus (alak),
 - álló vagy dőlt betűs megírás.
- Pont, vonalas felületi objektumok megírására alkalmasnak kell lennie.

A hierarchikus és névleges különbségek kifejezése nagyon fontos, mert a térképhasználó a jelmagyarázat alapján képes beazonosítani a hasonló objektumokat és ez megkönnyíti számára a térképen történő keresés folyamatát, és idejét, továbbá a térképet olvasva rögtön képes felismerni az ott szereplő különböző kategóriákat. Ilyen kategóriák pl. a víznevek, hegynevek, települések. A nyomtatott térképek szempontjából fontos, hogy a térképet nagyító használata nélkül lehessen használni. A megírások nem lehetnek túl vastagok, és túl vékonyak. Az elektronikus térképek esetén nagyon fontos, hogy a megírások nagysága nagyítás és kicsinyítés során lehetőleg állandó maradjon.

BUDAPEST	SZÉKESFEHÉRVÁR	EGER	GYŐR	ZALA	SVÁJC	HIERARCHIA JELLEMZÉSE
TÉRKÖZ	NAGY/KIS BETŰ	MÉRET	VASTAGSÁG	SZÉLESSÉG	SZÜRKEÁRNYALAT	
PEST MEGYE A T T A	Pákozd	EGERSZALÓK	MOSONMAGYARÓVÁR	ZALA	SVÁJC	MINŐSÉG JELLEMZÉSE
HORVÁTOR SZÁG	Farkas-hegy	Prága				
SZÍN	STÍLUS	ÁLLÓ/DŐLT				
FÖLDKÖZI-TENGER	Balaton	Malá Strana				

3.20. ábra. A térképi megírások grafikus változói (Kraak, Zentai nyomán)

Általános követelmények a megírásokra vonatkozóan:

- Minimális méret: 5pt,
- Kevés betűcsalád alkalmazása egy térképen belül,
- Jól olvasható és egymástól könnyen elkülöníthető típusok,
- Vezérforma elv érvényesülése, az azonos fogalmi csoportokba tartozó tárgyak, jelenségek azonos mértani idomba foglalt, vagy azonos vonalvezetésű jel ábrázolásával való megoldása.
- A legnagyobb számú felirat kategóriája megírására lehetőleg keskeny betűtípust válasszunk (pl. autótérképen a településnevek),
- A névrajz ne terhelje túl a térképet,
- Egyértelműen vonatkozzon az adott térképi objektumra ,
- Nem fedhetik egymást,
- Nem fedhetnek fontos részleteket,
- A térképkereten ne lógjanak túl,
- Legyen párhuzamos a térképkerettel nagy méretaránynál vagy a paralelkörökkel (kis méretaránynál, ahol a fokhálózat ívei már jól láthatók, ez nem vonatkozik a szórt táj- és víznevek megírására),
- Ne „essenek fejre” (tájnevek, víznevek sem) függőleges esetben általában alulról felfelé írjuk meg.

A különböző típusú objektumok megírásánál más-más szabályt kell követni, és ez hatással van a grafikus változókra.

A pontra vonatkozó nevek megírása:

- Típusok:
 - Településnevek,
 - Jellegzetes földrajzi pontok nevei (pl. hegycsúcs),
 - Foknevek,
 - Közlekedési elemek neve (megállók),
 - Magyarázó nevek.

Jellemzők:

- Zárt megírás, tehát nem lehet szórtan írni a betűket,
- A vonatkozási helynek látszódnia kell,
- Egyértelműen vonatkozzon az adott jelre, ahhoz záródjon,
- A településnév a határok, utak, vizek megfelelő oldalán legyen.

Vonalas elemekre vonatkozó megírások:

- Típusok
 - Közterületek nevei,
 - Igazgatási nevek,
 - Kivezető irányok,
 - Víznevek,
 - Szintvonalérték-számok,
 - Közlekedési elemek neve,

Jellemzők:

- Zárt megírás,
- A vonal kevésbé ívelt szakaszán,
- A betűk nem lóghatnak rá a vonalra, de nagy térköz se legyen,
- Esetenként elforgatott (pl. víznév, szintvonalérték, kivezető irány).

A felületi elemekre vonatkozó megírások:

- Típusok
 - Tájnevek (természetföldrajzi, történeti-földrajzi, néprajzi),
 - Igazgatási nevek,
 - Víznevek (néha folyók is),
 - Határnevek (dűlőnevek).

Jellemzők:

- Ívre illeszthető (max. kettős ív),
- Szórható (egyenlő betűközzel),
- A lehető legjobban fejezze ki a terület kiterjedését pontos és vázlatos területábrázolásnál is.

4. 3.4 Összefoglalás

Ebben a modulban megismerkedhettünk a térképek grafikai elemeivel. Egyértelművé vált, hogy milyen grafikai elemek használhatóak pontszerű, vonalas, és felületi kiterjedésű objektumok ábrázolására. A modul olvasása során találkoztunk az egyes grafikai elemekhez tartozó változókkal. Világossá vált, hogy az egyes grafikai változók alkalmazásával hogyan fejezhető ki a különböző típusú objektumok jellemzői a térképen. Elsajátította a térképi névírás egyes szabályait, megtanulta, hogy a megírás esetén milyen grafikai változók segíthetnek egy olvashatóbb térkép megszerkesztésében.

Önellenőrző kérdések:

Melyek a térképek főbb grafikai elemei?

Milyen szimbólumok használhatók fel pont, vonal, felületi objektumok bemutatására?

Milyen grafikai változók segíthetik a térképek tervezését?

Milyen ismérveket lehet kifejezni az egyes grafikai változókkal?

Hogyan használhatjuk a grafikus változókat a nevek megírásakor?

Irodalomjegyzék

Anson, R.W. (szerk): *Basic Cartography*, Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London, New York, 1988.

Bertin, J.: *Semiology of Graphics*, University of Wisconsin Press., Madison, WI, 1983.

Imhof, E.: *Thematische Kartographie*, Walter de Gruyter., New York, Berlin, 1972.

Pődör A. - Kaszai P.: *Katonai tematikus térképek*, ZMNE egyetemi jegyzet, Budapest, 1999.

Pődör A.: *Horgászvizek tematikus térképezése (Magyarország fontosabb horgászvizeit bemutató térképsorozat tervezése) PhD. Értekezés*, 2000.

Márkus B.: *Térinformatika*, NyME GEO jegyzet, Székesfehérvár, 2009.

Kraak, M.J. - Ormeling, F.J.: *Cartography: visualization of geospatial data. 2nd edition*, Pearson Education Limited, Harlow, 2003.

Klinghammer I. - Papp-Váry Á.: *Tematikus kartográfia*, Egyetemi jegyzet, Budapest, 1985.

Zentai L.: *Számítógépes térképészet*, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2000.

Zentai L.: *Output orientált digitális kartográfia*, Doktori értekezés., 2003.,
<http://lazarus.elte.hu/hun/dolgozo/zentail/dsc/zl-nagydoktori3.pdf>

<http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webbook/ch05/ch05.htm>

<http://cheminst.emk.nyme.hu/ragacs/web/szinmeres.pdf>

<http://www.colormatters.com/optics.html>

<http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolgozat/mathe/szinek.htm>