



Bevezetés a térinformatikába

Elek István

<http://lazarus.elte.hu/~elek>

Mail: elek@map.elte.hu

Tartalom

Bevezetés

A GIS rövid története

Funkcionális trendek

A számítástechnika fejlődése

Az adatbázis kezelés alapjai

Relációs adatmodell, rekordok, mezők, indexek

Táblák összekapcsolása, SQL, Kliens-szerver

A GIS alapkoncepciója

Adatmodellek, layerek

Vektoros rendszerek, raszteres rendszerek

3 dimenziós problémák (DTM)

Vektoros rendszerek

Vektoros elemreprezentációk

Objektumok hierarchiája

Topológia

Térbeli indexelés

Raszteres rendszerek

Pixel, színmélység, felbontás, színmodellek (RGB, HSI), kontrasztnövelés, az adatnyerés eszközei

Térképészeti alapok

Földalak, referencia ellipszoid, vetületi rendszerek, ábrázolási módok, térképfajták

3 dimenziós GIS

Voronoy-sokszögek

Delaunay-háromszögek

TIN, DEM

Digitális szűrési eljárások

Időtartomány, frekvencia tartomány

Fourier-sor, Fourier-transzformáció, Dirac δ

Konvolúció, digitális szűrési eljárások

Mintavételezés

Nyquist frekvencia

Mintavételi tétel

Interpoláció

A rendszerépítés módszertana

A rendszer teljes életciklusa

A rendszerarchitektúra kialakítása

A stratégia kidolgozás menete

Adatok - Funkciók - Problémák

A rendszerek szereplői

Projekt elemzés, Költség – Haszon

Klaszterezés, dimenziócsökkentés

Távolság mátrix

Hierarchikus eljárások

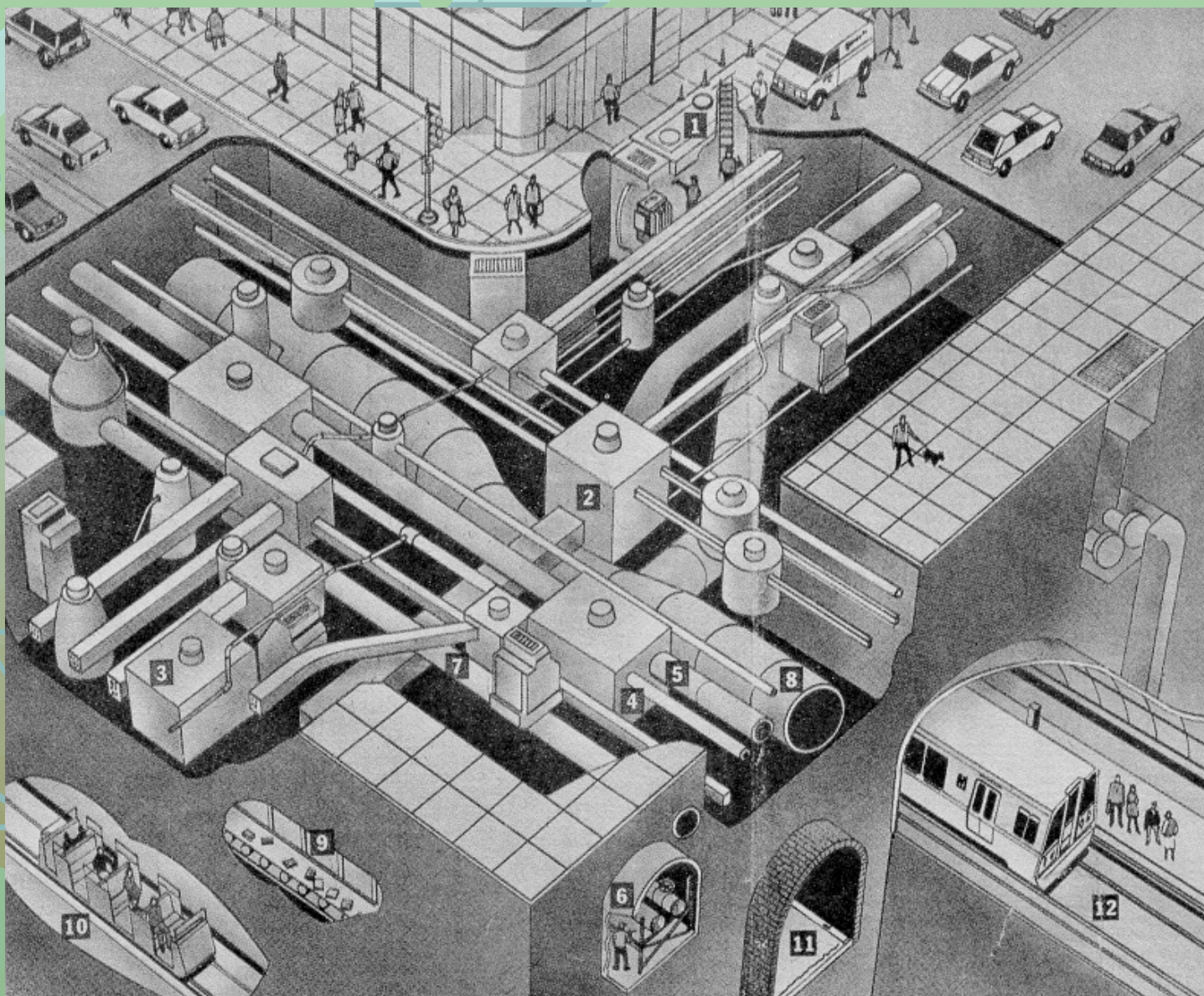
particionáló eljárások

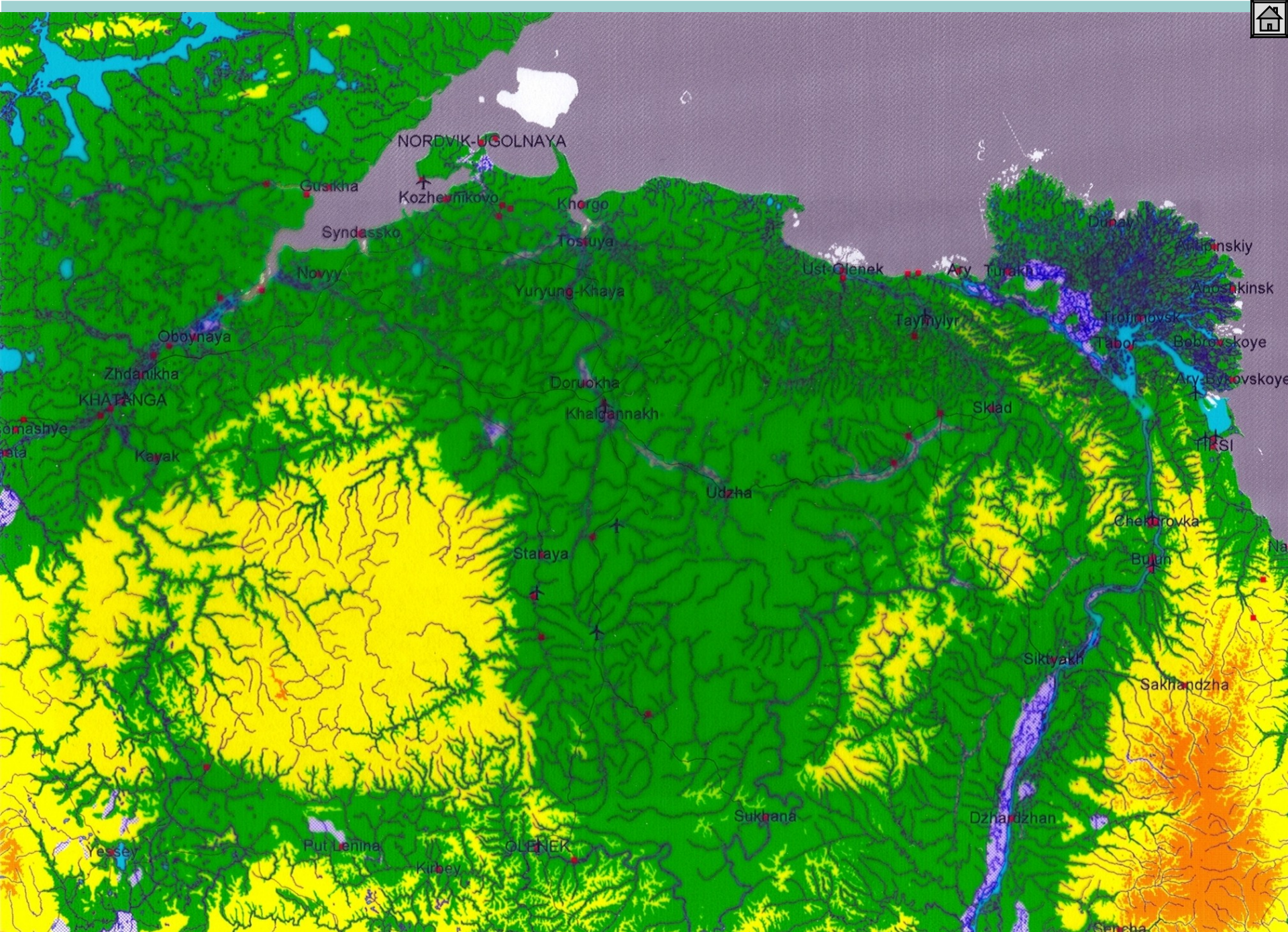
Főkomponens analízis

Gyakorlati példák

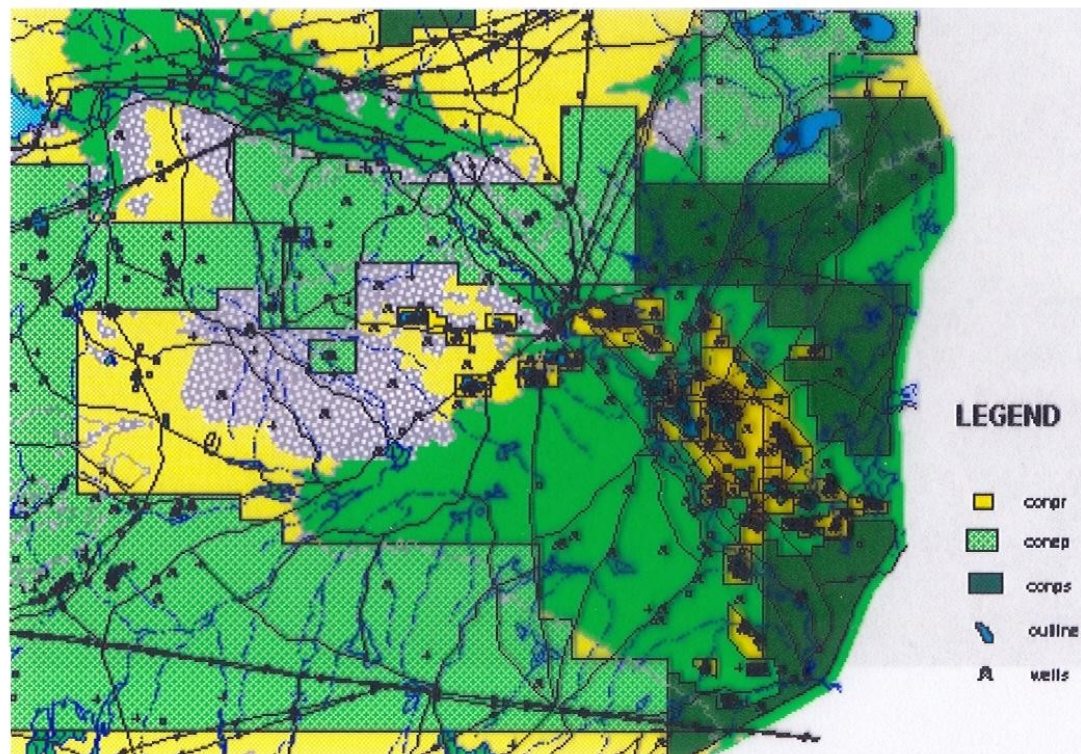


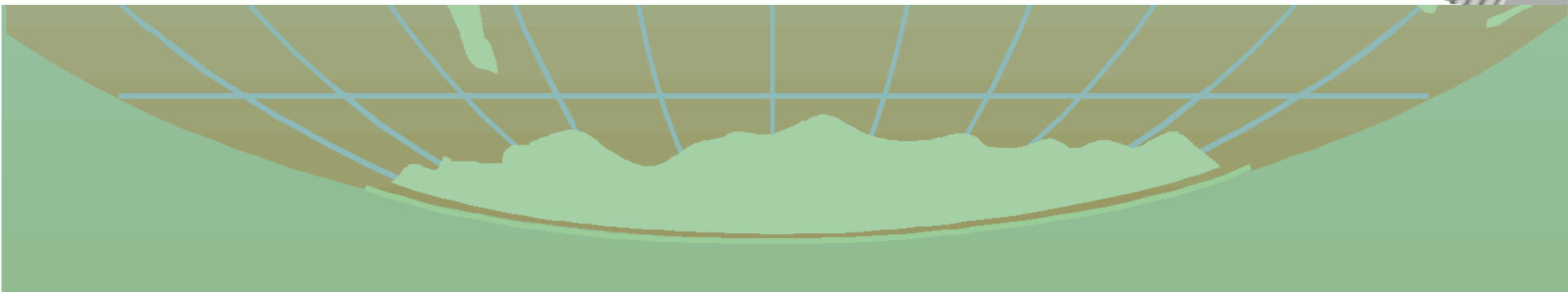
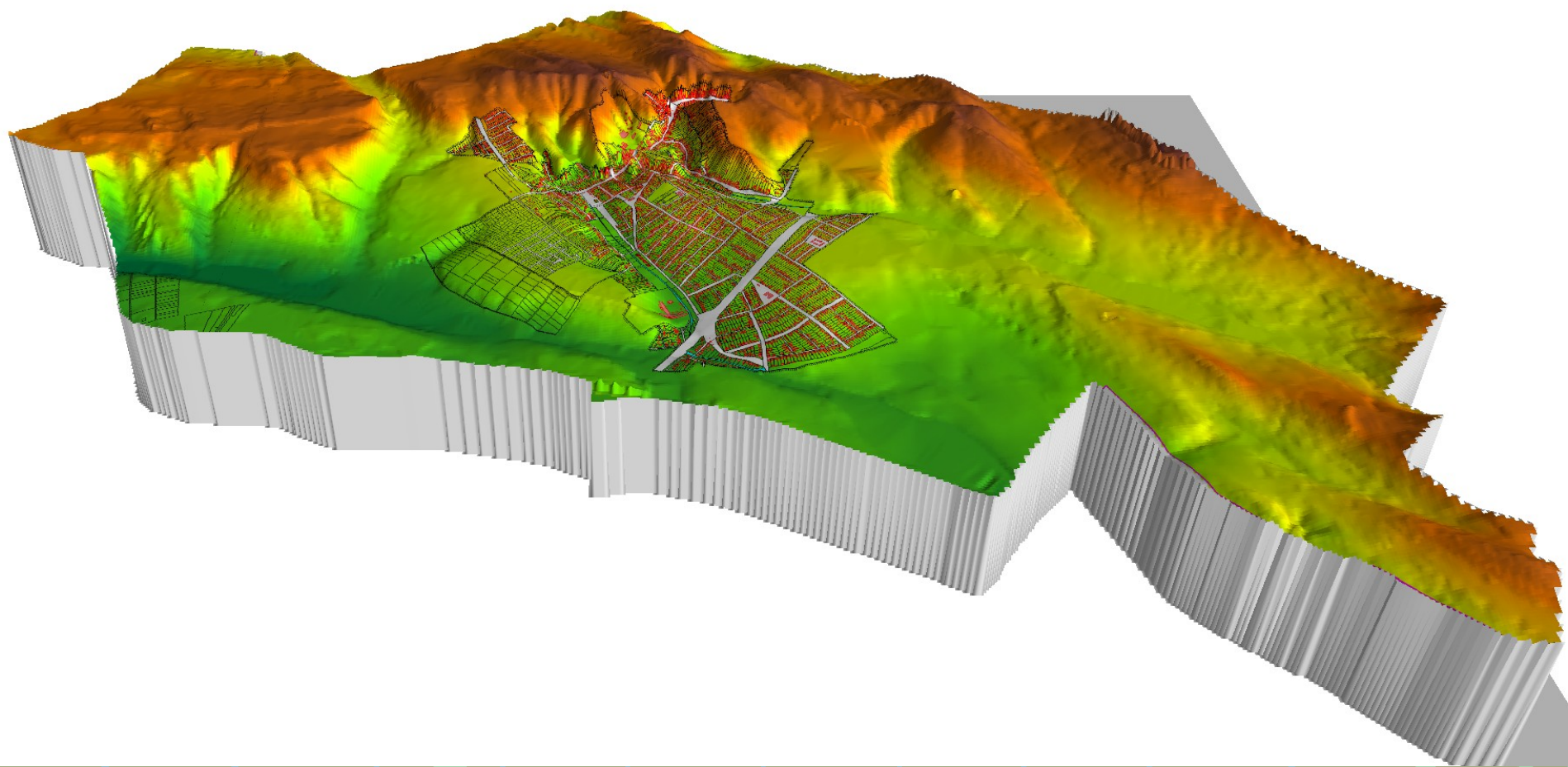
Bevezetés

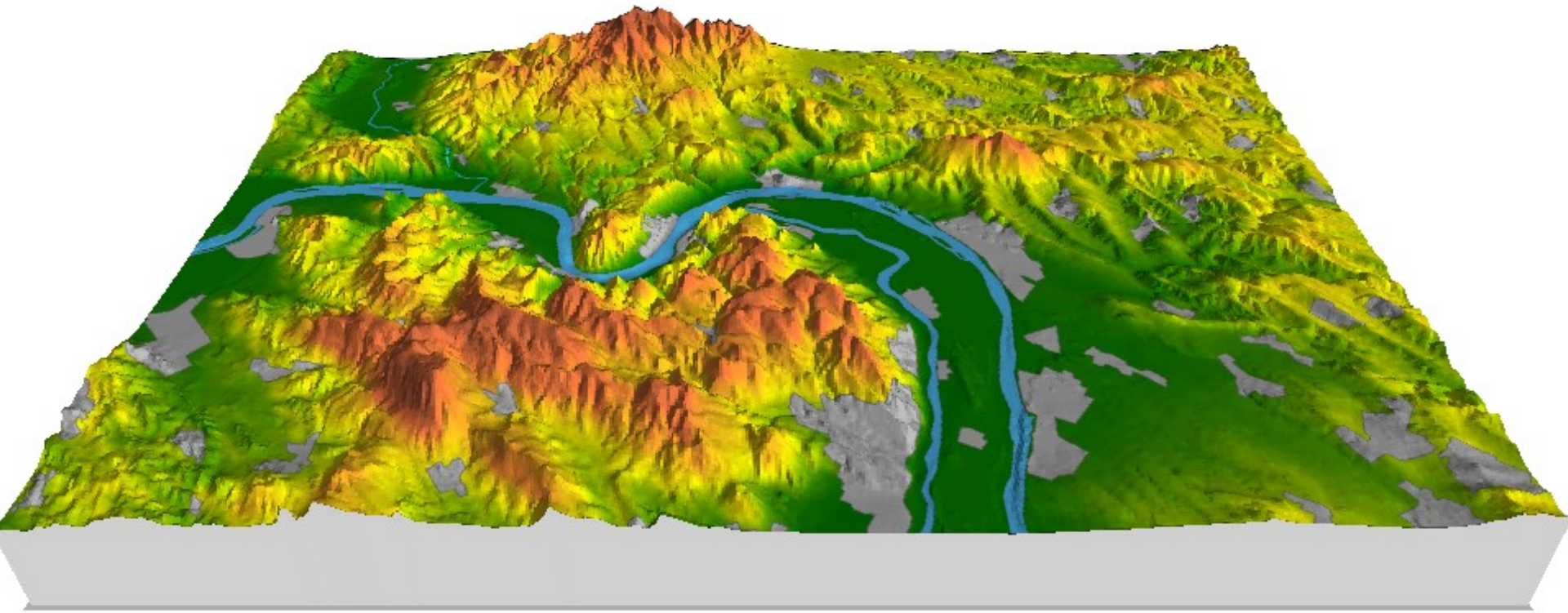




- Koncessziós területek leíró adatai
- Koncessziós területeken lévő kutak leíró adatai
- Koncessziós területeken lévő olajmezők leíró adatai
- Kutak teszteres vizsgálati eredményeit leíró adatok
- Vállalatok leíró adatai
- Koncessziós blokkok leíró adatai









A GIS rövid története

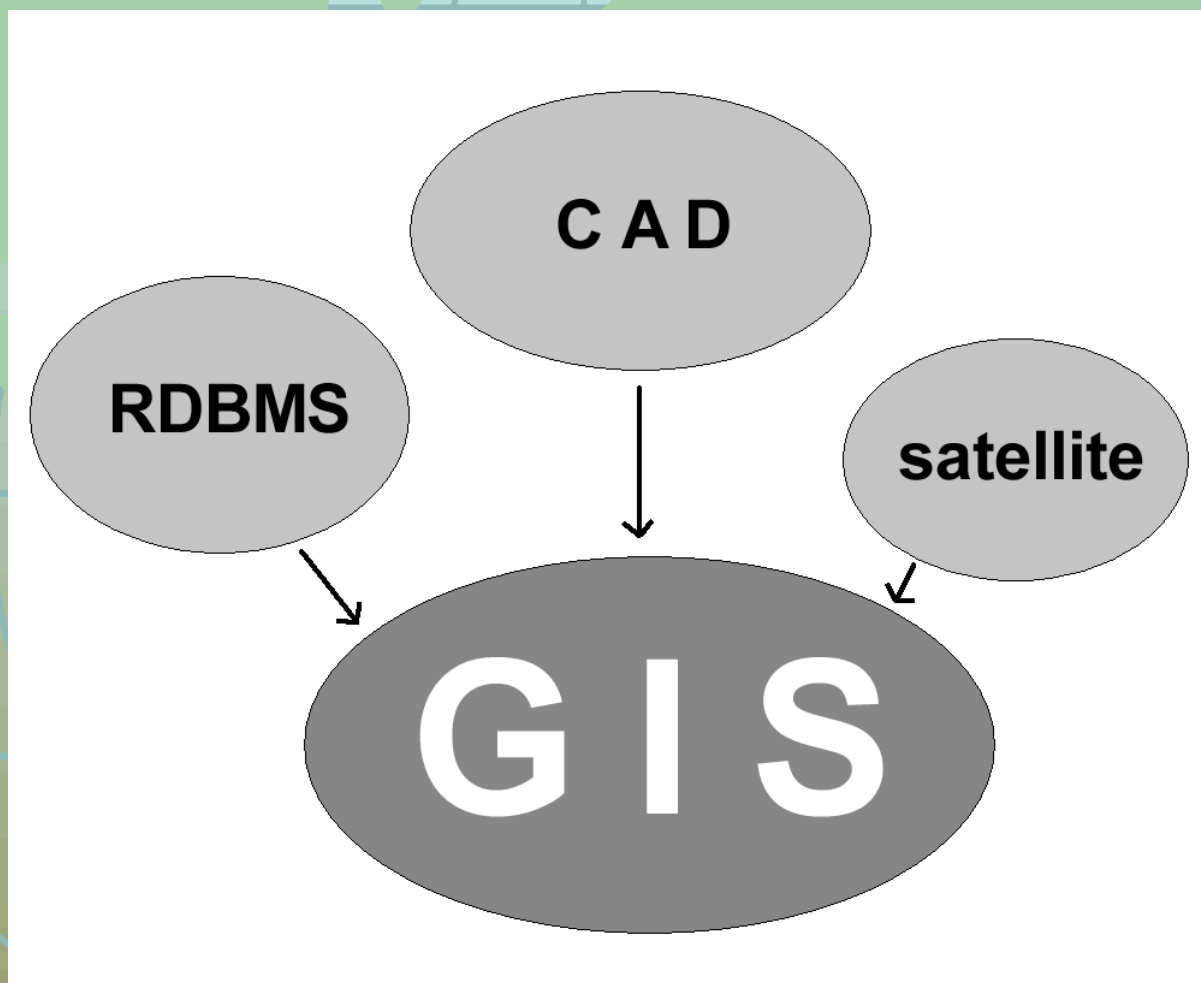


Funkcionális trendek

- interdiszciplináris alkalmazások
- integrált, bonyolult funkciójú alkalmazások
- gyorsan változó igények
- gyorsan változó piac
- aki gyorsan és jól dönt, az üzleti előnyökhöz jut
- tudatos támaszkodás az információkra
- cégen belüli információáramlás jelentőségének megnövekedése



A GIS családfája



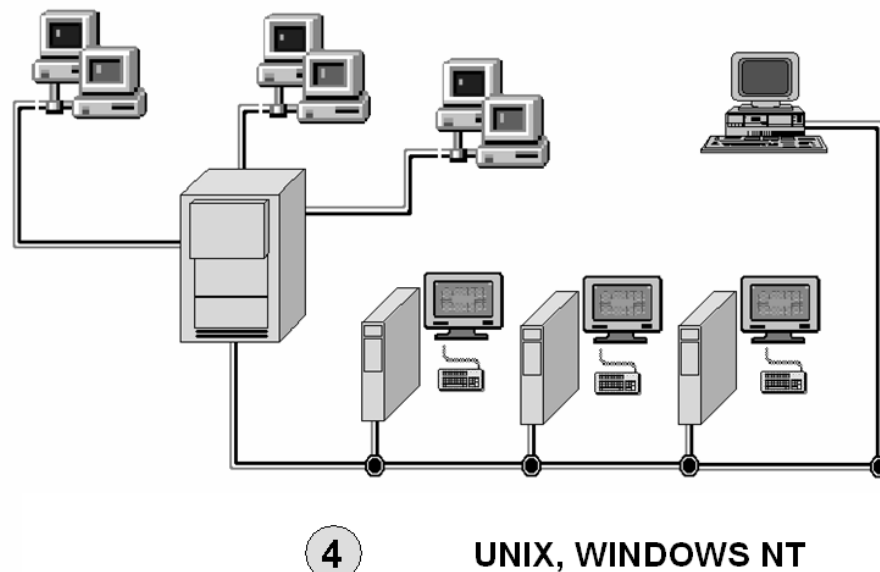
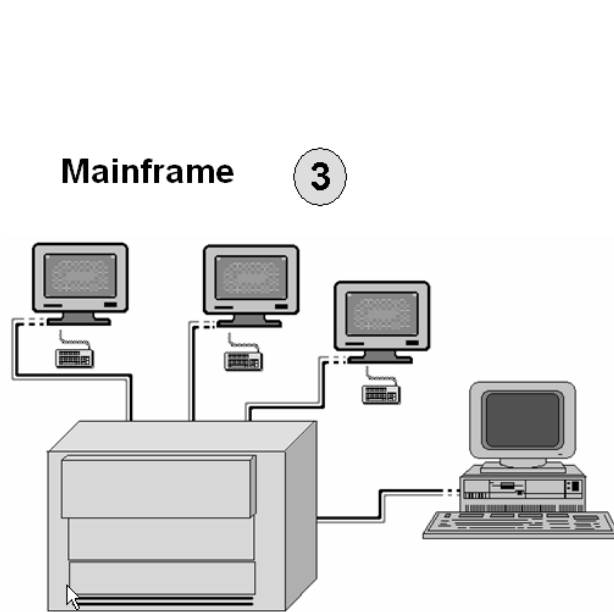
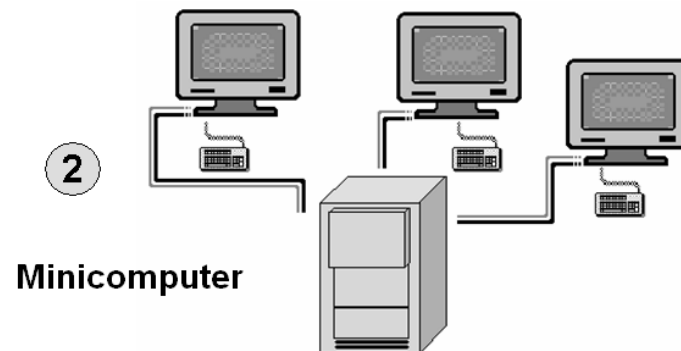
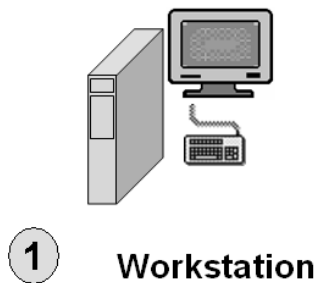
A geoinformatika eredete: alapvetően három "ősre" vezethető vissza:

RDBMS: relációs adatbáziskezelő rendszerek;

CAD: számítógéppel segített tervező rendszerek;

satellite: űrfoto feldolgozók

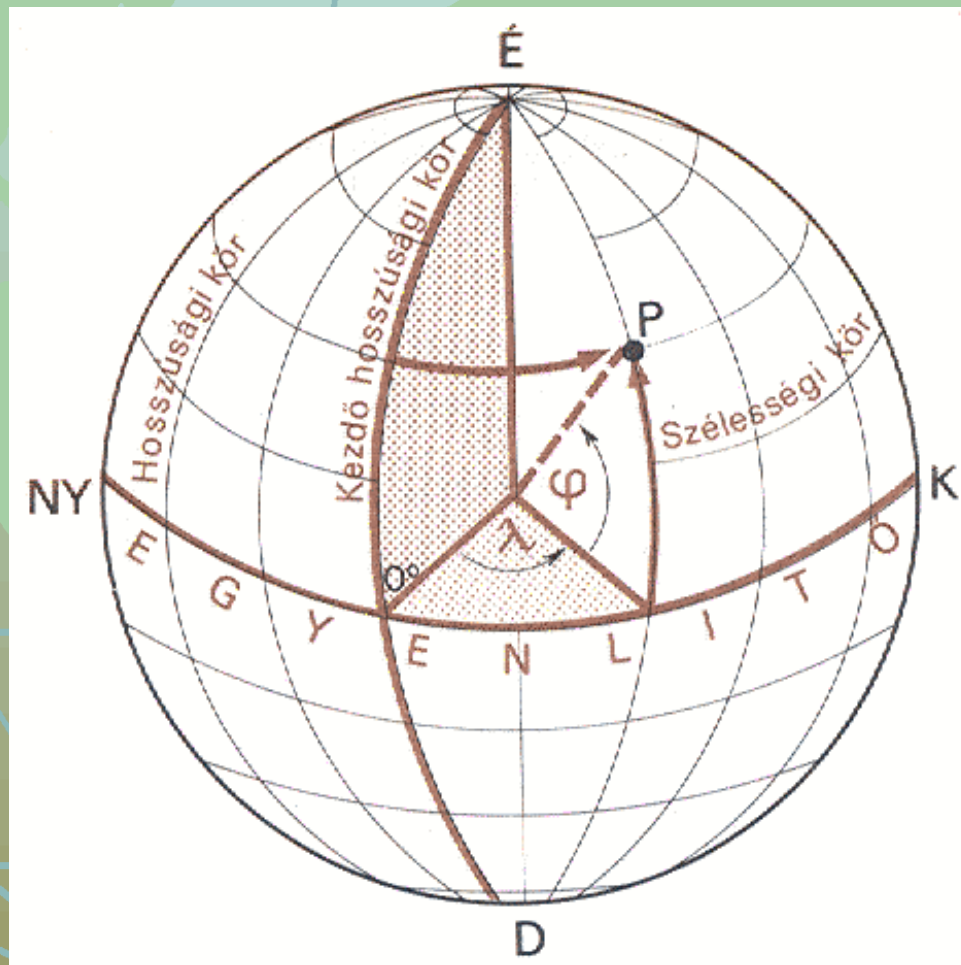
A hardver fejlődése



A hardver és az operációs rendszerek fejlődésének különböző állomásai

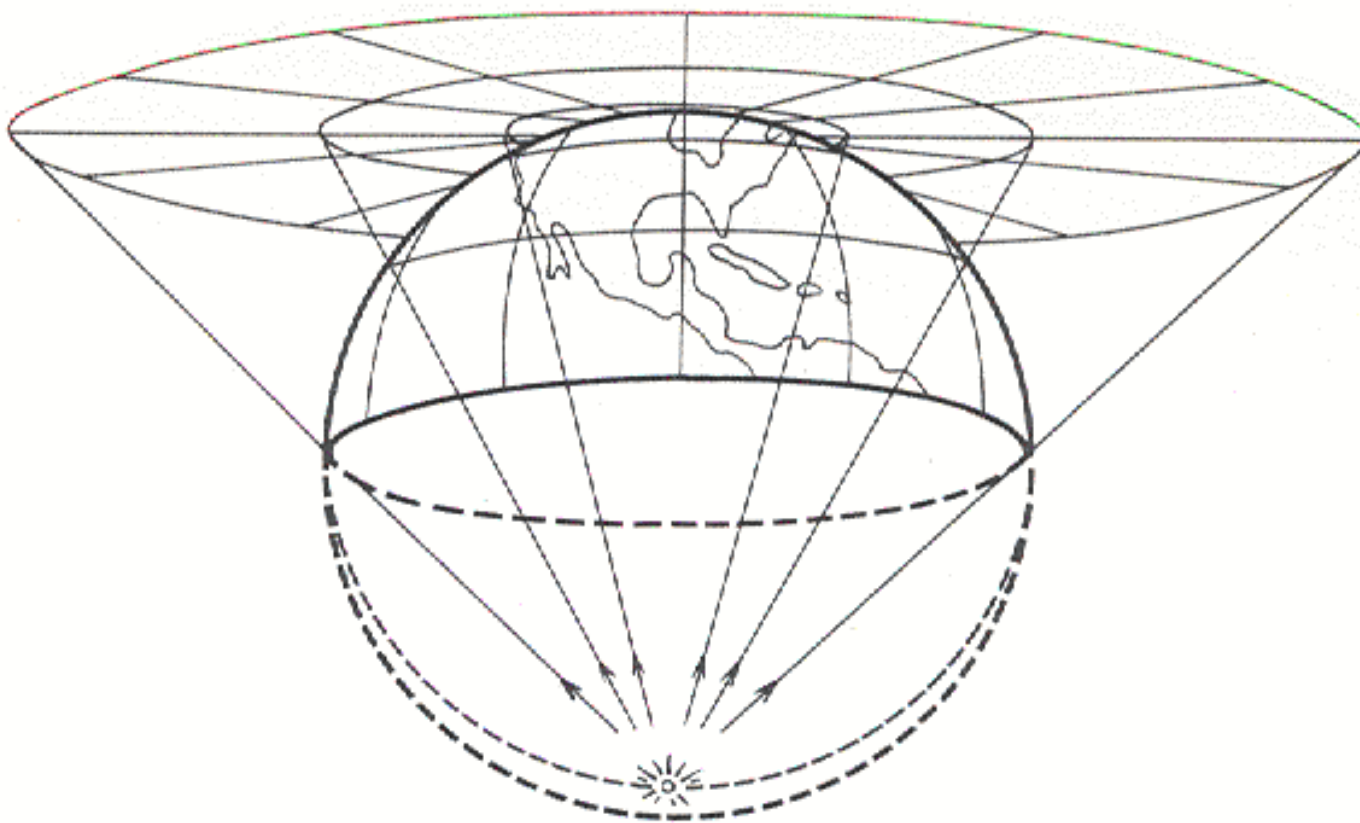


Térképészeti alapok





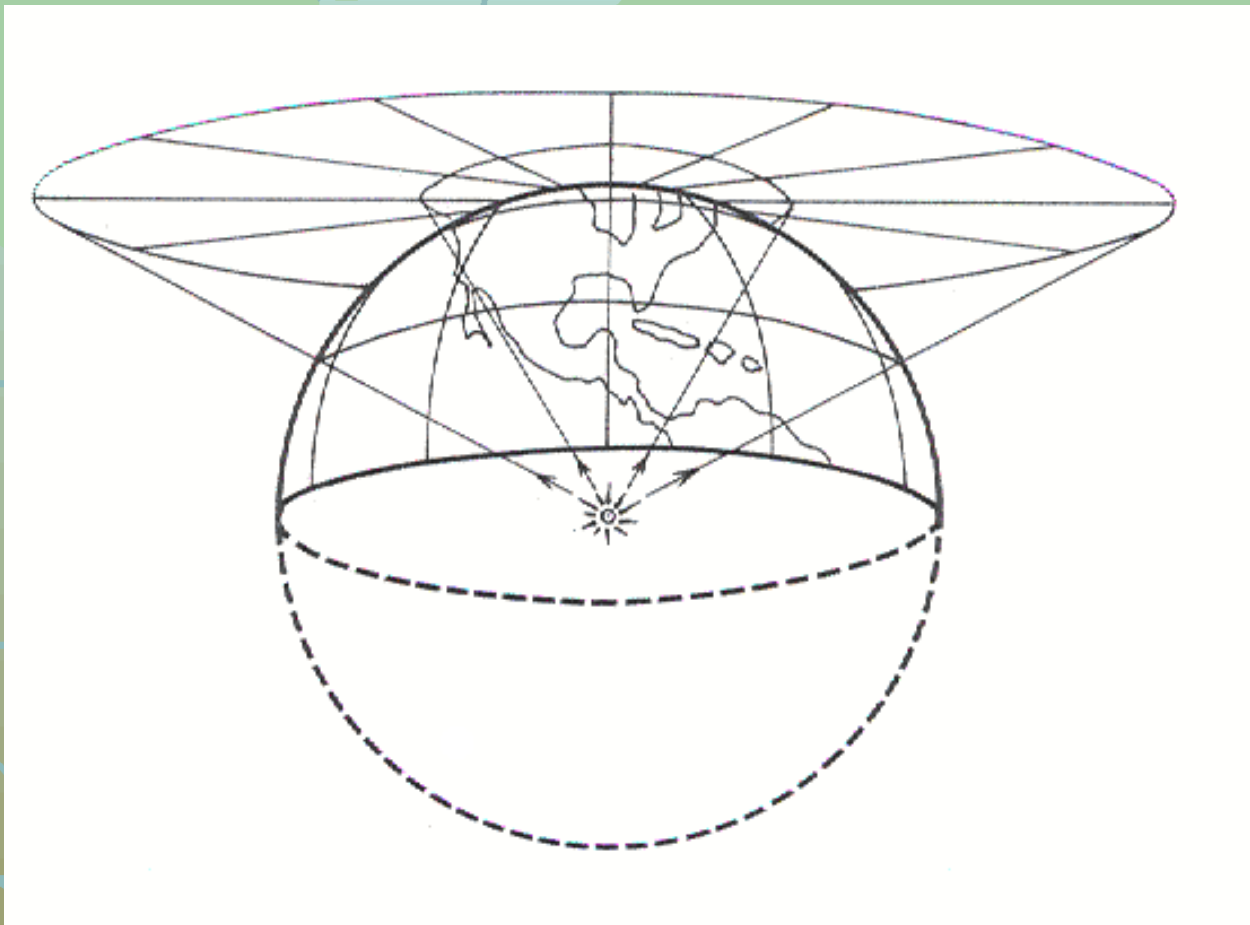
Térképészeti alapok



Sztereografikus



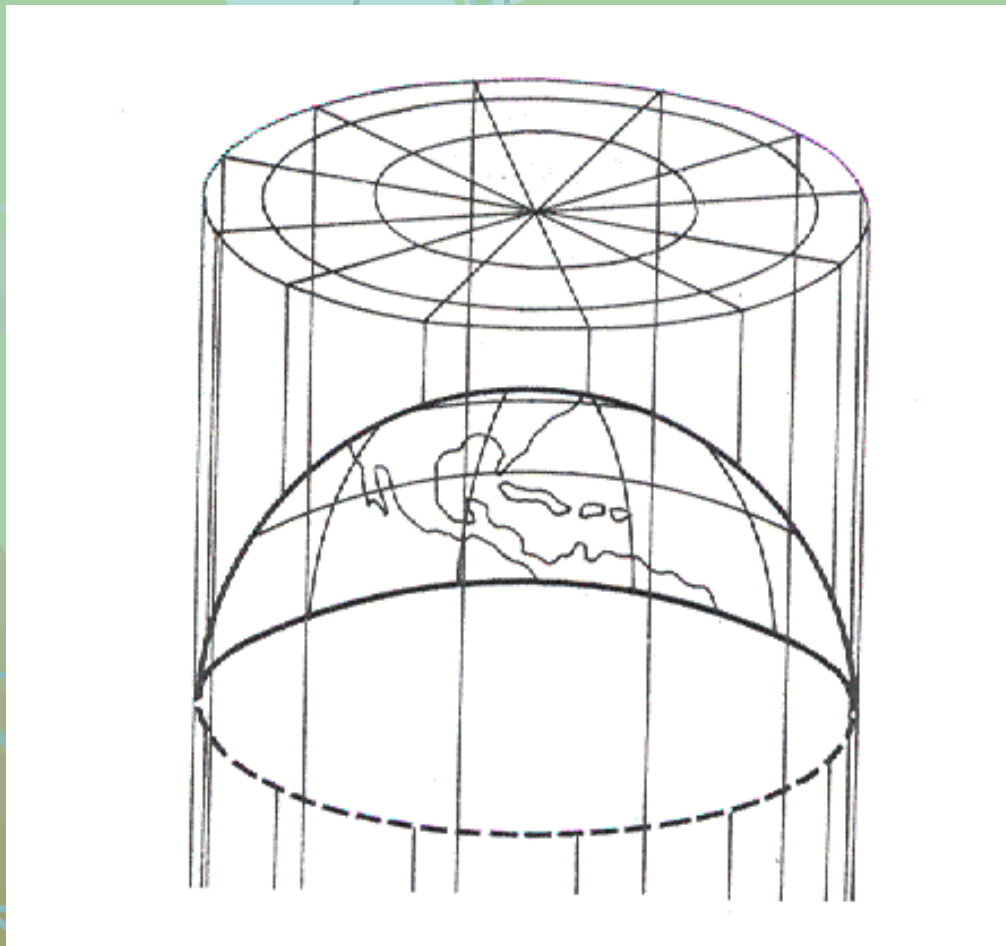
Térképészeti alapok



Gnomónikus



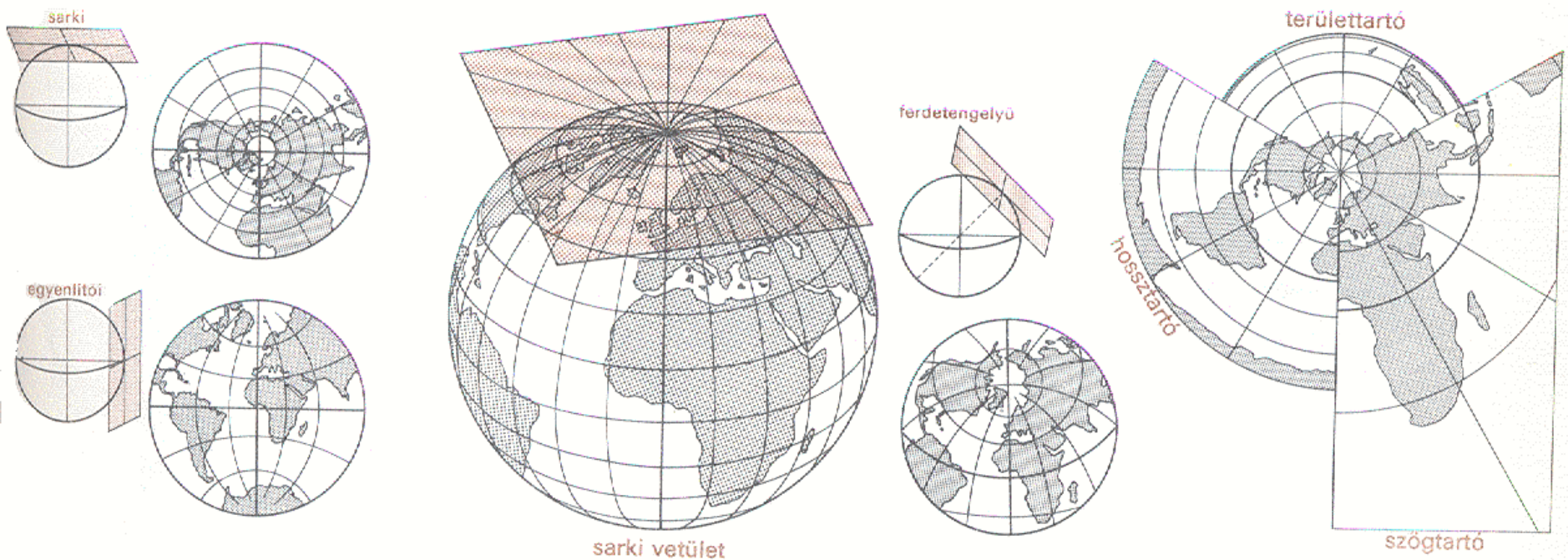
Térképészeti alapok



Ortografikus



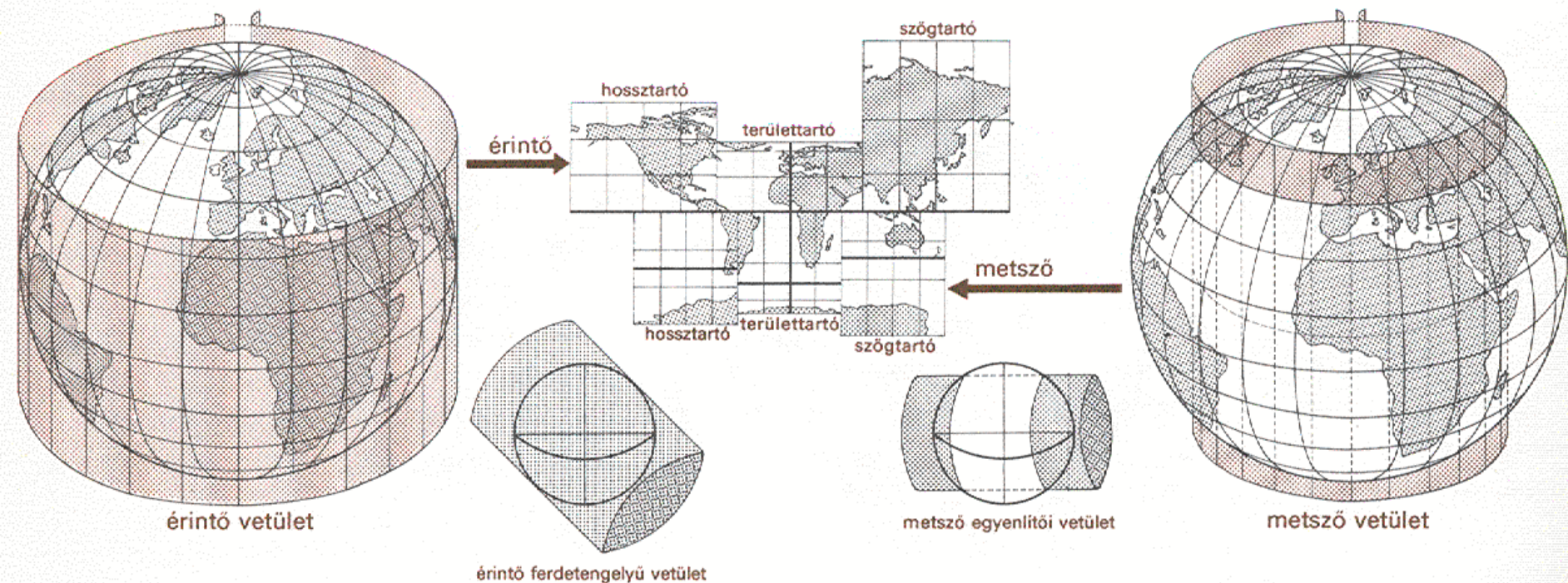
Térképészeti alapok



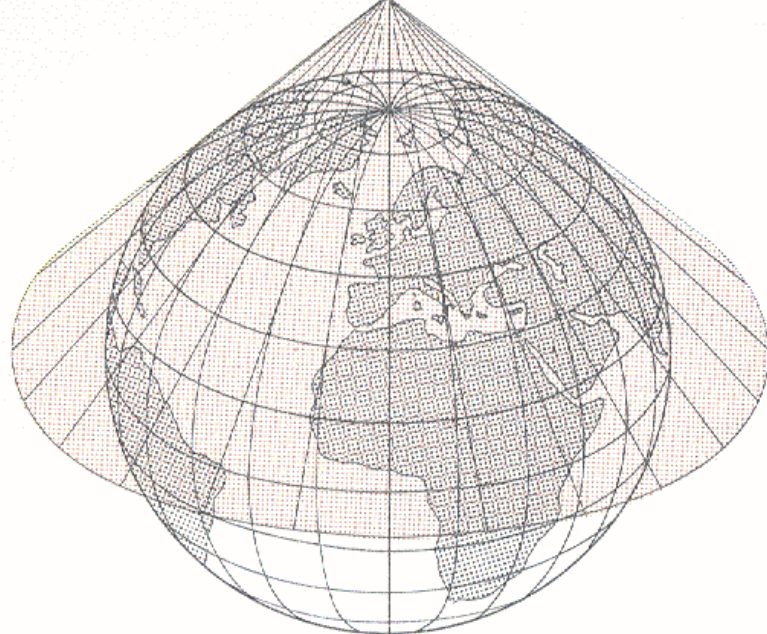
síkvetületek



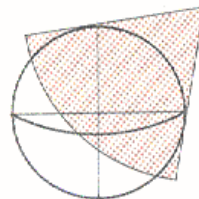
Térképészeti alapok



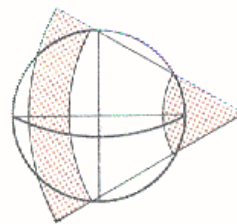
hengervetületek



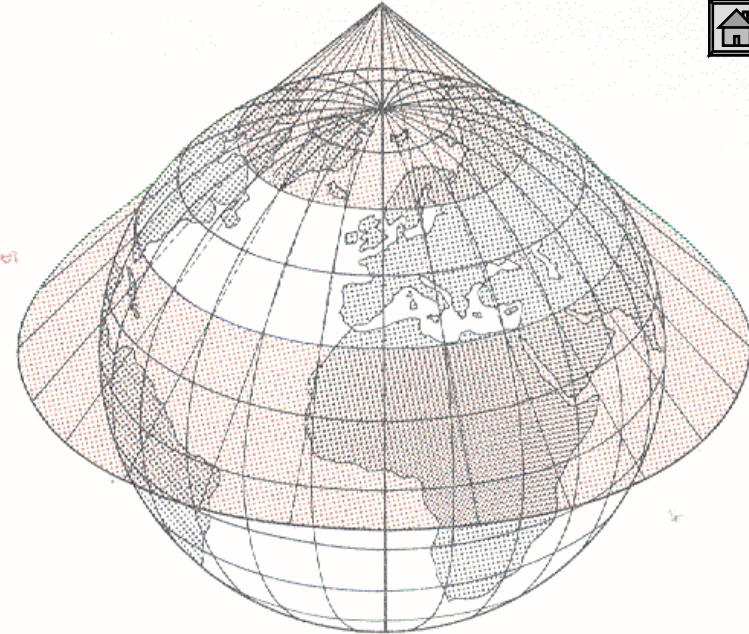
érintő



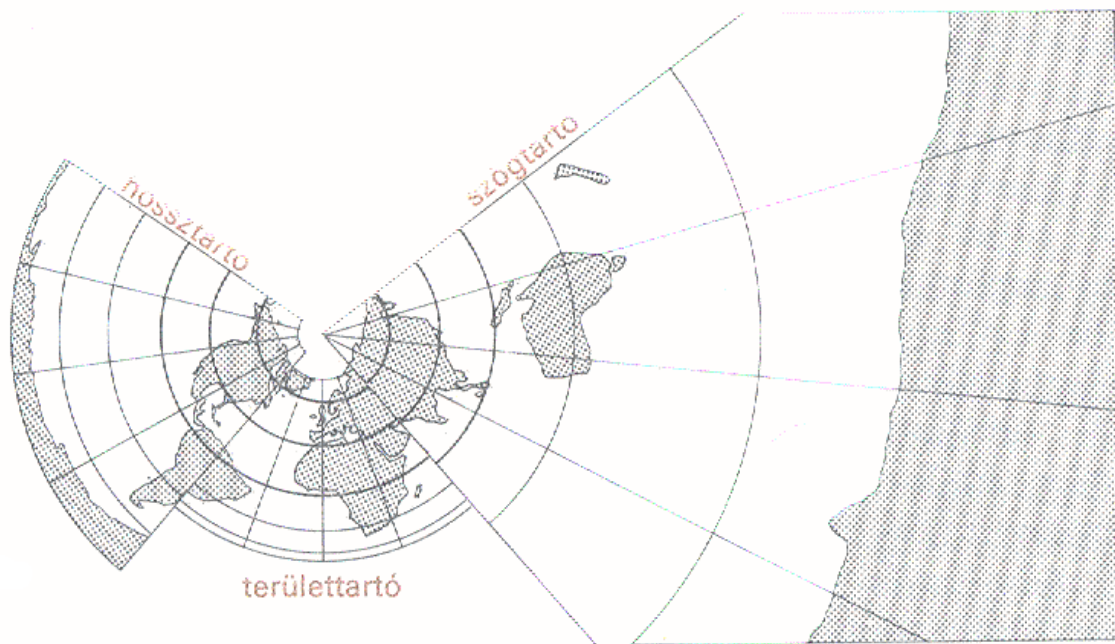
érintő ferdetengelyű vetület



metsző egyenlítői vetület



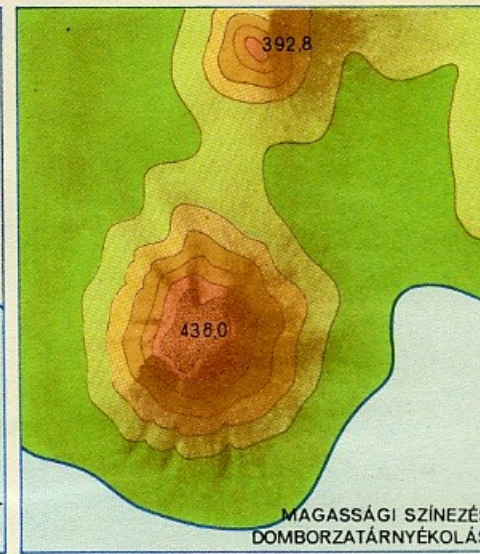
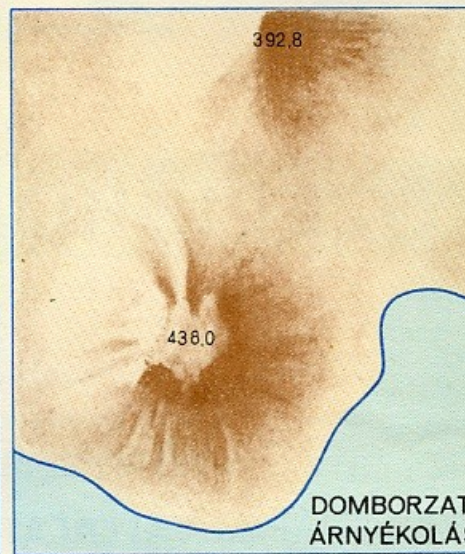
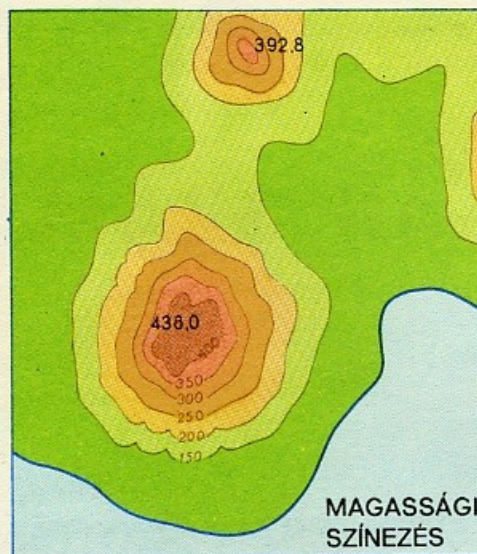
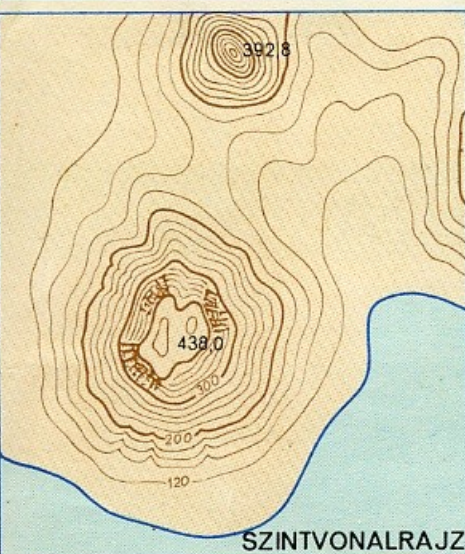
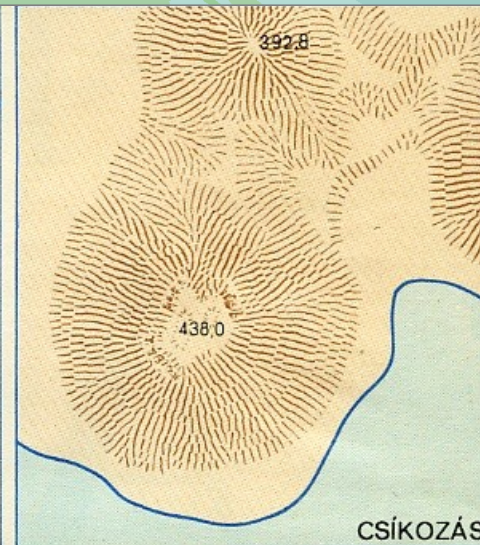
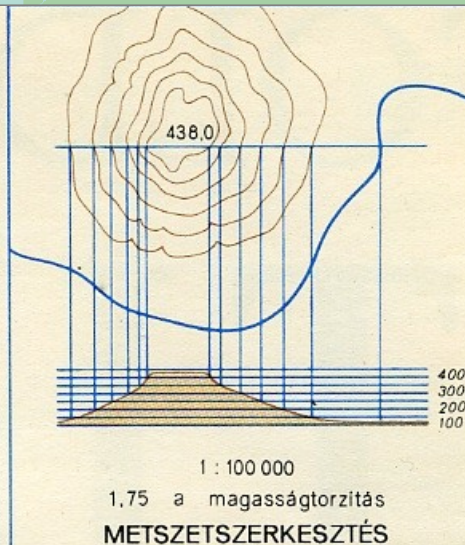
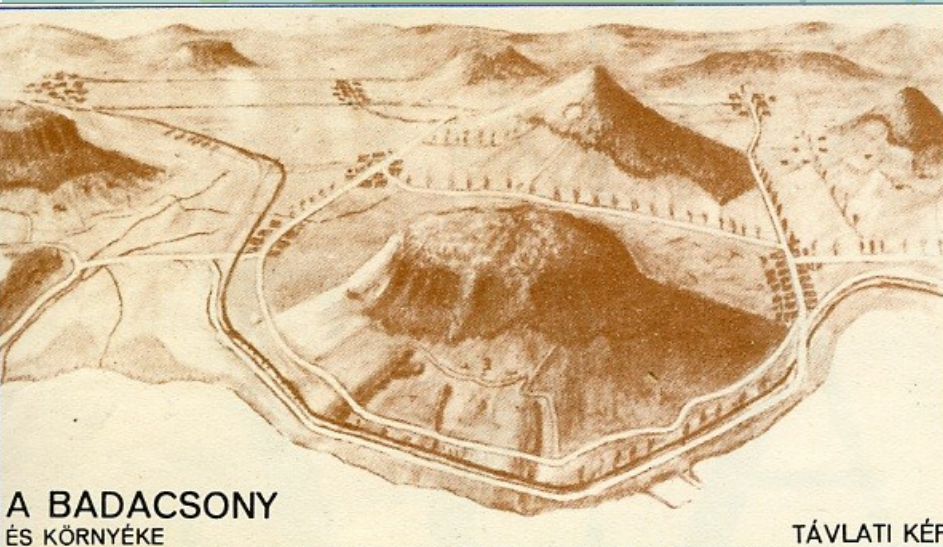
metsző



kúpvetületek



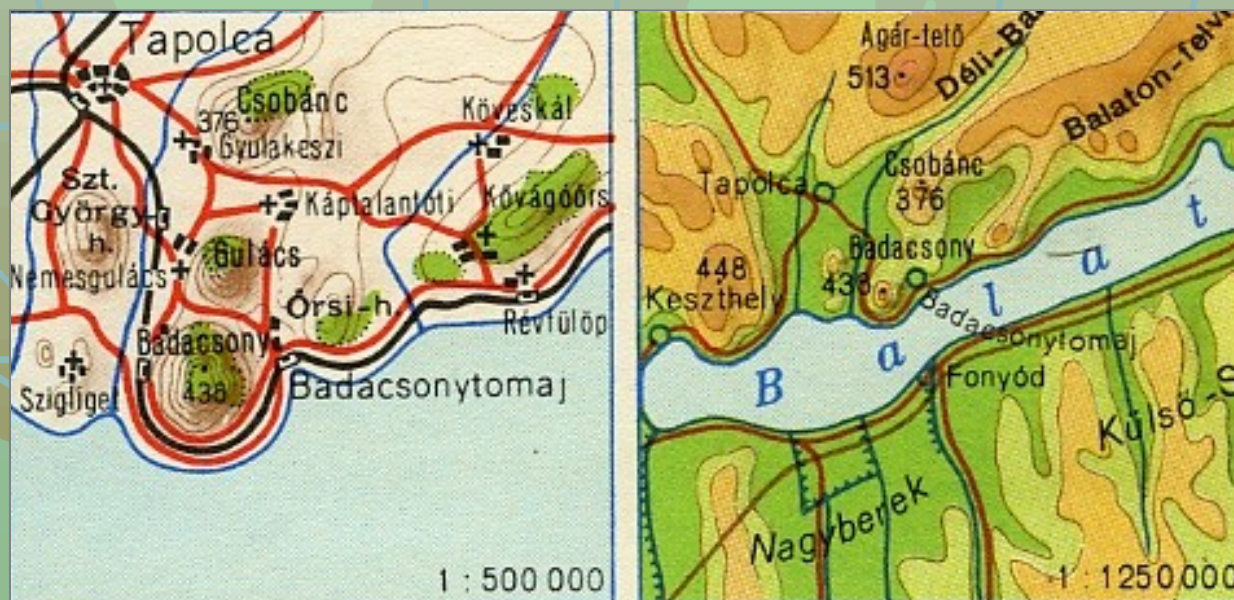
Térképészeti alapok



A DOMBORZATÁBRÁZOLÁS LEGISMERTEBB MÓDSZEREI

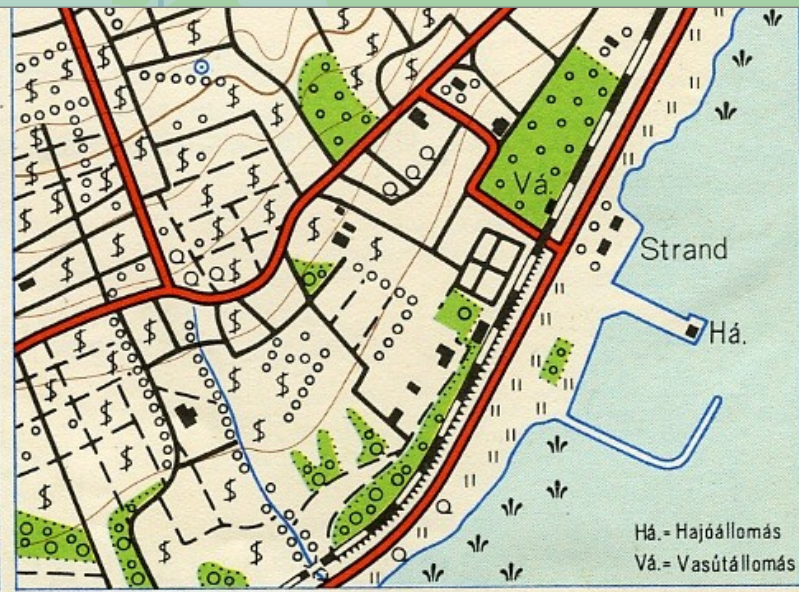
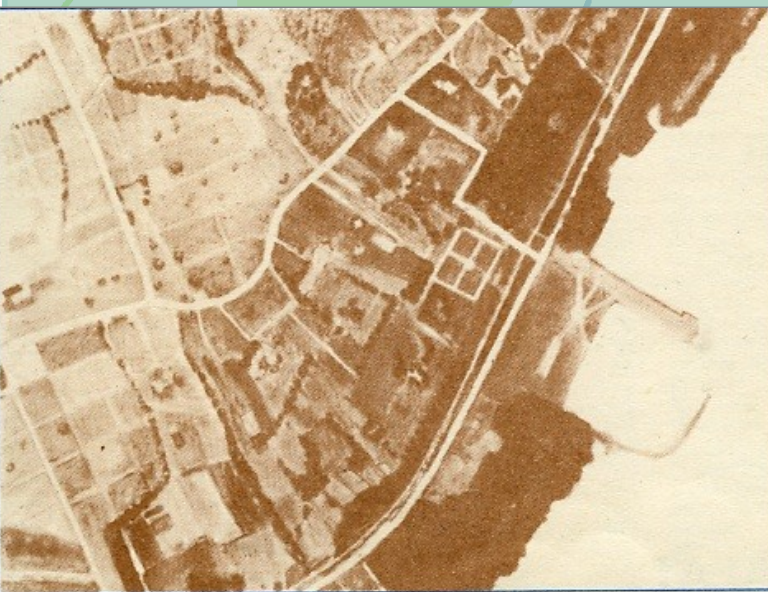


Térképészeti alapok





Térképészeti alapok

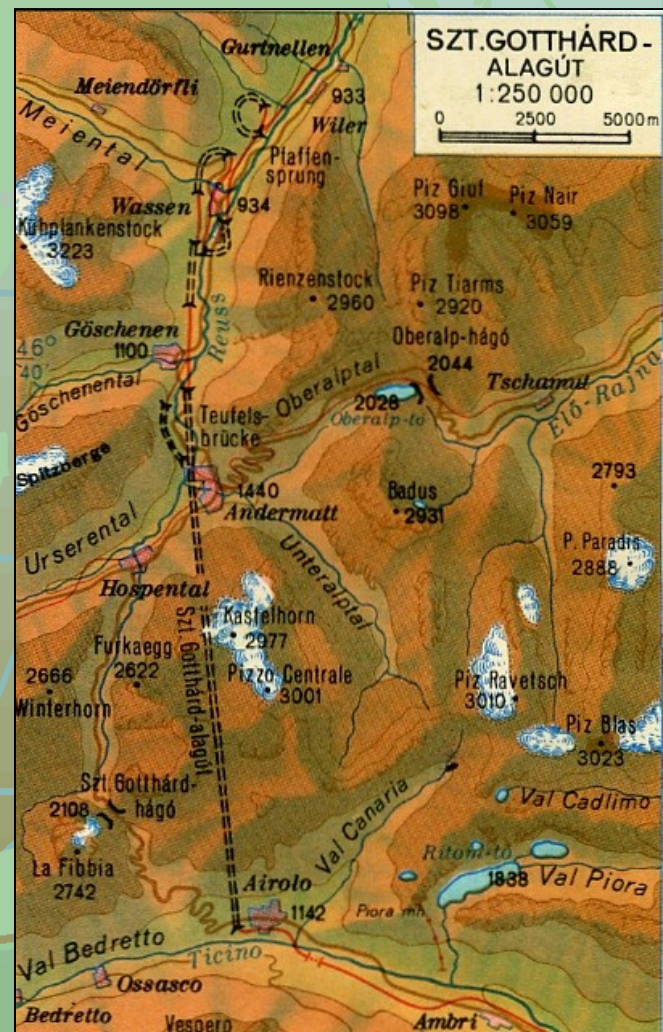


	Épületek
	Vasútvonal
	Utak
	Híd, átereszt
	Folyó
	Tó
	Kút
	Főszintvonal
	Szintvonal
	Erdő, gyümölcsös
	Fa, fasor
	Rét, legelő
	Nádas
	Szőlő fákkal

LÉGIFÉNYKÉP ÉS TOPOGRÁFIAI TÉRKÉP ÖSSZEHA-SO-NLÍTÁSA

J E L E K

Példák térképekre



Példák térképekre

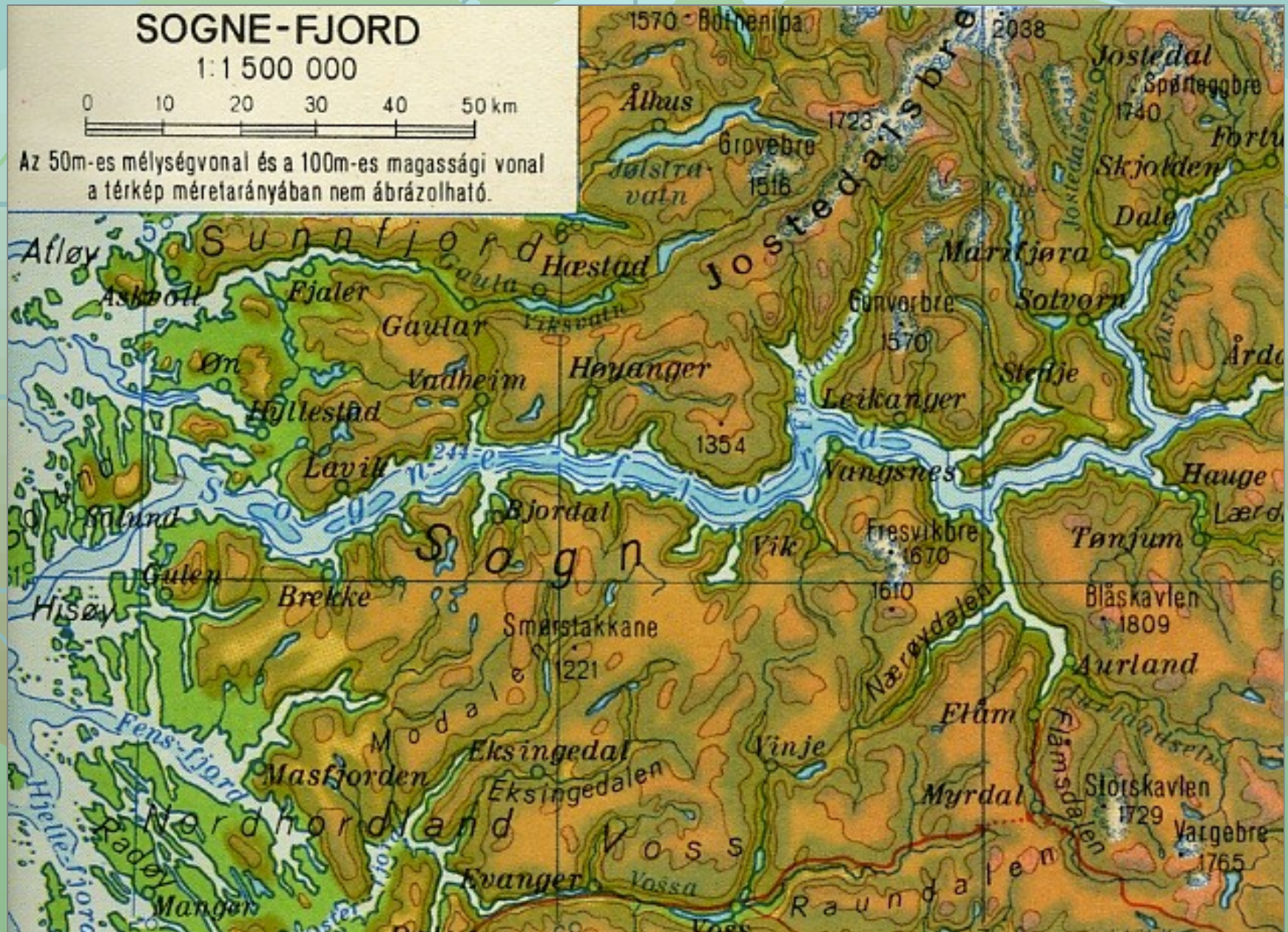
A TEMZE TORKOLATA

ÉS LONDON

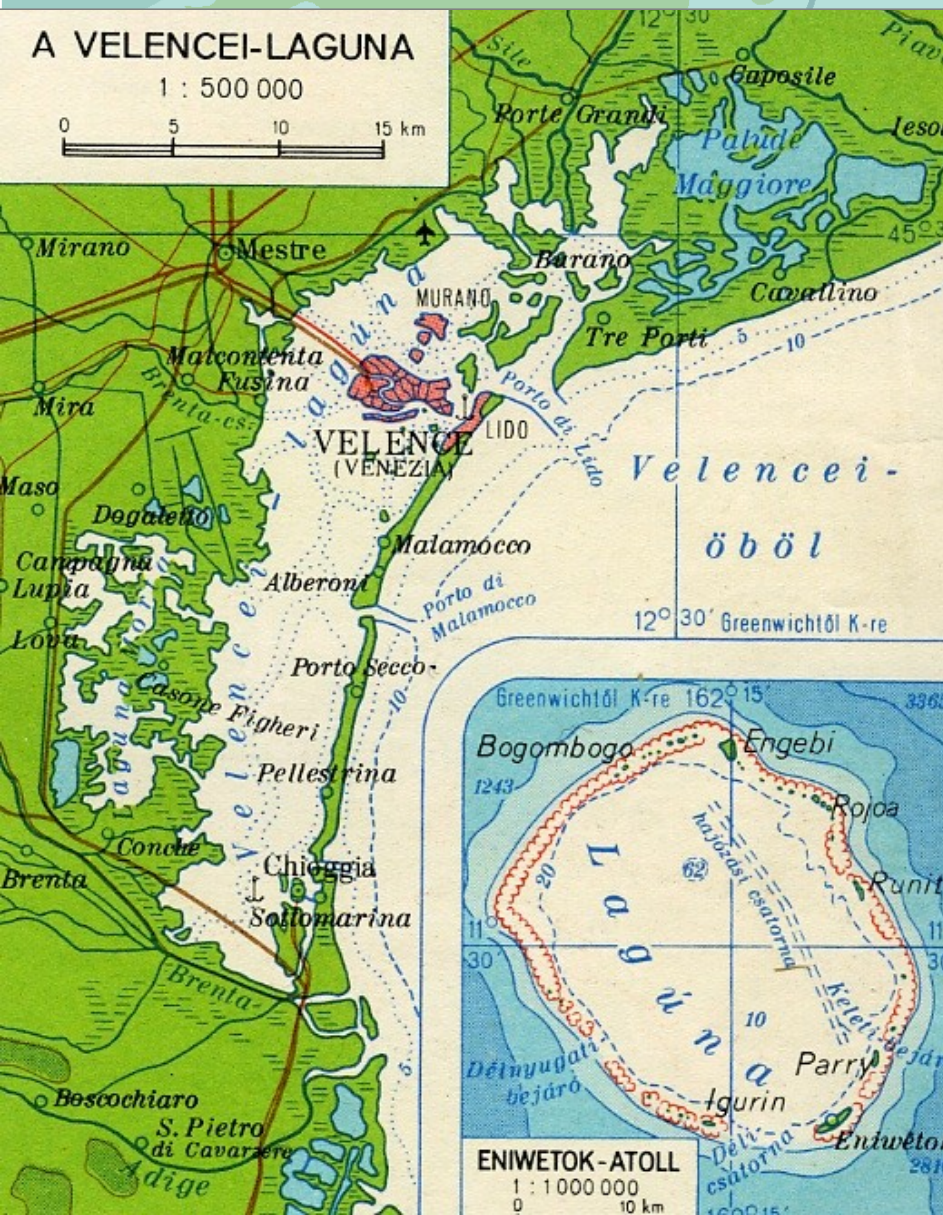
1:1 000 000



Példák térképekre



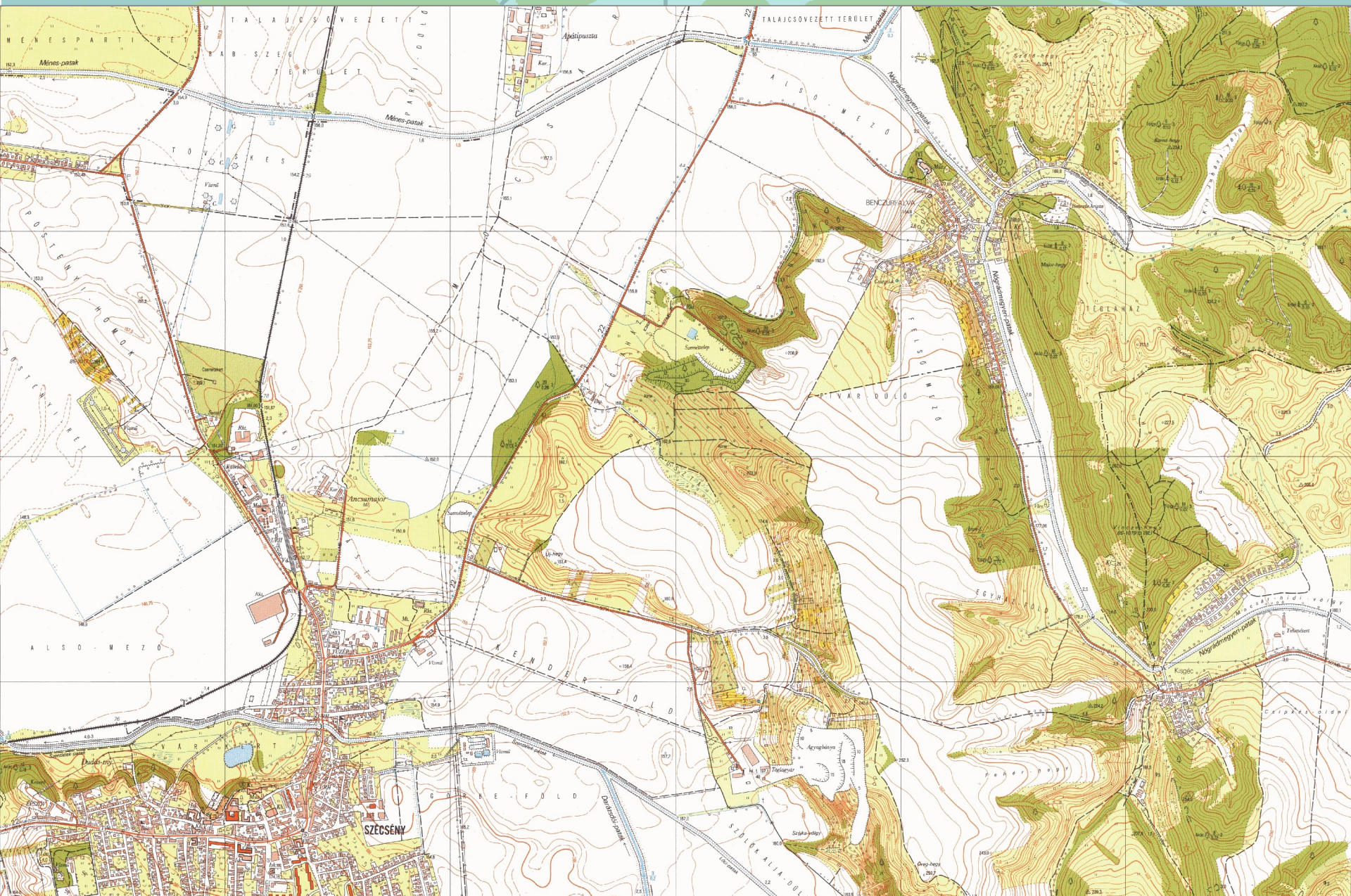
Példák térképekre



Példák térképekre

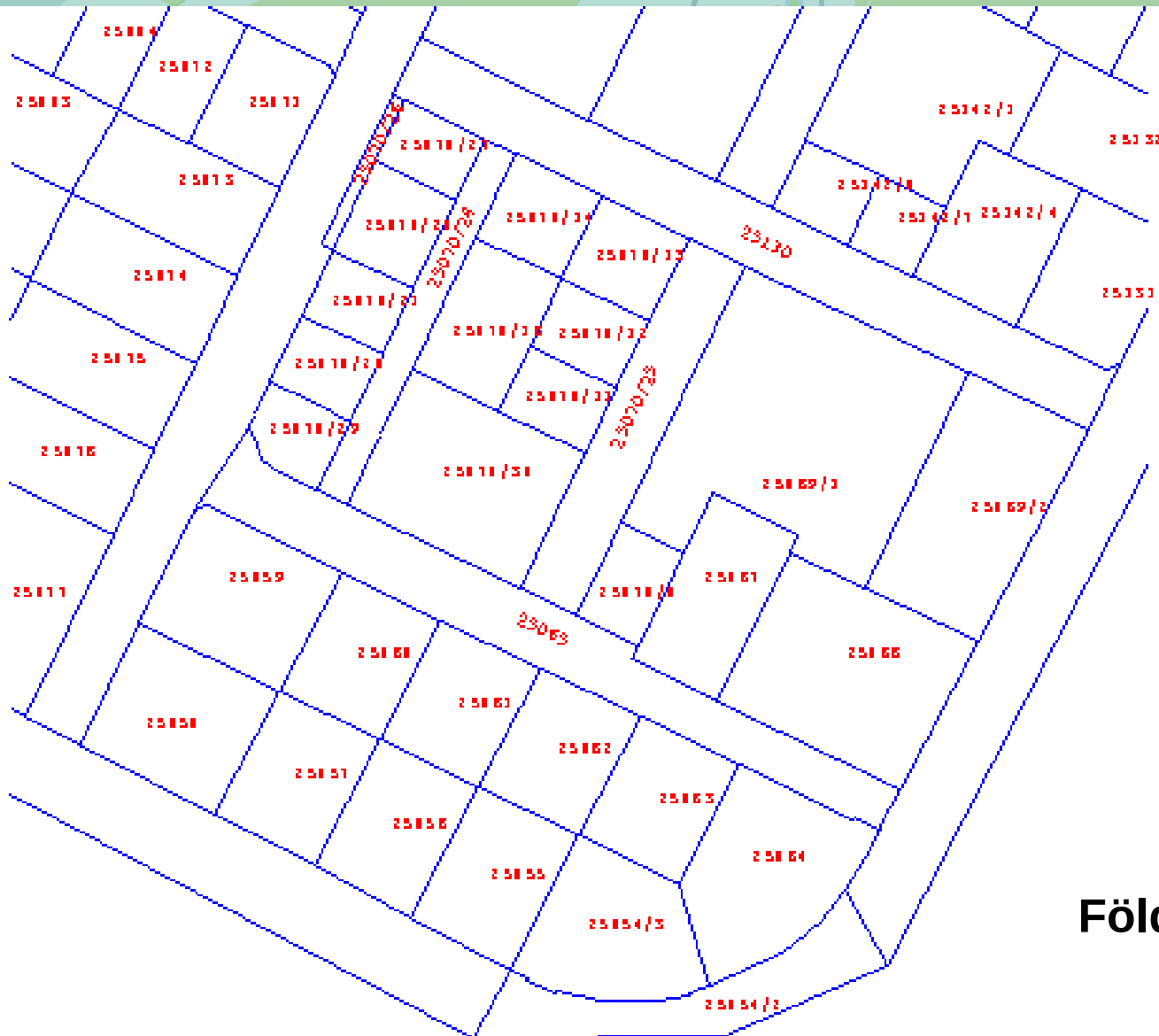


Példák térképekre





Térképészeti alapok



Földmérési alaptérkép



Földmérési alaptérkép



A stylized world map with green continents and blue oceans, overlaid with a grid of latitude and longitude lines. The map is centered on the Atlantic Ocean.

GIS alapkonceptiója



A GIS öt alapfunkciója

- **Mi** van egy adott helyen ?
- **Hol** van egy bizonyos dolog ?
- Mi és hol **változott** ?
- Melyik az **optimális** ?
- **Mi történik** akkor, ha ...?



A GIS néhány jellegzetessége

Egy geoinformatikai rendszerrel pontszerű, vonalszerű és felületszerű objektumok - melyekhez relációs adatbázisok kapcsolhatók - legkülönbözőbb attribútumainak térbeli elemzésére kínálkozik lehetőség.

A geoinformatikára, mint elemző eszközre a következő tulajdonságok jellemzők:

- Interdiszciplináris jellege következtében magas szintű alkalmazói szakismeretet igényel, amely speciális GIS ismerettel kell hogy párosuljon (aminek elsajátítása felső fokú alapképzettséget feltételezve is legalább egy-másfél év).
- A geoinformatikai rendszerek nagy mennyiségű alapadatot igényelnek (pl. digitális alaptérképek, terepmodellek, település adatok, címregiszterek stb.), amelyekre épülnek a speciális szakterületre jellemző adatok.
- A GIS alkalmazások rendkívül szoftverigényesek. Noha sokféle GIS alapszoftver kapható a világpiacon nem könnyű eldönteni, hogy melyik a legalkalmasabb egy adott problémakör megoldására, mivel egy-egy alapszoftver megismerése is komoly szellemi teljesítmény. Ráadásul a legtöbb feladat az alapszoftverre történő ráfejlesztéssel oldható csak meg.
- A fentiekre való tekintettel a GIS jó minőségű, nagy teljesítményű hardvert igényel.



A GIS néhány jellegzetessége

Tekintsük át a geoinformatikai rendszerek négy alapvetően fontos elemét:
az adatot

- a szoftvert
- a hardvert
- és a szakismerettel rendelkező személy, aki mindezt működteti, aki döntést meghozza, aki a gondolkodása révén az adatot információvá alakítja.

A térbeli adatok pont, vonal, felület (poligon) jellegű objektumok, amelyekhez alfanumerikus adatok csatlakoznak, akár szeparálva egy másik adatbázisban, akár integrálva a grafikával együtt.

Az attribútumok lehetnek kategória változók, mért értékek, fizikai mennyiségek, szöveges adatok, ábrák (képek), bármi, ami komputernek által kezelhető jel.



Szereplők

Hardver

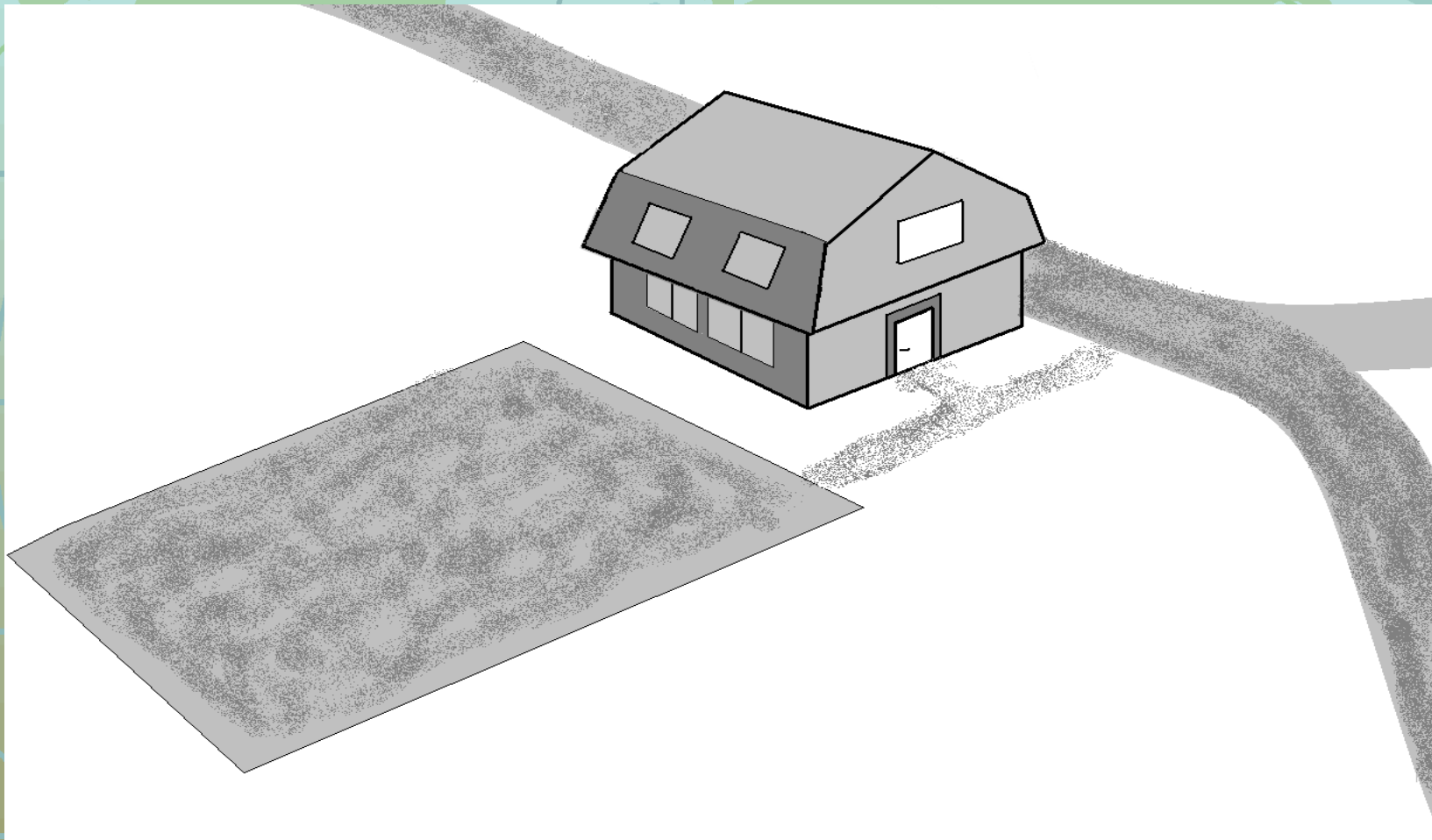
Szoftver

Adatbázis

**Szakértő
csapat**



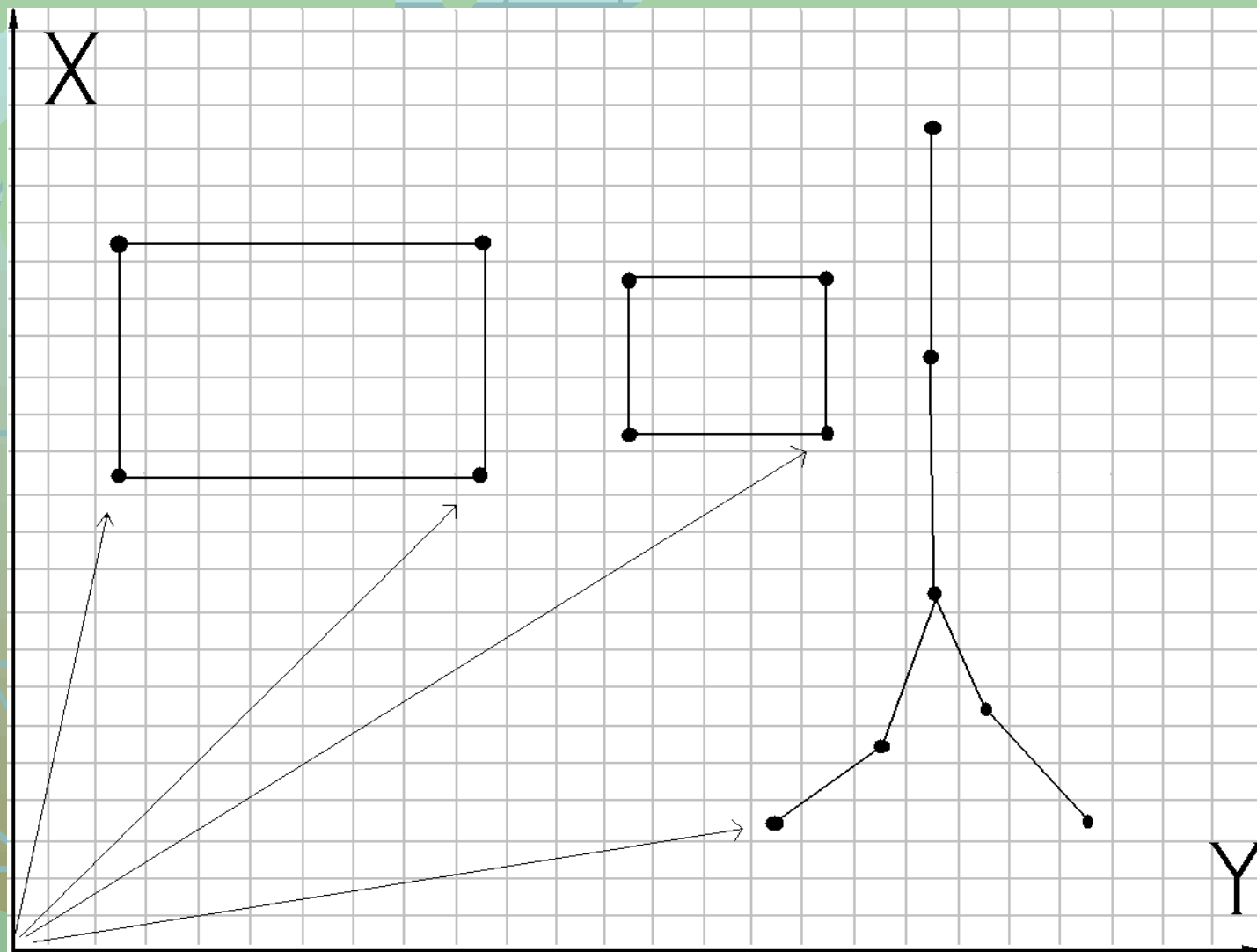
a valóság modellje



Életkép: a valóság egy "fényképszerű" modellje



vektoros rendszerek



Az "életkép" vektoros modellje

A telek, a ház és az út töréspontjaikhoz húzott helyvektorokkal jellemezhető

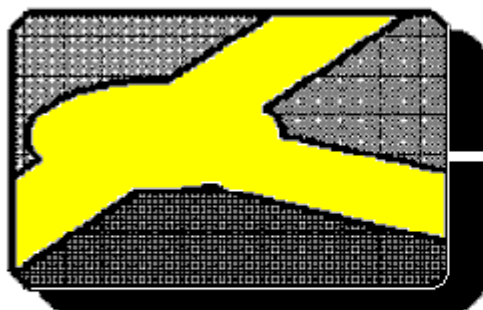


vektoros rendszerek

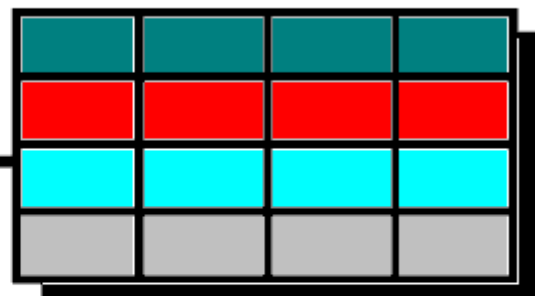
- Helyvektoros objektumleírás
- Csak ott van pont (vertex), ahol változás van a geometriában
- Helytakarékos grafika leírás
- Objektum hierarchia felépítésének lehetősége (komplex objektumok)
- Korlátlan adatbázis kapcsolati lehetőségek



Az egyszerűsített adatmodell



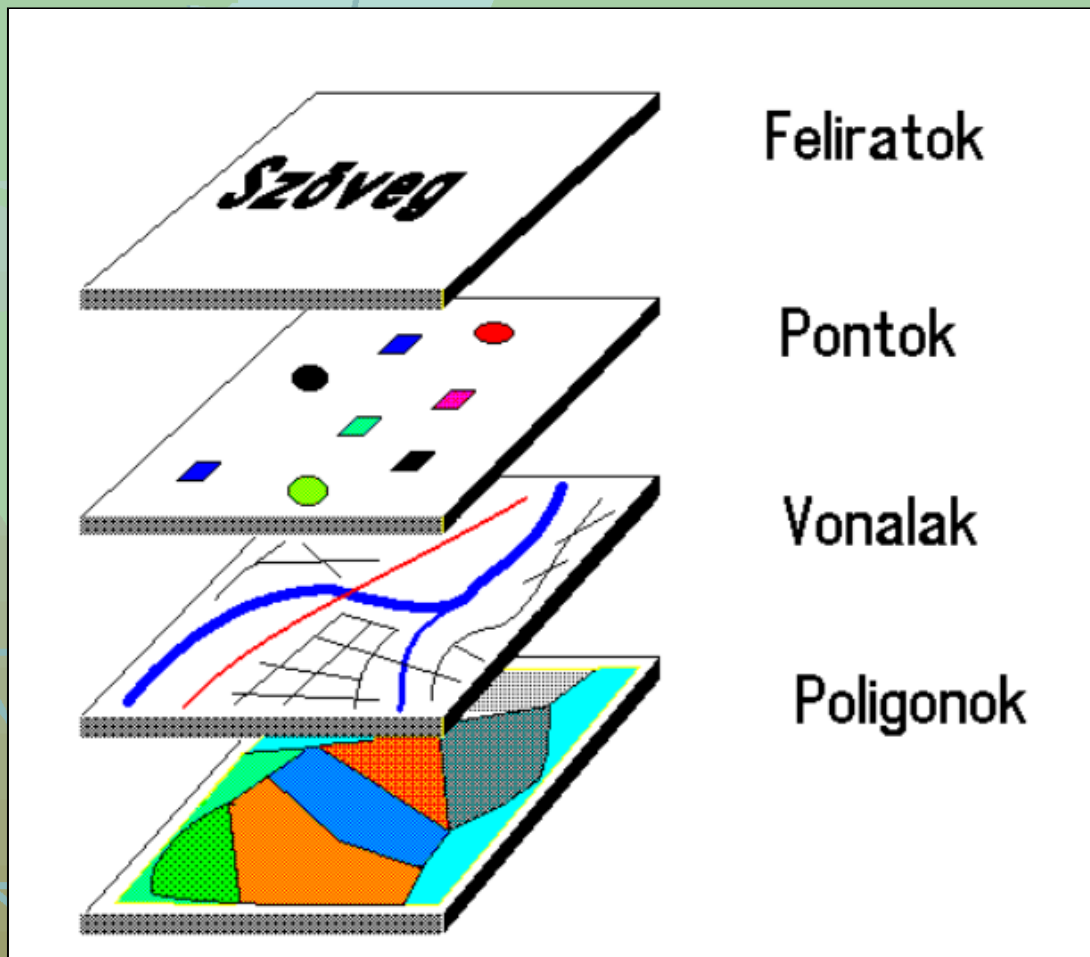
**DIGITÁLIS
TÉRKÉP**



**RELÁCIÓS
ADATBÁZIS**

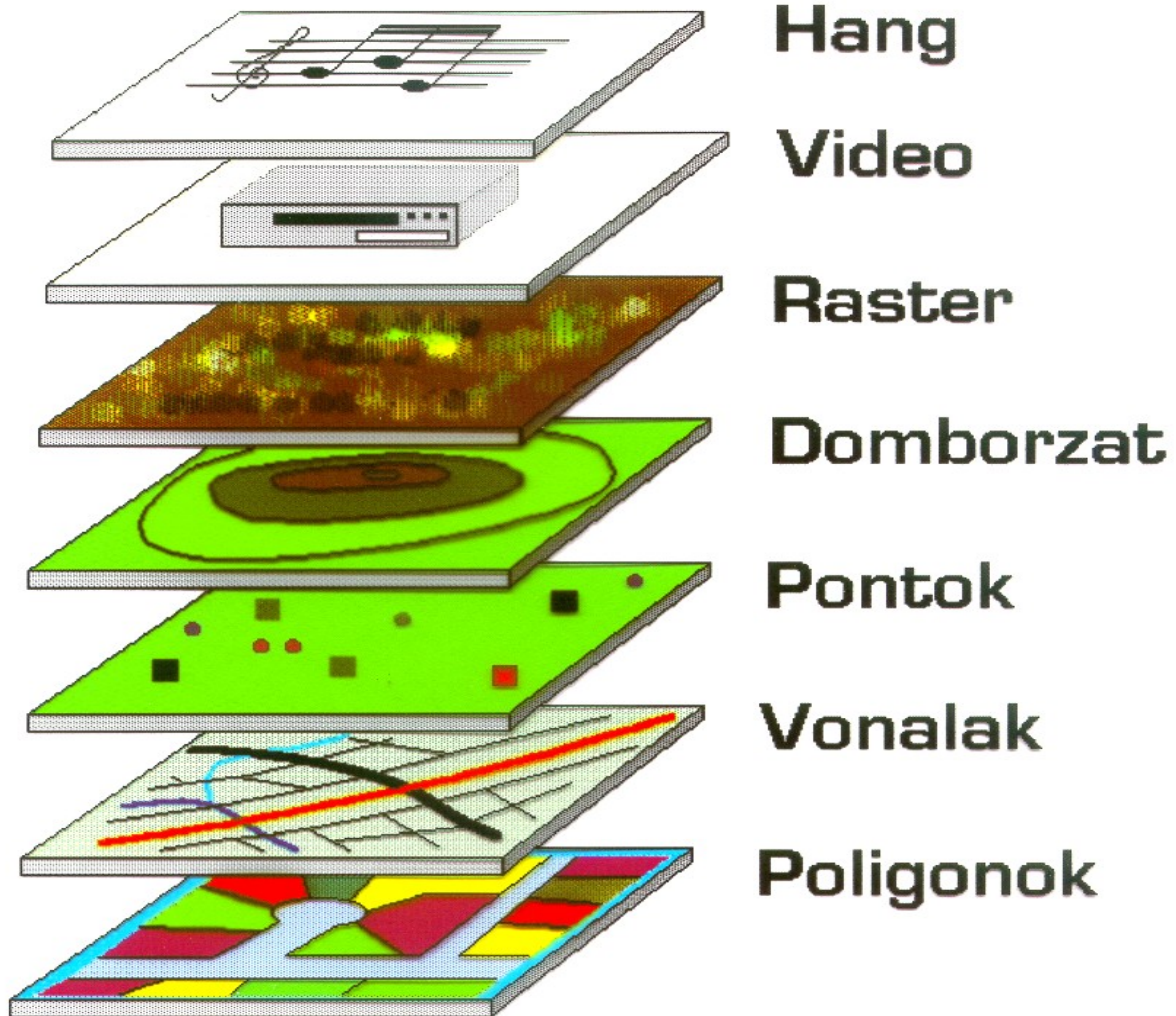


Layer- vagy rétegtechnika



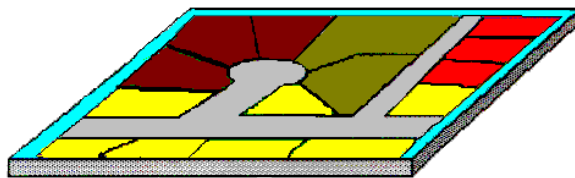


Layertechnika

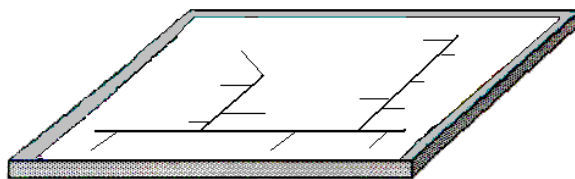




Layertechnika



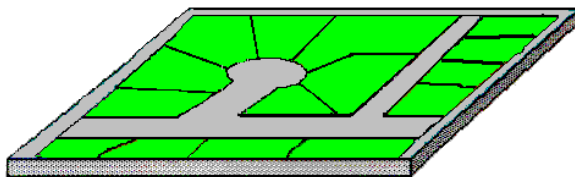
**INGATLAN
ÉRTÉK**



KÖZMŰVEK

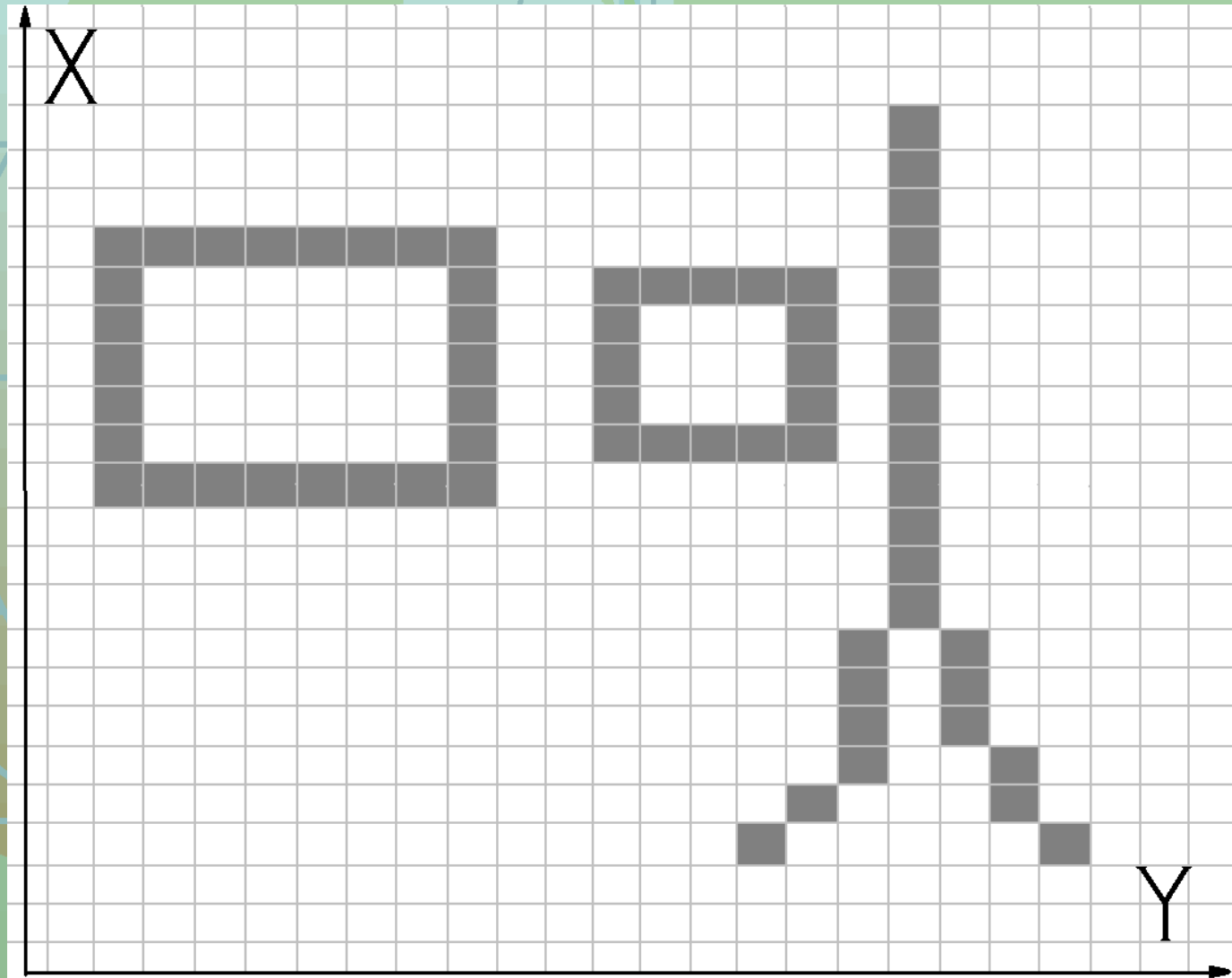


ÉPÜLETEK



TELKEK

Raszteres rendszerek





Raszteres rendszerek

A raszteres rendszerek esetében a legkisebb geometriai elem a pixel, amelynek mérete a leképező eszköz felbontásától függ. Itt minden pixel önálló objektum, pixelenkénti paraméterekkel.

Míg a vektoros modell az "életkép" telkét a négy sorokpont helyvektorával és egy objektum definíciós szabállyal adta meg, addig a raszteres modellben minden pixel optikai állapota megjelenik. Így rajzolódik ki egy egyenes, ill. egy poligon objektum definíciós szabály nélkül.

A kép valamennyi pixelének állapotát tárolnunk kell, még ott is, ahol nincs "semmi,,. Nincsenek komplex grafikus objektumaink, csak a pixelek.

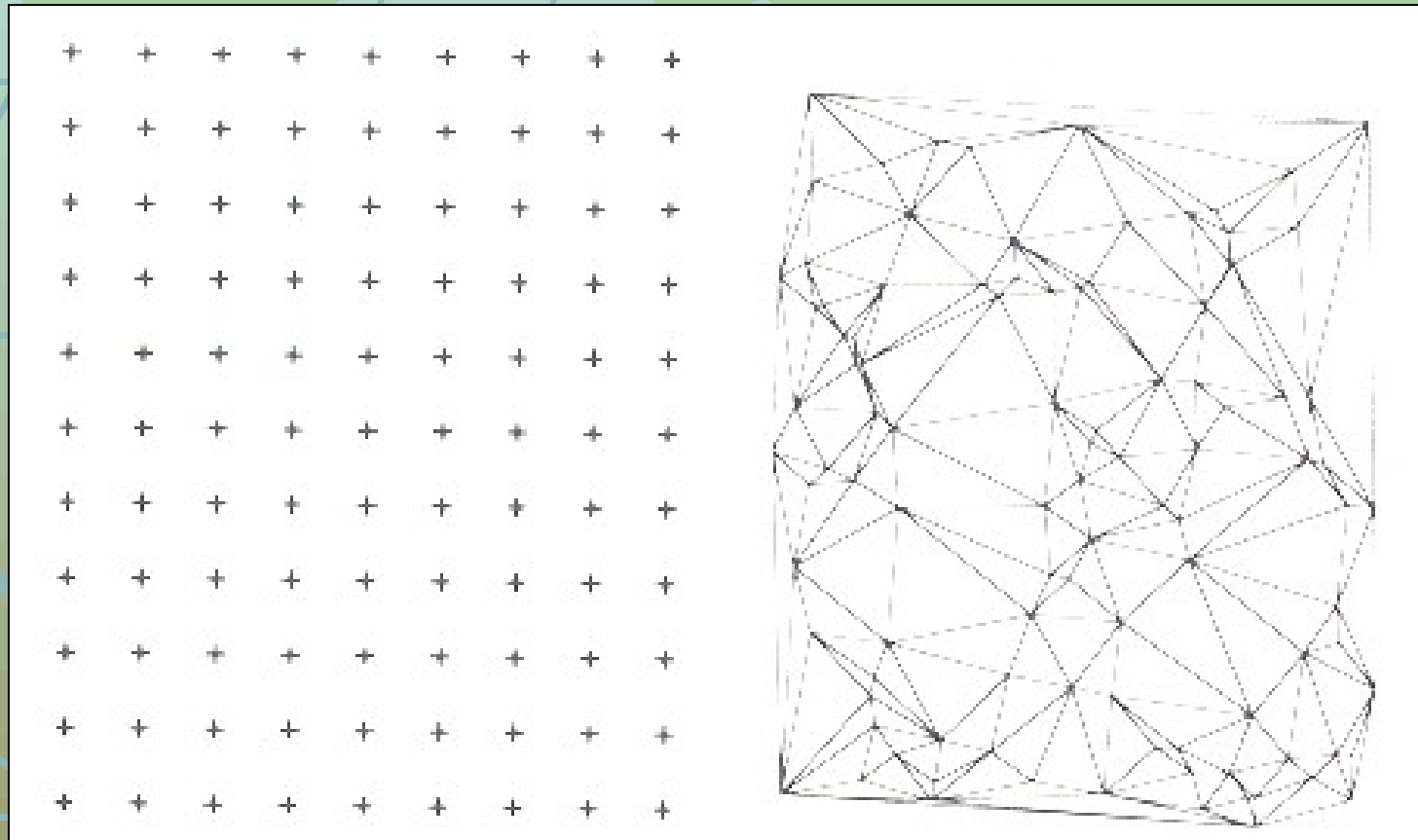


Raszteres rendszerek

A raszteres adatmodell néhány jellemző tulajdonsággal rendelkezik, mint például

- nagyméretű adatbázis
- és rendkívüli adattartalmú felület leírás,
- minden pixel állapotát ismerni kell
- nehezen definiálható objektumok
- nehezen kiépíthető relációs adatbázis kapcsolatok

3 dimenziós problémák (DTM)



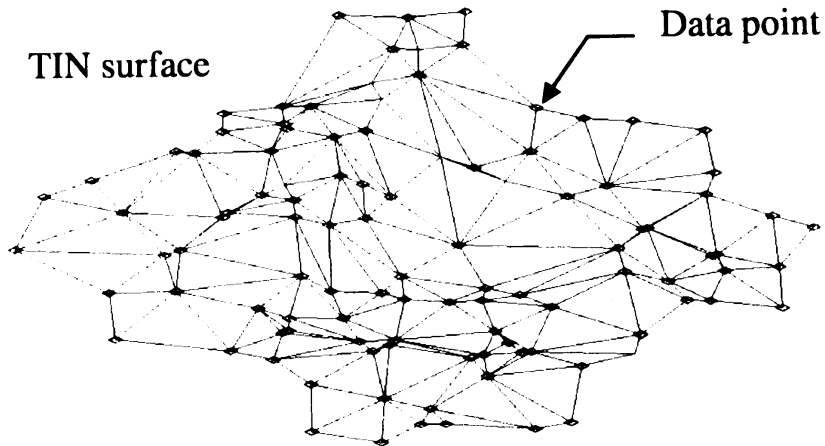
rectangular grid

triangulated irregular network



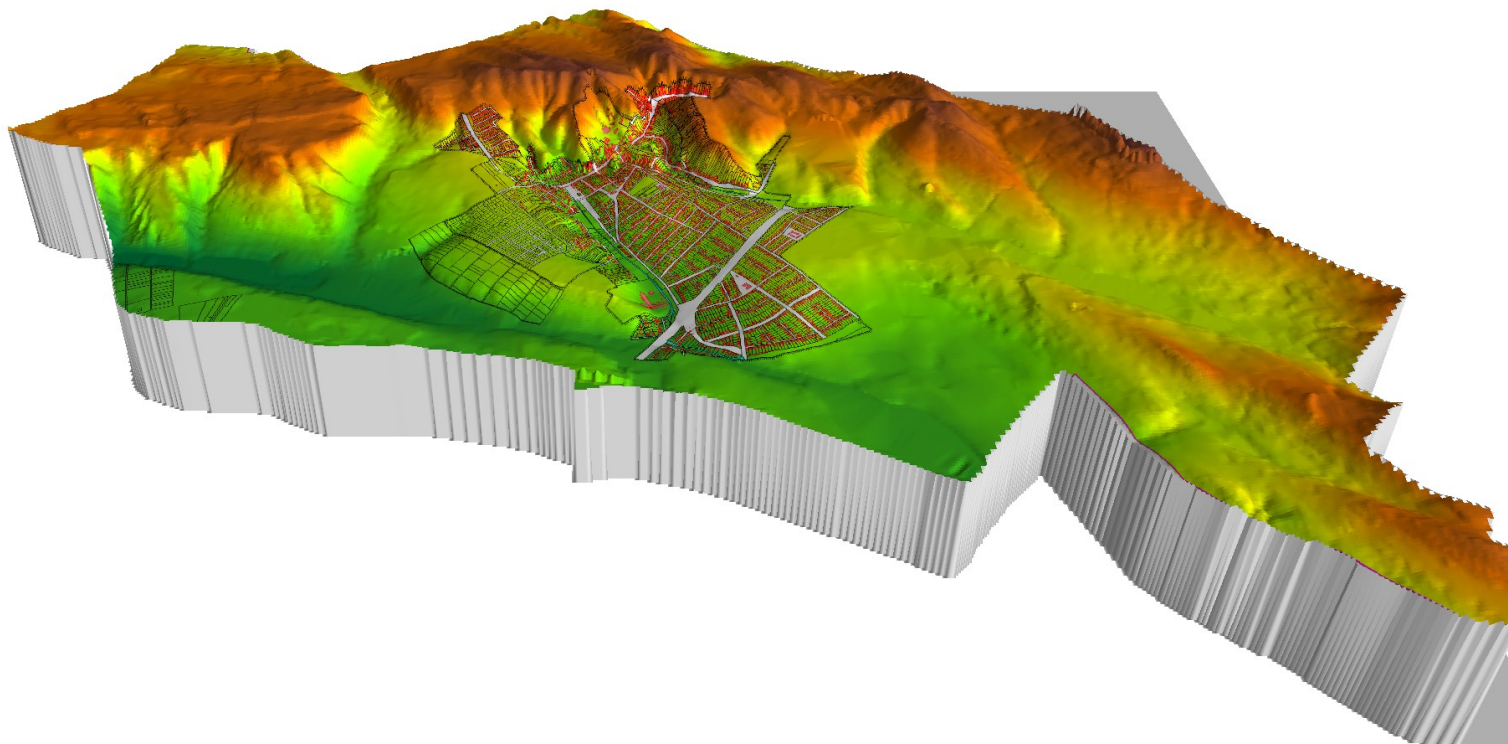
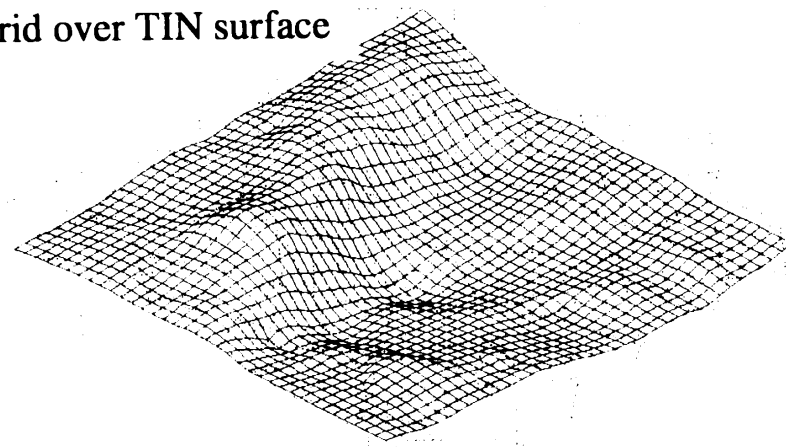
3 dimenziós problémák

TIN surface



Data point

Grid over TIN surface



3 dimenziós problémák

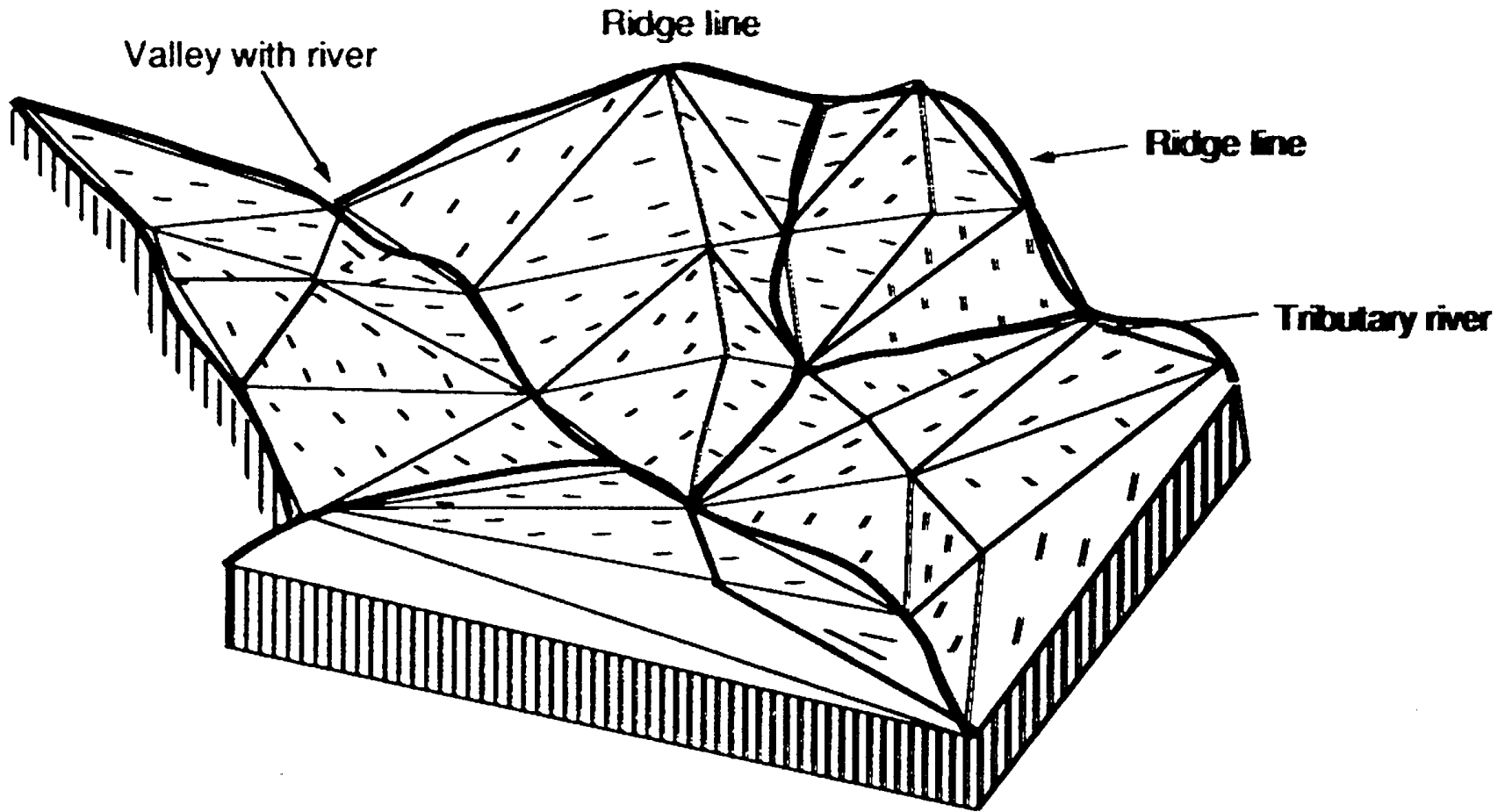


Figure 6.24 Modelling terrain: concept of a triangulation closely following the major terrain features.



Az adatnyerés eszközei





Relációs adatbázisok



Relációs adatbázisok

Az adatbázis adatok gyűjteménye rendezett formában. Az adatokat táblákban tároljuk, a táblák rekordokból állnak. Mindegyik rekord ugyanannyi számú mezőt tartalmaz, mindegyik mező meghatározott típusú. Valószínűleg a legismertebb példa a címlista. Az adatbázis mindegyik bejegyzése egy rekord: egy ismerősünk neve és címe. Mindegyik rekord mezőkből áll: családnév, keresztnév, lakáscím, telefonszám és így tovább. Az adatbázist legtöbbször táblázatos formában ábrázolják, sorokra és oszlopokra bontva. Minden sor egy rekordot jelent és minden oszlop egy mezőt. Emiatt a rekordokat gyakran soroknak, a mezőket pedig oszlopoknak hívjuk.

Név	Cím	Telefon
Gorcsev Iván	Makaó út 2.	343-565
Schwachta Szokratesz	Knapp u. 18/b	272-129
Troppauer Hümér	Vakapád tér 1.	472-142

A legegyszerűbb, egytáblás adatbázis: a címlista



Relációs adatbázisok

Cikkszám

Leírás

Típus

Beszerzési ár

Eladási ár

Készlet

Beszállító neve

Beszállító rendelési száma

Beszállító címe

Beszállító e_mail címe

Beszállító telefonszáma

Példa: készletnyilvántartás

Első ránézésre elégedettek lehetünk ezzel a listával, de képzeljük el, mi történik, ha egy beszállítótól sok árucikket rendelünk. Minden árucikkre tárolni fogjuk a beszállító nevét, címét és minden más információt? Ez így nem lesz jó, mert ezek az adatok minden esetben azonosak. Az egytáblás tárolás kifejezetten kerülendő, mert egyrészt pocsékoljuk az adatfelvivők idejét, másrészt megnő a hibázás esélye is, és sok tárhelyet pazarolunk el a többszörösen tárolt információ miatt. A megoldás egy relációs adatbázis létrehozása. Ahelyett, hogy egyetlen táblában tárolnánk minden adatot, a relációs adatbázisban több táblát hozunk létre, amelyekbe szétosztjuk az információt.

Relációs adatbázisok



A Cikkék tábla:

Cikkszám

Leírás

Típus

Beszerzési ár

Eladási ár

Készlet

Beszállító neve

A Beszállítók tábla:

Beszállító neve

Beszállító rendelési száma

Beszállító címe

Beszállító e_mail címe

Beszállító telefonszáma

Ebben a struktúrában nincs többszörösen tárolt adat. Minden beszállítóhoz egy rekord tartozik a Beszállítók táblában, és minden árucikkhez egy rekord tartozik a Cikkék táblában. A két tábla egy olyan mezővel van összekapcsolva, ami mindkettőben megtalálható, vagyis a Beszállító neve mezővel. A relációs adatbáziskezelőnek lehetősége van a táblákat különböző módokon összekapcsolni, a felhasználó igényei szerint.

Relációs adatbázisok



Funkciók

- Automatikus felvételi lehetőség a beszállítókhoz (ha a beszállító még nem szerepel a Beszállítók táblában), amikor egy új elemet visznek fel a Cikkek táblába.
- Meg lehessen jeleníteni, illetve kinyomtatni a beszállító adatait egy árucikknél.
- Ki lehessen listázni az összes árucikket egy adott beszállítóra.



Relációs adatbázisok

Rekordok, mezők, kulcs

Geometriai elemek

	id	xcoord	ycoord	
▶	1	639933,9375	232427,797	
	1	639957	232447,828	
	1	639973,75	232429	
	1	639949,625	232409,9845	
	1	639933,9375	232427,797	
	2	639957	232447,828	
	2	639933,9375	232427,797	
	2	639919,9375	232443,625	
	2	639943,0625	232463,297	
	2	639951	232454,5625	
	2	639957	232447,828	
	3	639943,0625	232463,297	
	3	639919,9375	232443,625	
	3	639904,3125	232460,953	
	3	639927,9375	232480,703	
	3	639943,0625	232463,297	
	4	639940,125	232490,7185	
Rekord:	1			összesen 301

Objektumok

	id	Name	Field1	
▶	1	Region 1	5	
	2	Region 2	6	
	3	Region 3	5	
	4	Region 4	6	
	5	Region 5	6	
	6	Region 6	9	
	7	Region 7	6	
	8	Region 8	21	
	9	Region 9	5	
	10	Region 10	5	
	11	Region 11	7	
	12	Region 12	6	
	13	Region 13	6	
	14	Region 14	6	
	15	Region 15	6	
	16	Region 16	5	
	17	Region 17	6	
	18	Region 18	6	
	19	Region 19	6	
Rekord:	1			összesen 41



Relációs adatbázisok

Rekordok, mezők, kulcs

A táblára néha entitás vagy entitás osztály néven hivatkoznak. A sorokat (rekordokat) entitás-előfordulásnak nevezik. Az oszlopokat (mezőket) attribútum osztálynak is nevezhetjük. Egy attribútum osztály vagy mező képviseli az adat legelemibb formáját - az információ legkisebb egységét. Egy sor és oszlop kereszteződése, metszete - egy adott rekord adott mezője - egy attribútum.

Relációs adatbázisok



Rekordok, mezők, kulcs

Minden kapcsolt táblában kell legyen elsődleges kulcs, egy olyan mező, amely egyértelműen azonosít minden sort az adott táblában. Más szavakkal, az elsődleges kulcsban tárolt adatnak minden rekord esetén különbözőnek kell lennie a táblában. A példa adatbázisban a Cikkszám a Cikkek tábla elsődleges kulcsa, a Beszállító neve pedig a Beszállítók tábláé. A legtöbb adatbáziskezelő alkalmazás támogatja összetett elsődleges kulcsok használatát, ami azt jelenti, hogy az elsődleges kulcsban tárolt adat több mező értékéből tevődik össze. Az összetett elsődleges kulcsokat akkor használják, ha a két vagy több mezőből összevont adatra mondható, hogy egyértelműen különbözik a tábla minden sorában, ellentétben bármelyik önállóan vett mezővel.

Előfordulhat, hogy egy új rekordhoz egy már létező kulcsot akarunk megadni. Például egy olyan táblában, amelyben neveket és címeket tárolunk, nem lehetünk biztosak abban, hogy a keresztnév, utónév és telefonszám nem egyezik meg két, vagy akár több rekordban is. Ilyen mezőket választani kulcsnak nagyon veszélyes lehet. Például a TAJ szám - ha kötelező mezője a táblának - jó elsődleges kulcs lehet, mivel ez minden embernél különböző. Ha hiányzik egy ilyen egyedi mező, akkor készíthetünk saját elsődleges kulcsot oly módon, hogy egy saját mezőt veszünk fel a táblába, amelyről garantálni tudjuk, hogy minden rekordra különböző lesz, mint például egy szekvenciálisan növekvő számláló, amelyet minden új rekord hozzáadásakor megnövelünk. Figyeljük meg, hogy ebben az esetben az elsődleges kulcs nem tartalmaz szorosan véve hasznos adatot (bár ez lenne a célszerű) - csak egyszerűen egyedi a táblában.

Az idegen kulccsal állunk szemben, ha egy mező olyan adatot tartalmaz, amely egy másik tábla elsődleges kulcsára mutat. Az idegen kulcsnak nem kell különbözőnek lennie minden rekordra, és legtöbbször nem is az. A Cikkek táblában a Beszállító neve mező egy idegen kulcs. A Beszállítók tábla nem tartalmaz idegen kulcsot.



Relációs adatbázisok

Rekordok, mezők, kulcs

A táblákra szokás szülő-, illetve gyermektáblaként hivatkozni. A gyermektábla adatai függenek a szülőtábla adataitól. A szülőtáblák adataira nincs semmilyen függőség, ezek úgy teljeseek, ahogy vannak. A példában a Cikkek tábla kapcsolódik a Beszállítók táblához csak a két tábla együttes használatával tudjuk a árucikkek adatait kezelni. A Beszállítók tábla itt szülőtábla, mivel nem függ semmilyen más táblától, és teljes információt szolgáltat a beszállítókról (cím, telefonszám és így tovább). Általában a szülőtáblákat azért hozzák létre, hogy elkerüljék a redundanciát, az adatismétlődést.

Relációs adatbázisok

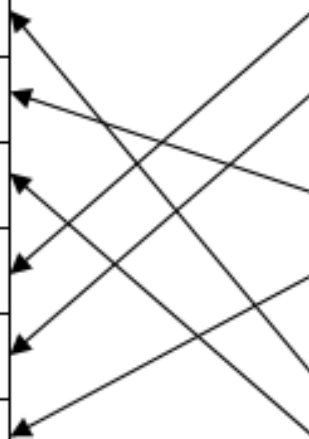
Indexelés

Eredeti tábla

Pozíció	Érték
1	82.500
2	3500
3	124.620
4	0
5	540
6	12.900

Indexelt tábla

Mutató	Érték
4	0
5	540
2	3500
6	12.900
1	82.500
3	124.620





Relációs adatbázisok

Indexelés

Az index nagyban meggyorsíthatja az indexelt mező adataira alapozott kereséseket és lekérdezéseket. Ha adatot keresünk egy nem indexelt mezőben, akkor az adatbázis alkalmazásnak végig kell néznie az összes rekordot minden egyes keresés alkalmával.

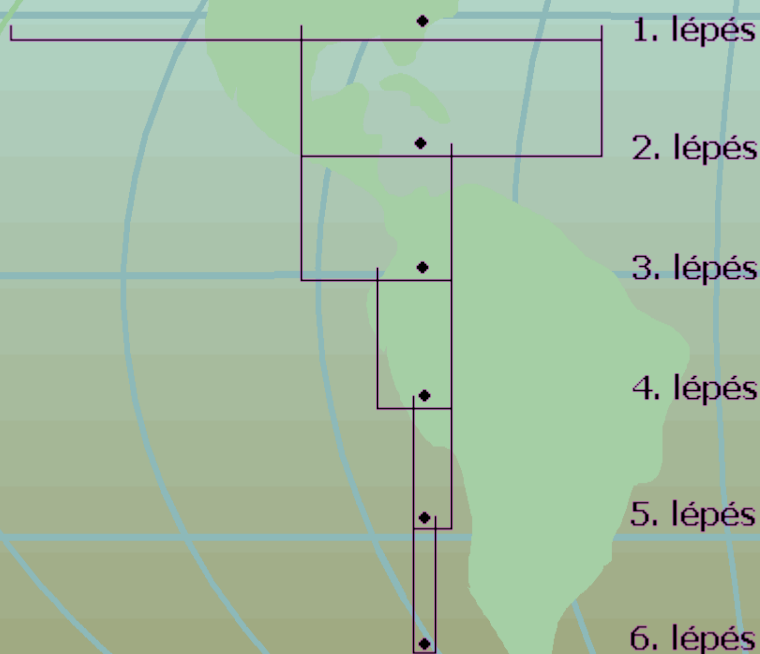
Ha viszont van index a mezőre, akkor a rendszer sokkal gyorsabban tud keresni, például bináris kereséssel. A bináris keresés a következőképpen működik:

1. Megkeresi a rendezés szerinti középső rekordot.
2. Egyezik a rekord a keresettel? Ha igen, akkor vége. Ha nem, akkor következik a 3. lépés.
3. Ha a keresett rekord adott mezőjének értéke "kisebb, mint" az aktuális rekordé, akkor a keresett rekordnak (ha van ilyen) az index első felében kell lennie. Ha nem, akkor a második felében.
4. Tekintsünk el az indexnek attól a felétől, ahol a keresett rekord nem lehet, majd térjünk vissza az első lépésre mindaddig, amíg meg nem találjuk a rekordot, vagy el nem fogy a még végig nem nézett rekordok listája.

Relációs adatbázisok



Indexelés



Felezzük meg az egész keresési intervallumot.

Nézzük meg, hogy melyik felébe esik a keresett rekord. A másik felét felejtsük el a keresés számára.

Felezzük meg az új keresési intervallumot. Nézzük meg, hogy melyik felébe esik a keresett rekord. A másik felét felejtsük el a keresés számára.

Felezzük meg az új keresési intervallumot. Nézzük meg, hogy melyik felébe esik a keresett rekord. A másik felét felejtsük el a keresés számára.

Felezzük meg az új keresési intervallumot. Nézzük meg, hogy melyik felébe esik a keresett rekord. A másik felét felejtsük el a keresés számára.

Felezzük meg az új keresési intervallumot. Nézzük meg, hogy melyik felébe esik a keresett rekord. A másik felét felejtsük el a keresés számára.

Felezzük meg az új keresési intervallumot. Nézzük meg, hogy melyik felébe esik a keresett rekord. A másik felét felejtsük el a keresés számára.



Relációs adatbázisok

Táblák összekapcsolása

Geometriai elemek

	id	xcoord	ycoord	
▶	1	639933,9375	232427,797	
	1	639957	232447,828	
	1	639973,75	232429	
	1	639949,625	232409,9845	
	1	639933,9375	232427,797	
	2	639957	232447,828	
	2	639933,9375	232427,797	
	2	639919,9375	232443,625	
	2	639943,0625	232463,297	
	2	639951	232454,5625	
	2	639957	232447,828	
	3	639943,0625	232463,297	
	3	639919,9375	232443,625	
	3	639904,3125	232460,953	
	3	639927,9375	232480,703	
	3	639943,0625	232463,297	
	4	639940,125	232490,7185	
Rekord:	1			összesen 301

Objektumok

	id	Name	Field1	
▶	1	Region 1	5	
	2	Region 2	6	
	3	Region 3	5	
	4	Region 4	6	
	5	Region 5	6	
	6	Region 6	9	
	7	Region 7	6	
	8	Region 8	21	
	9	Region 9	5	
	10	Region 10	5	
	11	Region 11	7	
	12	Region 12	6	
	13	Region 13	6	
	14	Region 14	6	
	15	Region 15	6	
	16	Region 16	5	
	17	Region 17	6	
	18	Region 18	6	
	19	Region 19	6	
Rekord:	1			összesen 41

Relációs adatbázisok

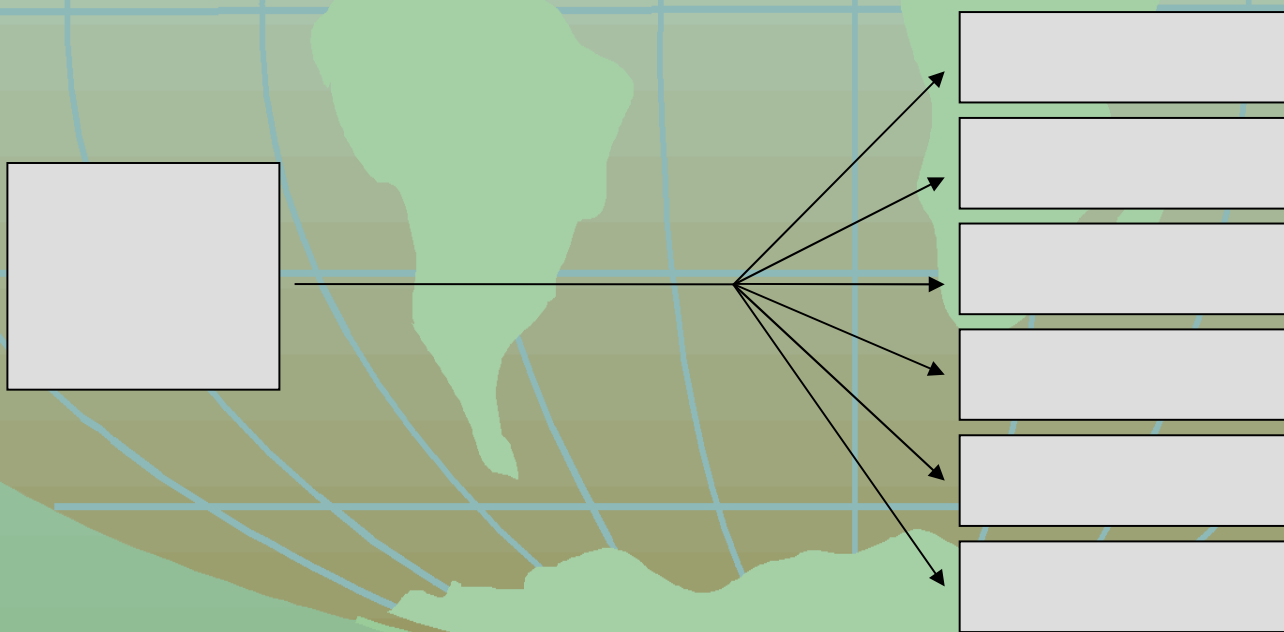
1:1 összekapcsolás: akkor történik, ha a gyermektáblának legfeljebb csak egy rekordja tartozik a szülő tábla egy rekordjához. Ez a fajta kapcsolat ritka a relációs adatbázisokban.

Ha két tábla egy az egyhez kapcsolatban áll egymással, akkor mezőiket összerakhatjuk egy táblába, ez általában jobb megoldás. Ilyen kapcsolatot csak akkor szoktunk használni, ha bizonyos tulajdonságokat külön akarunk tárolni.



Relációs adatbázisok

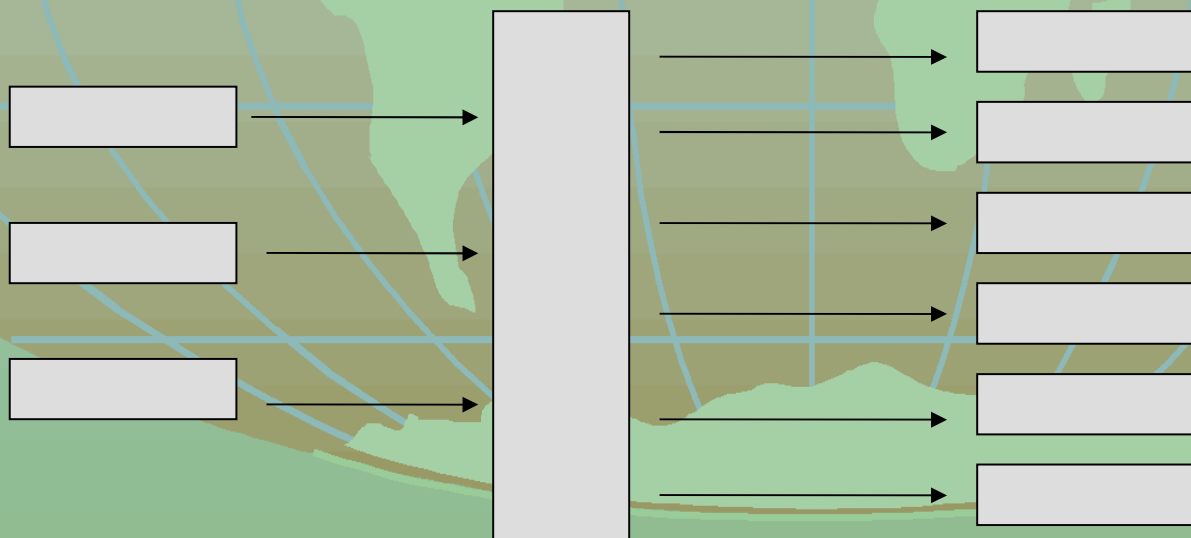
1:n Ebben az esetben a gyermektáblából több rekord tartozhat az szülő tábla egy rekordjához. Ez a legáltalánosabb és leghasznosabb típusa az összekapcsolásoknak, ezt használják leggyakrabban az adatbáziskezelő programokban. Az elektronikai bolt példájánál maradva, egy a többhöz kapcsolat van a Cikkek és a Beszállítók tábla között - hisz több árucikk tartozhat egy adott beszállítóhoz.



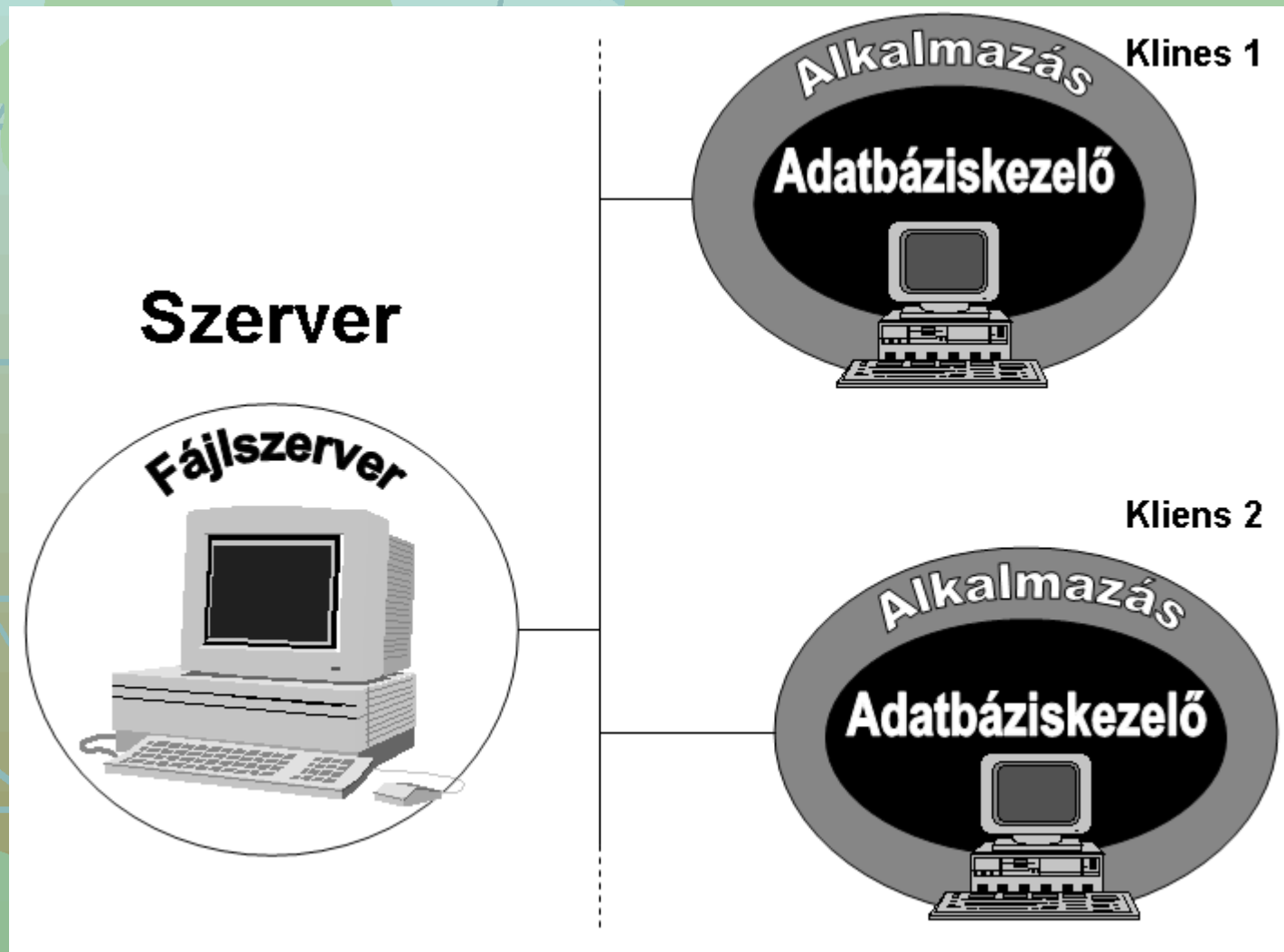
Relációs adatbázisok



n:m A gyermektábla több rekordjához a szülőtáblának több rekordja is tartozhat. Például, ha minden árucikk több beszállítótól származhat, és minden beszállító többféle árucikket gyárt, akkor több a többhöz kapcsolattal van dolgunk. Természetesen ez a fajta összekapcsolás nem alapulhat egyik tábla elsődleges kulcsán sem. Szigorúan véve, a több a többhöz kapcsolat nem vehető igazi összekapcsolásnak, mert szükség van hozzá egy Kapcsolótáblára (keresztábra), amely az idegen kulcsok értékeit tartalmazza, és a két tábla közötti összekapcsolást definiálja. A kapcsolótábla egy a többhöz kapcsolatban áll mind a két táblával.



Fájl-szerver kapcsolatok



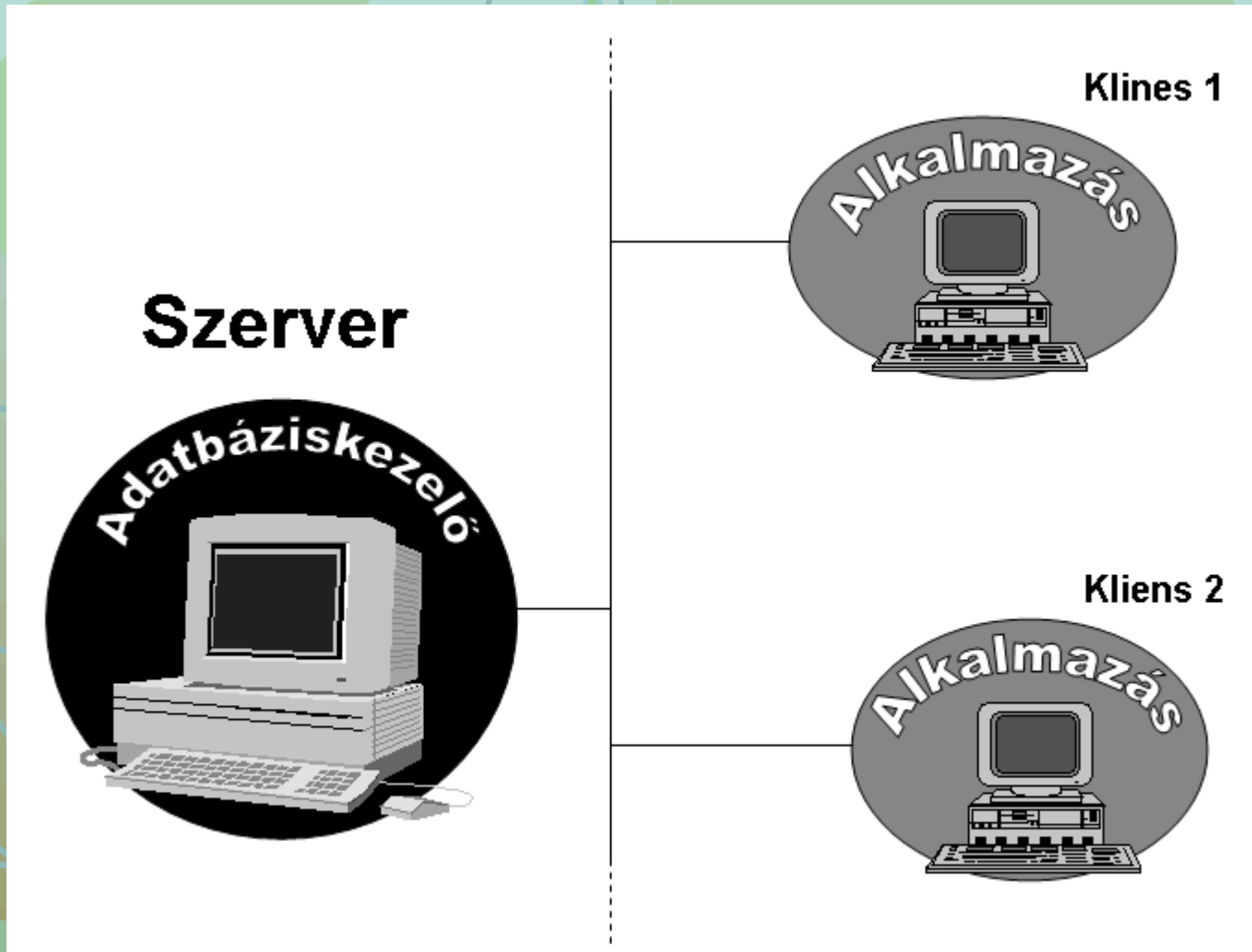
Fájl-szerver kapcsolatok

- Konkurens hozzáférés, adatintegritás: egyszerre többen akarják használni az adatbázist. Ha csak lekérdeznek, nincs semmi baj, de ha szerkesztik az adatokat, akkor határozatlan állapotok keletkezhetnek. Az adatbázis szerkesztés idejére történő zárolása megoldja ezt a problémát.
- A munkaállomásoknak is “erős” gépeknek kell lenniük, mivel az adatbázis műveleteket is ők végzik.

Hogyan is működik a fájlserver architektúrájú rendszer?

- A kliens megad egy lekérdezést, és megszólítja a szerveret, vagyis elküldi a kérést a szervernek
- A szerver megnyitja az adatbázis, és az egészet elküldi a kliensnek
- A kliens gépen futó alkalmazás átnézi az adatbázist és megadja a választ.

Kliens-szerver kapcsolatok





Kliens-szerver kapcsolatok

Hogyan is működik a kliens-szerver architektúrájú rendszer?

- **A kliens megad egy lekérdezést, és megszólítja a szerveret, vagyis elküldi a kérést a szervernek**
- **A szerveren futó adatbáziskezelő megnyitja az adatbázist, és elvégzi a lekérdezést, megkapja a választ**
- **A választ elküldi a hálózaton keresztül a kliensnek**



Kliens-szerver kapcsolatok

A kliensek két kategóriába sorolhatók:

Döntéstámogató alkalmazás: lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy az adatbázis adatait nézegessék, lekérdezéseket készítsenek, de nincs joguk módosítani vagy felvinni adatokat.

- **Adatrögzítő alkalmazás:** lehetővé teszi adatok felvitelét, törlését és szerkesztését az adatbázisban.



Felhasználói alkalmazások

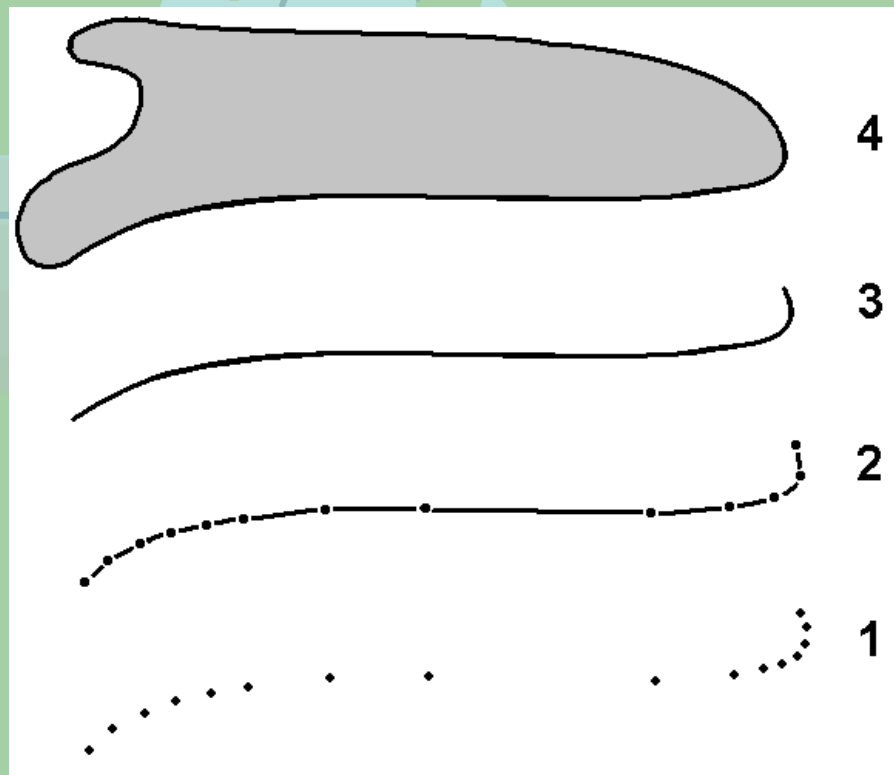
Amikor egy adatbázis létrehozásán fáradozunk, tulajdonképpen egy felhasználói alkalmazást használunk (front-end application), vagy készítünk, amellyel majd az adatokat nézegethetjük és manipulálhatjuk. A szerveroldal (backend) a relációs adattáblák halmaza és számos esetben az adatbázismotor, amely kapcsolatot biztosít a táblák és a felhasználói alkalmazás között. Néha a kliens és a szerver kifejezéseket is használjuk a felhasználói alkalmazás és a szerveroldal szavak helyett.



Vektoros rendszerek



Vektoros rendszerek

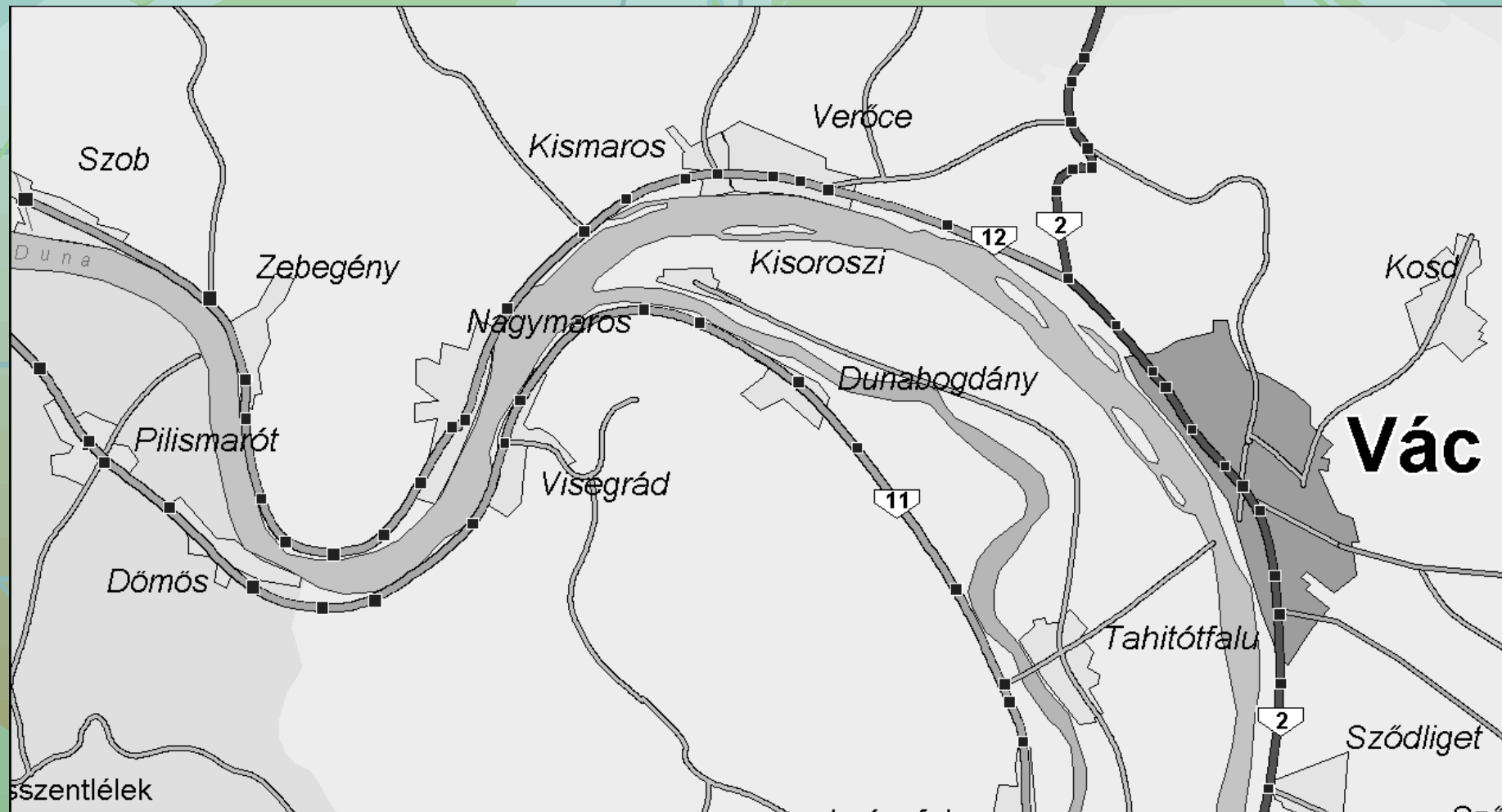


A legegyszerűbb geometriai építőelem a pont, amiből tetszőleges bonyolultságú további elemek is felépíthetők

3. individuális pontok sorozata (nodes)
 4. node párokból alkotó egyenes szakaszok (line)
 5. szakaszokból alkotó a vonal (poliline)
- szakaszok sorából vagy polyline-okból poligon



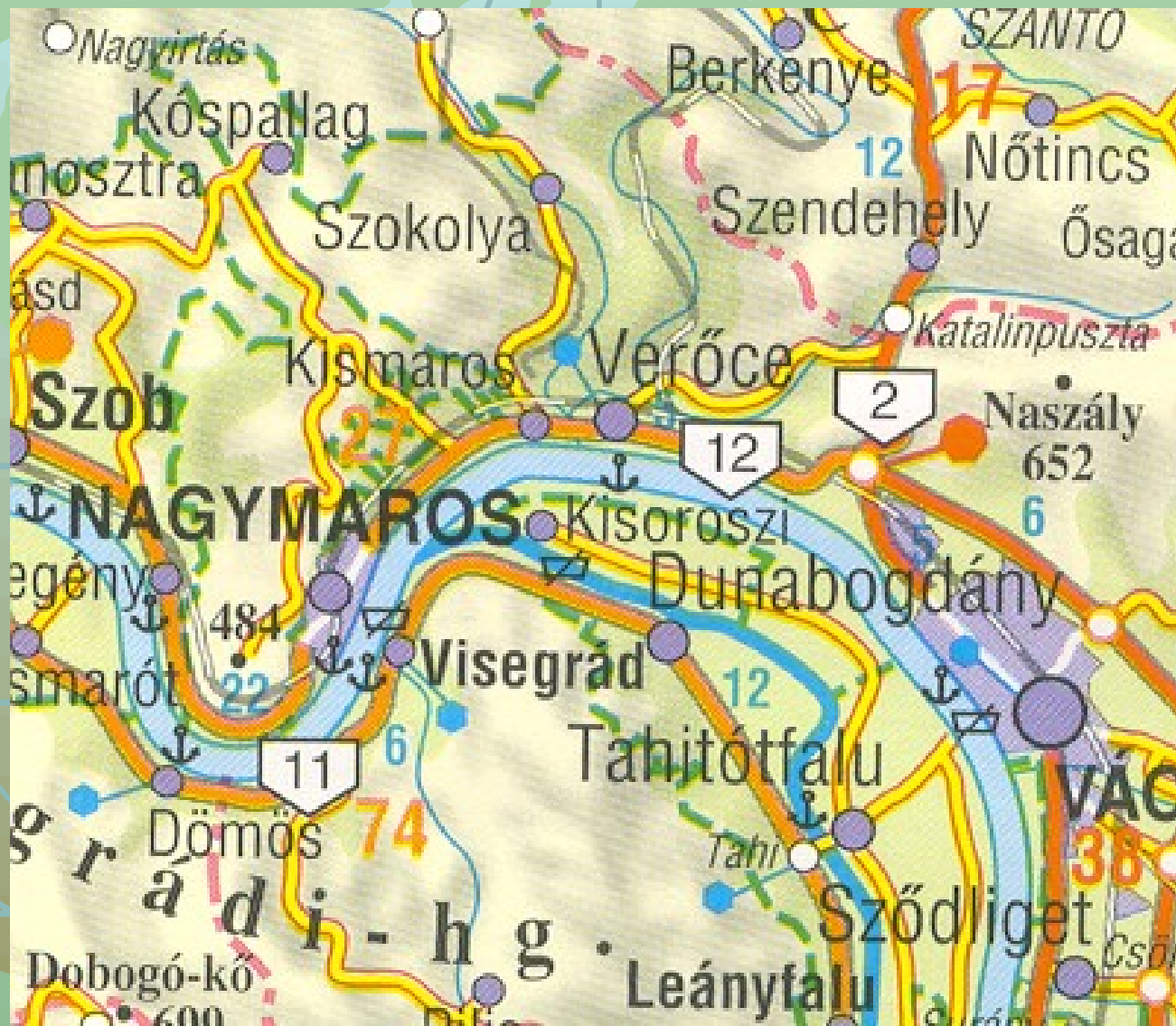
Vektoros rendszerek



A főbb utakon kiemeltük a node-okat (kis fekete négyszögek)
Az azonos jellegű, útszámú szakaszok azonos tónussal látszanak



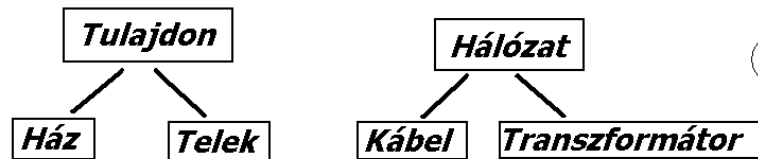
Vektoros rendszerek



Az előbbi terület térképpé alakítva

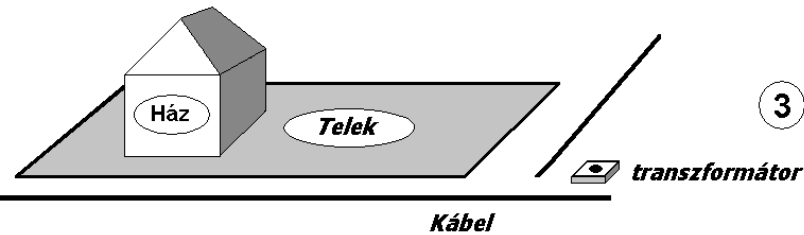


Vektoros rendszerek



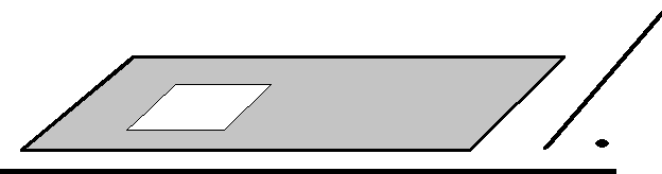
④ *Komplex objektumok*

A komplex objektumok szintje, ahol az alacsonyabb hierarchiájú objektumokból komplex elemek épülnek fel.



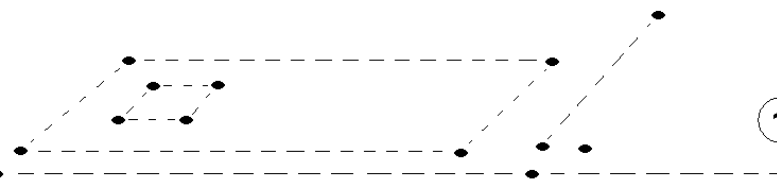
③ *Objektumok*

Az első olyan entitás szint, ahol már valamilyen humán azonosítóval lehet megnevezni az információs rendszer elemeit (ház, telek).



② *Vonalak, felületek*

A node-okból és az összekötési szabályokból összetettebb elemek képezhetők (vonal, felület), de még mindig csak a geometriai szintjén vagyunk, objektumainknak, entitásainknak ezek még csak építőkövei.

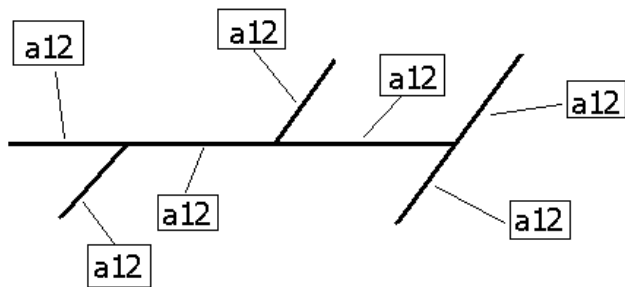


① *Node-ok*

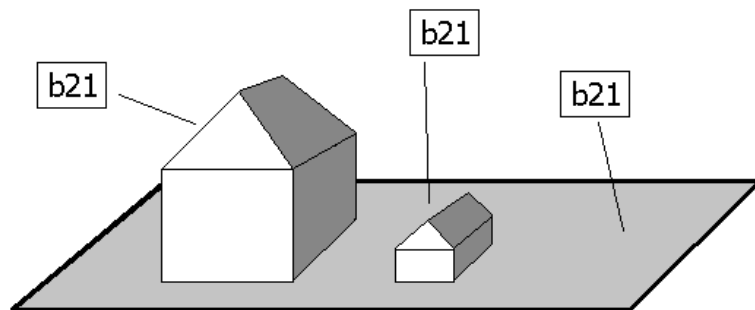
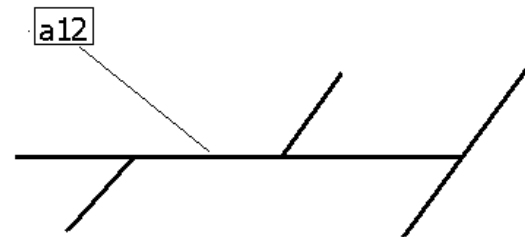
A hierarchia legalsó szintje, geometriai alapeleme a node.



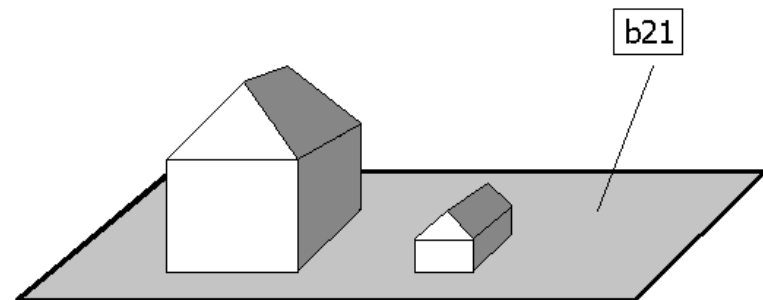
Vektoros rendszerek



1



2



A komplex objektumokat csak egy attributum adattal jellemezzük

1: a hálózat esetén: a12

2: a tulajdon esetén: b21

szemben a geometriai elemekkel, amikhez feleslegesen kell egyenként tárolni az információt.

Vektoros rendszerek

Geometriai elemek

ID	id	xcoord	ycoord
1	1	639933,9375	232427,797
2	1	639957	232447,828
3	1	639973,75	232429
4	1	639949,625	232409,9845
5	1	639933,9375	232427,797
6	2	639957	232447,828
7	2	639933,9375	232427,797
8	2	639919,9375	232443,625
9	2	639943,0625	232463,297
10	2	639951	232454,5625
11	2	639957	232447,828
12	3	639943,0625	232463,297
13	3	639919,9375	232443,625
14	3	639904,3125	232460,953
15	3	639927,9375	232480,703
16	3	639943,0625	232463,297
17	4	639910,125	232490,7185

Rekord: 1 összesen 301

Objektumok

id	Name	Field1
1	Region 1	5
2	Region 2	6
3	Region 3	5
4	Region 4	6
5	Region 5	6
6	Region 6	9
7	Region 7	6
8	Region 8	21
9	Region 9	5
10	Region 10	5
11	Region 11	7
12	Region 12	6
13	Region 13	6
14	Region 14	6
15	Region 15	6
16	Region 16	5
17	Region 17	6
18	Region 18	6
19	Region 19	6

Rekord: 1 összesen 41

Vektoros rendszerek

országok

<i>name</i>	<i>capital</i>	<i>population</i>	<i>id-boundary</i>
Germany	Berlin	78.5	B1
France	Paris	58	B2
...	...	...	...

poligonok

<i>id-boundary</i>	<i>id-contour</i>
B1	C1
B2	C2
B2	C3
B3	C4
B3	C5
...	...

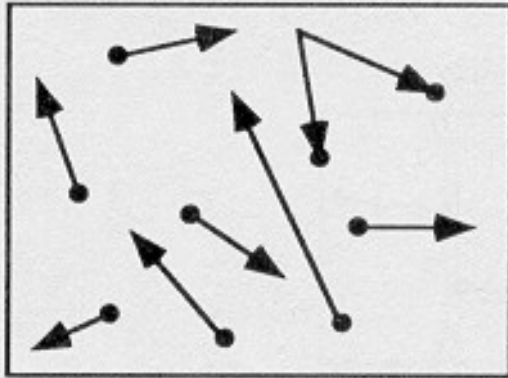
kontúrok

<i>id-contour</i>	<i>point-num</i>	<i>id-point</i>
C1	2	P1
C1	1	P2
C1	3	P3
C1	...	...
C2	1	P4
C2	2	P5
C2	...	...
...	...	...

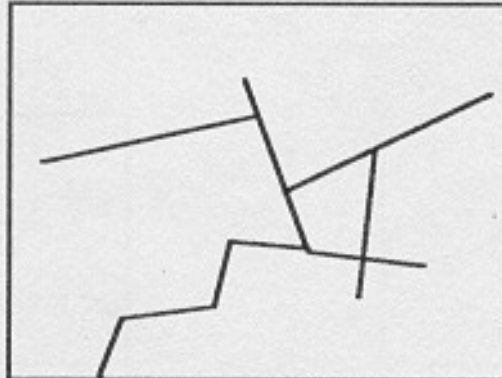
pontok

<i>id-point</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
P1	452	1000
P2	365	875
P3	386	985
P4	296	825
P5	589	189
...	...	...

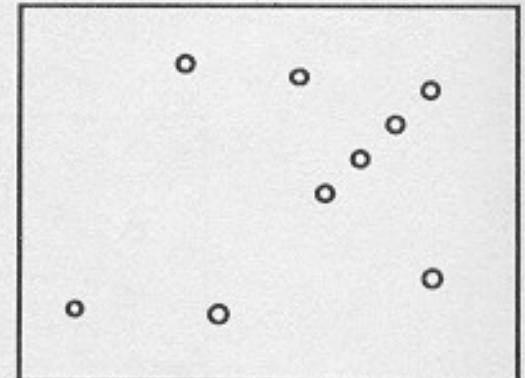
Vektoros rendszerek



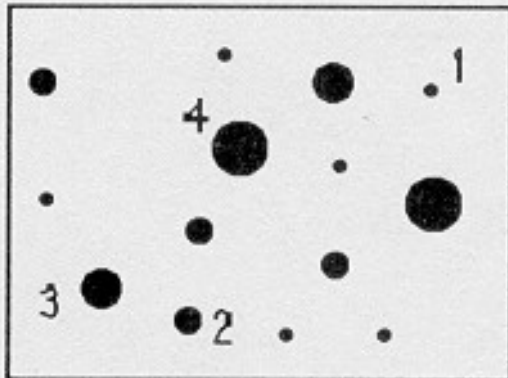
Flows



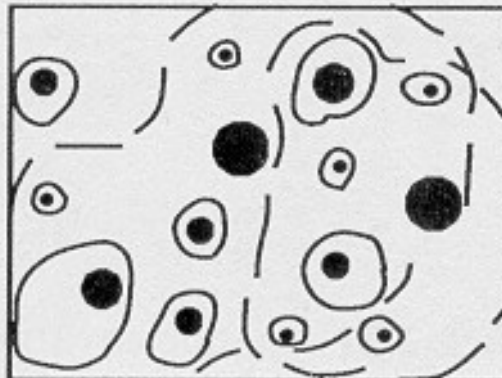
Networks



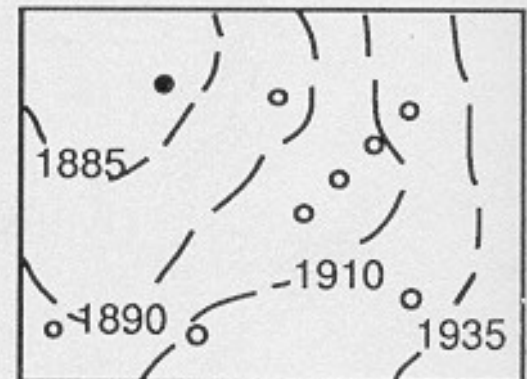
Nodes



Hierarchies



Surfaces



Diffusion



Vektoros rendszerek



Line segment
(Line)



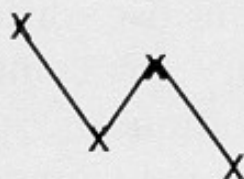
Link
(Edge)



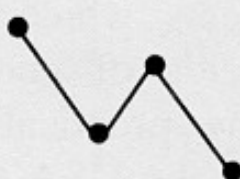
Directed (oriented) link



Arc
(Line)



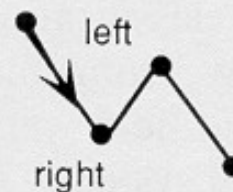
String
(Polyline)



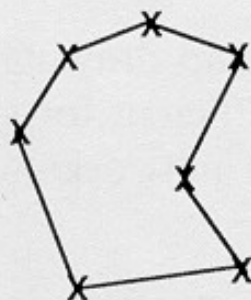
Chain
(Arc)



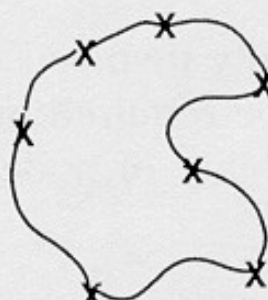
Network (oriented)
chain



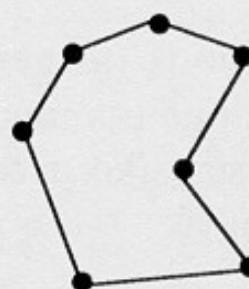
Complete
chain



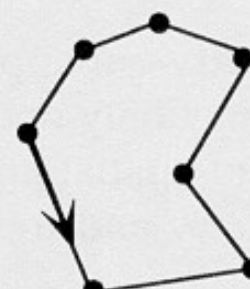
Ring of strings
(Closed polyline)



Ring of arcs



Ring of links
(Closed polyline)

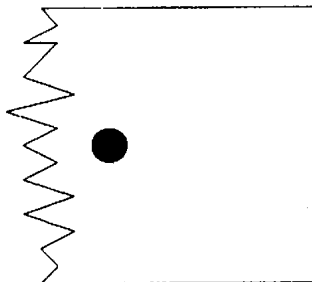
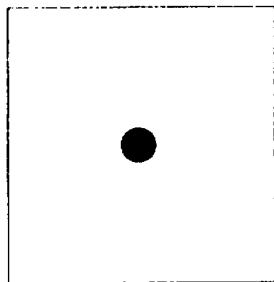


Ring of chains
(Oriented polyline)

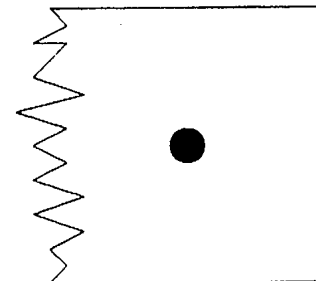
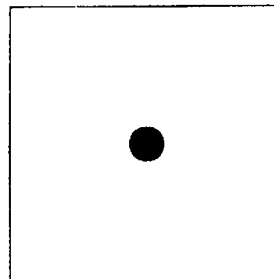
Vektoros rendszerek

Centroid definíciók

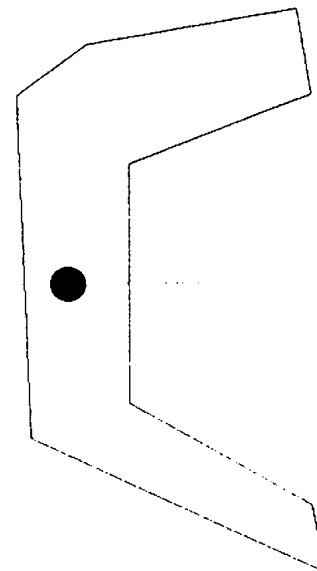
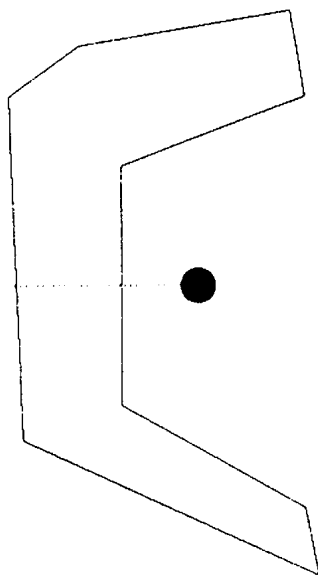
(a)



(b)

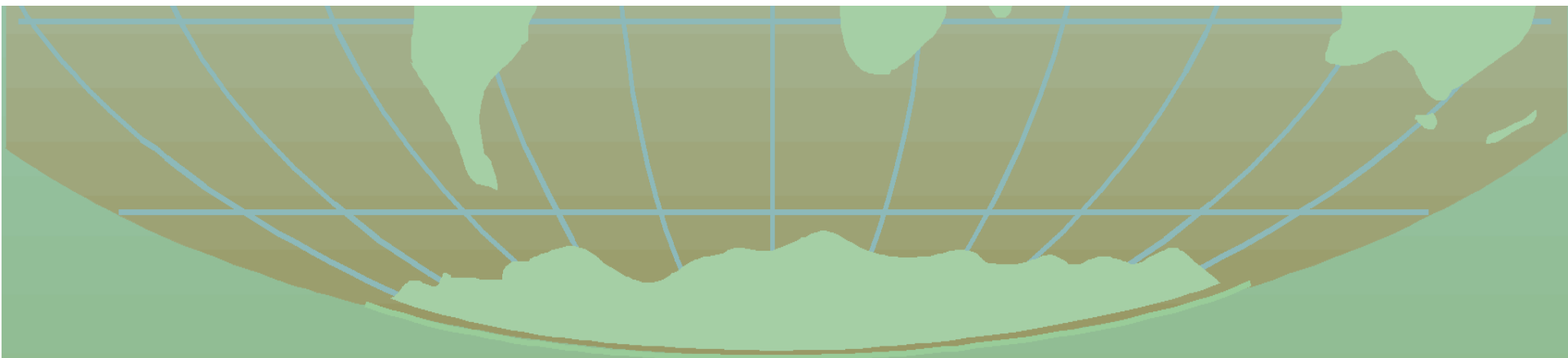
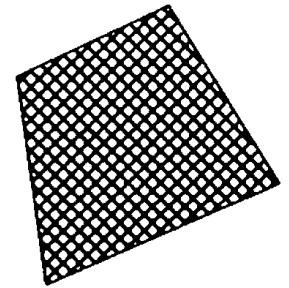
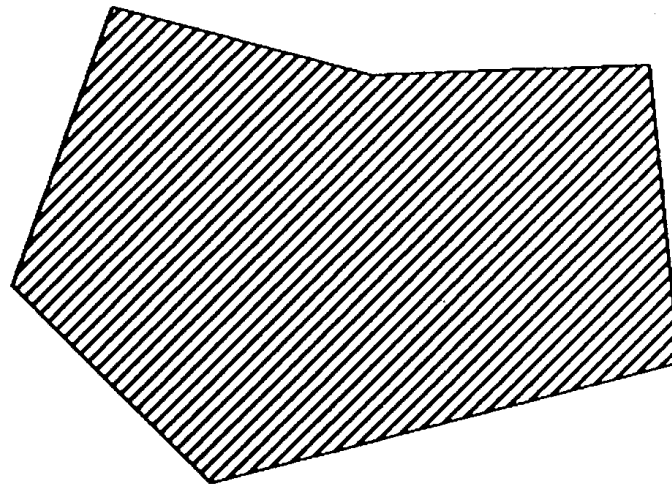
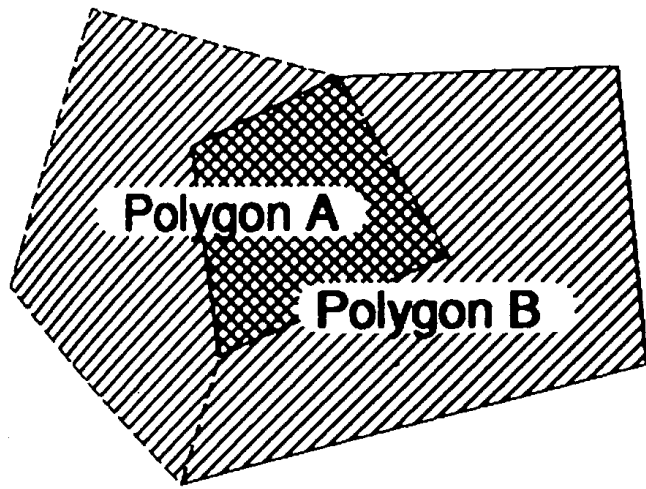


(c)



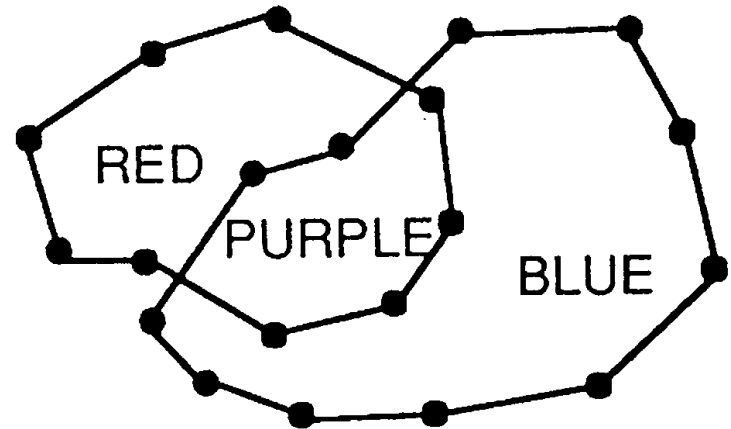
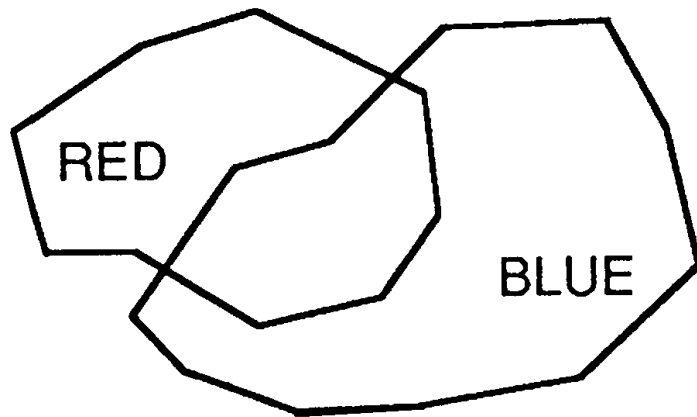


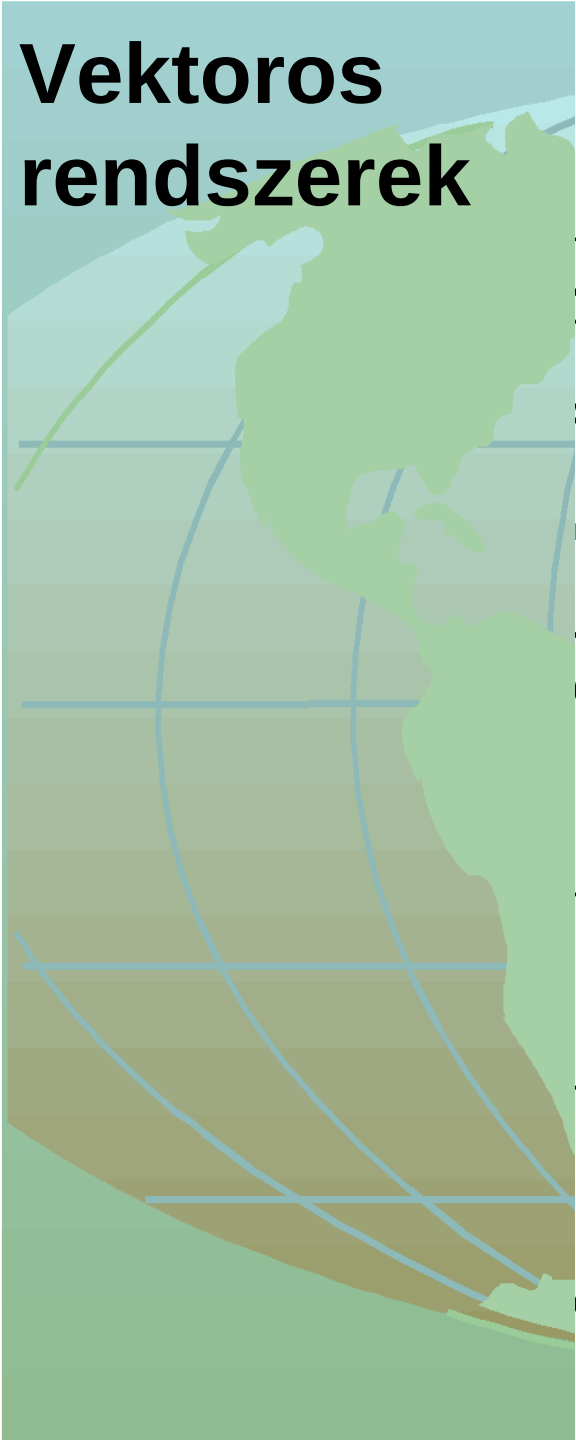
Vektoros rendszerek



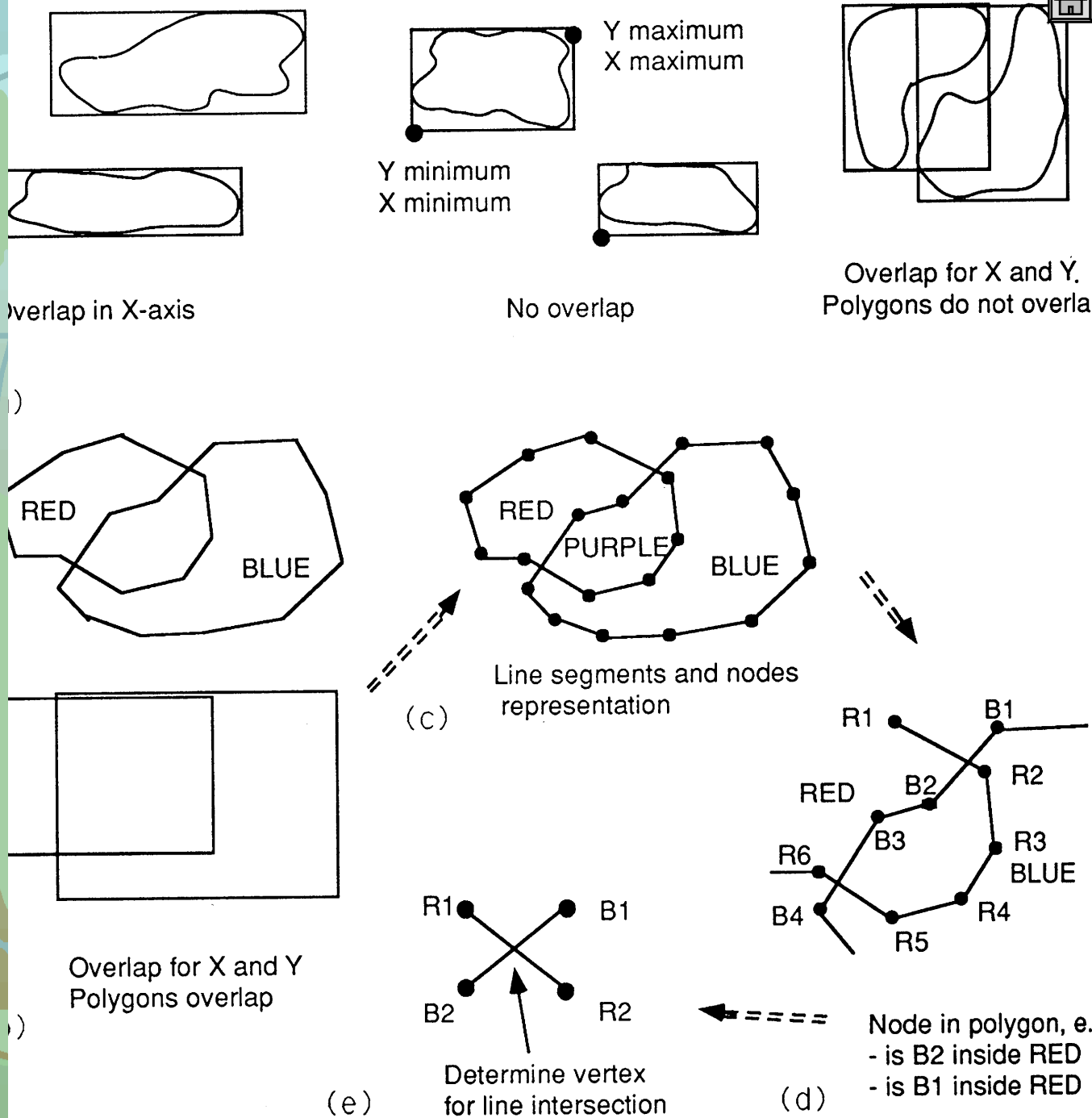


Vektoros rendszerek



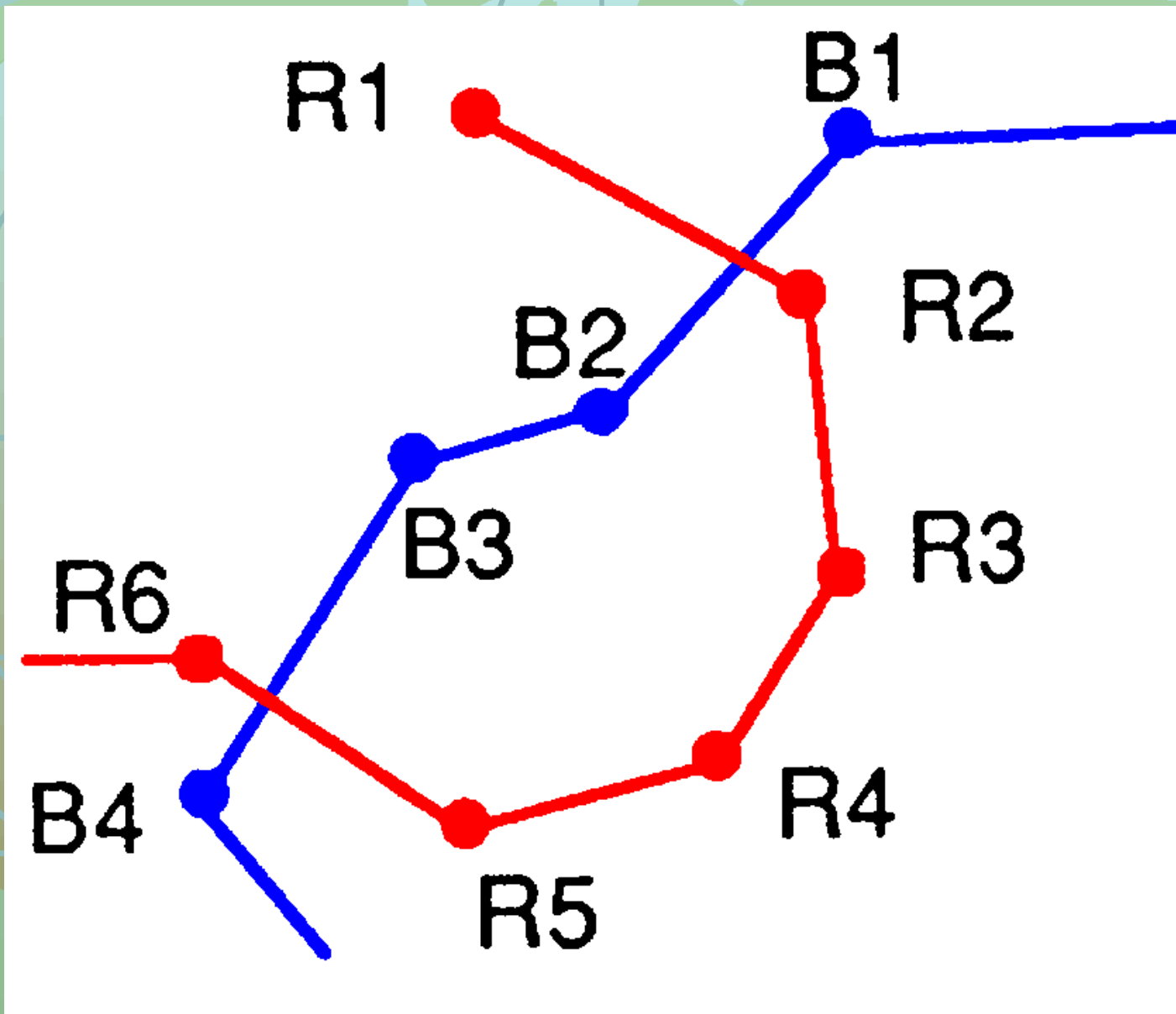


Vektoros rendszerek

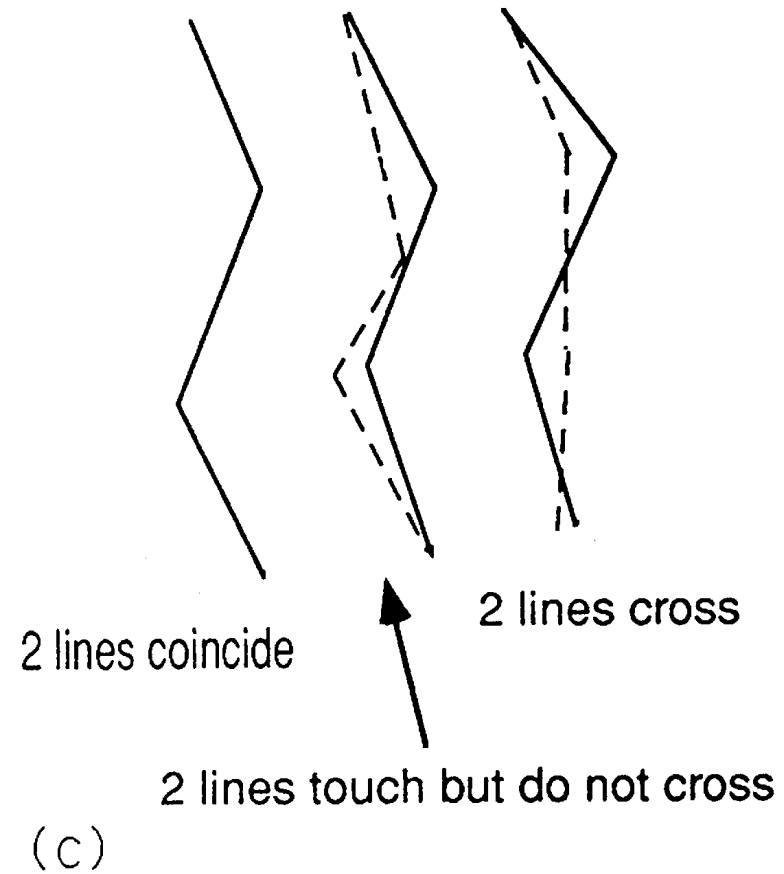
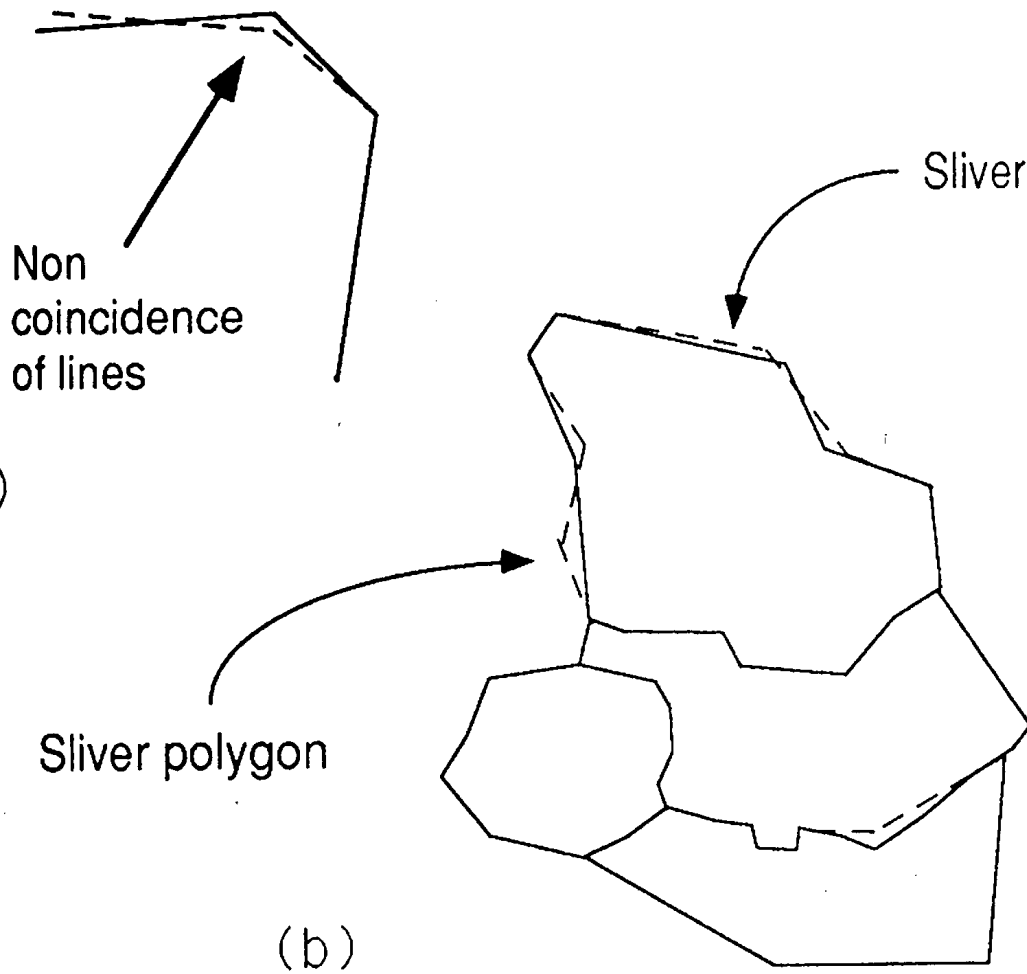




Vektoros rendszerek



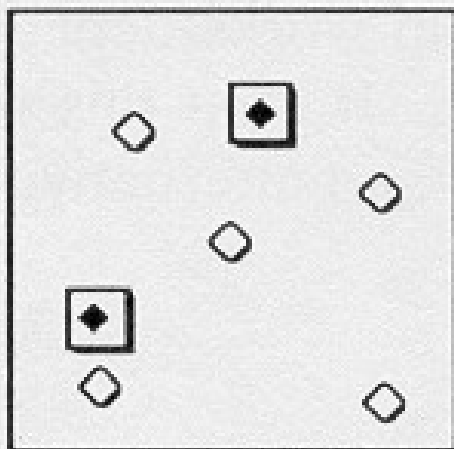
Vektoros rendszerek



Vektoros rendszerek



POINT - POINT

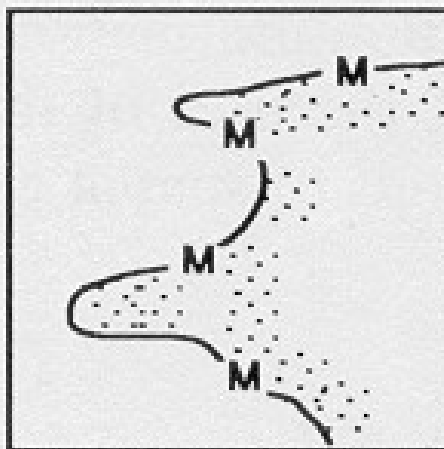


◇ Public buildings

◻◆ Schools

Is near to?

POINT - LINE



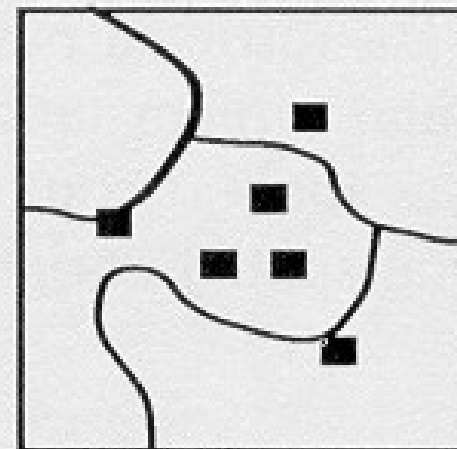
Shoreline

M

Marina

Is on? Is near to?

POINT - AREA



Case of lung cancer



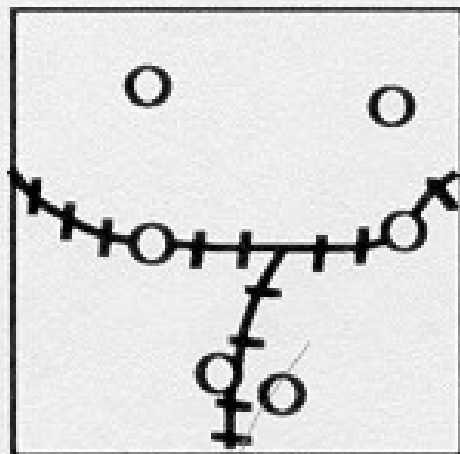
Postal zone

Is ■ inside zone?

Vektoros rendszerek



LINE - POINT



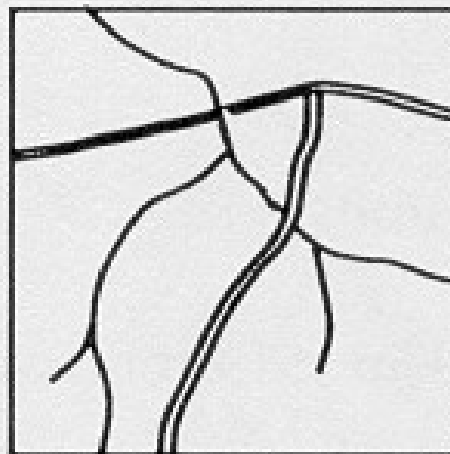
Passenger rail



Town

Does line serve town?

LINE - LINE

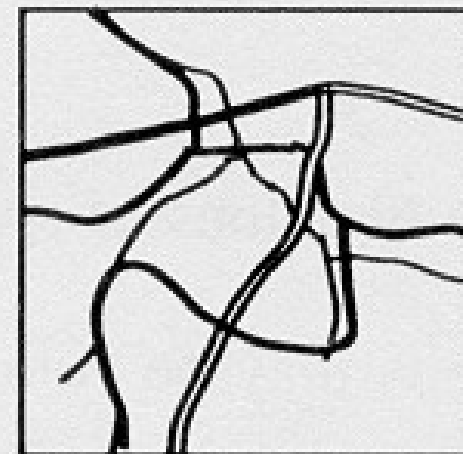


River

Trail

Do trails cross rivers?

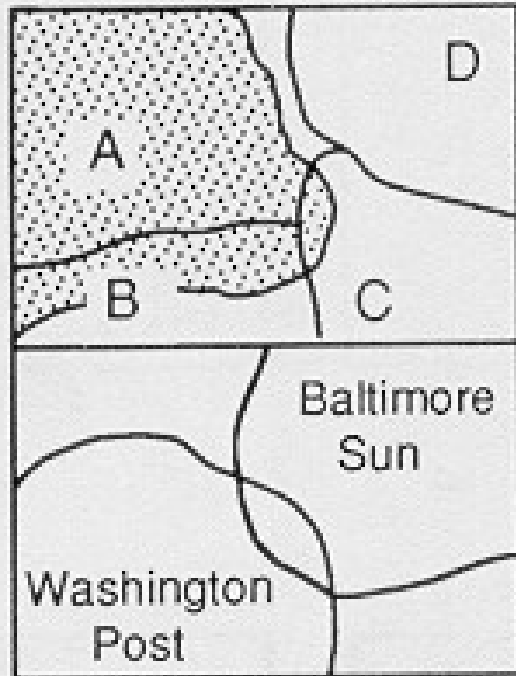
LINE - AREA



*Is river inside zone?
Do river and zone
boundary coincide?*

Vektoros rendszerek

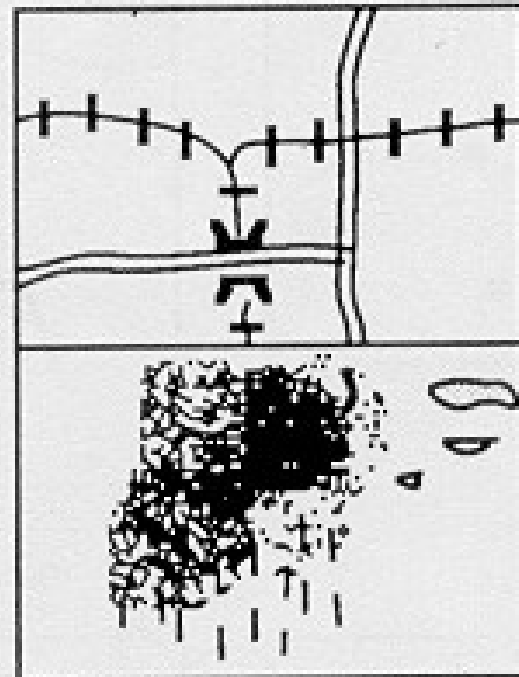
*soils and
wheat production*



newspaper circulation

OVERLAP

*roads and
railways*

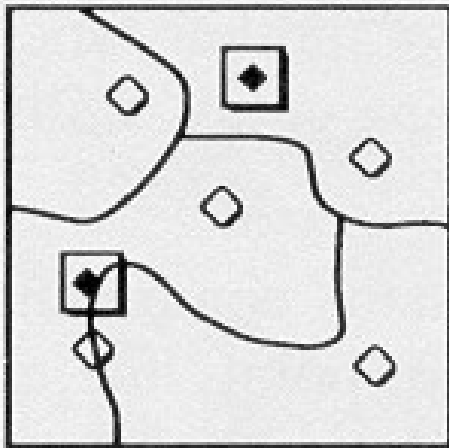


air masses

INTERSECTIONS

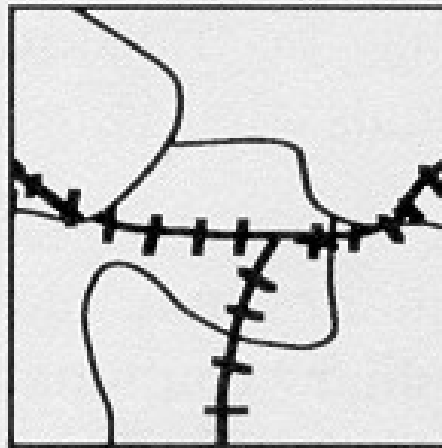
Vektoros rendszerek

AREA - POINT



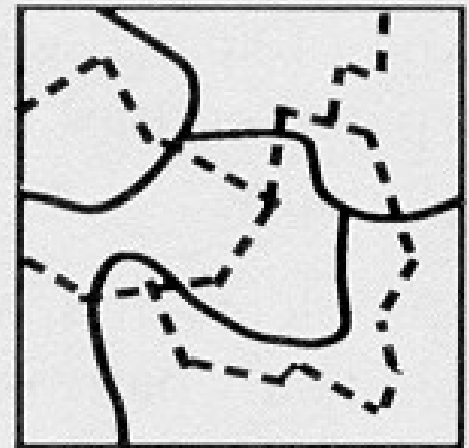
*Does postal zone
encompass schools?*

AREA - LINE



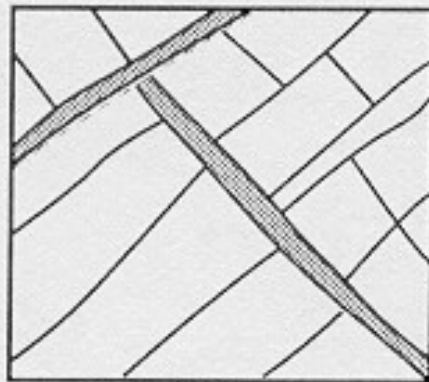
*Do zones encompass
railways?*

AREA - AREA

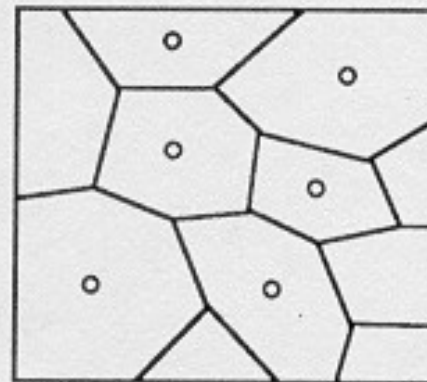


*Do zones touch?
Do zones overlap?*

Vektoros rendszerek

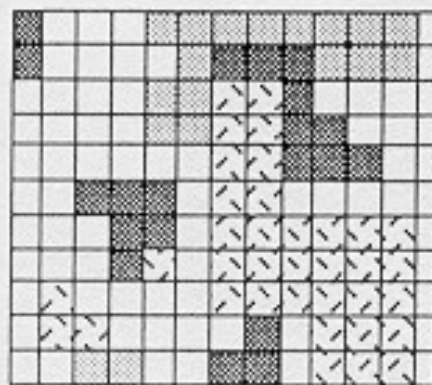


Land parcels

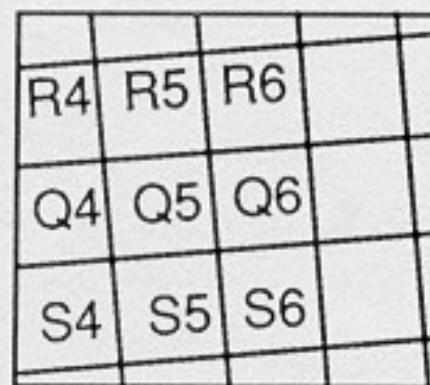


Thiessen polygons

IRREGULAR



Interpreted satellite data



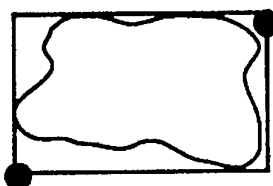
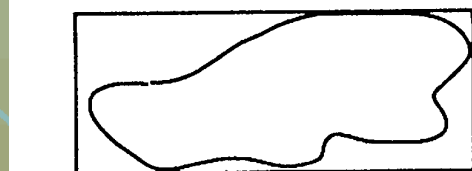
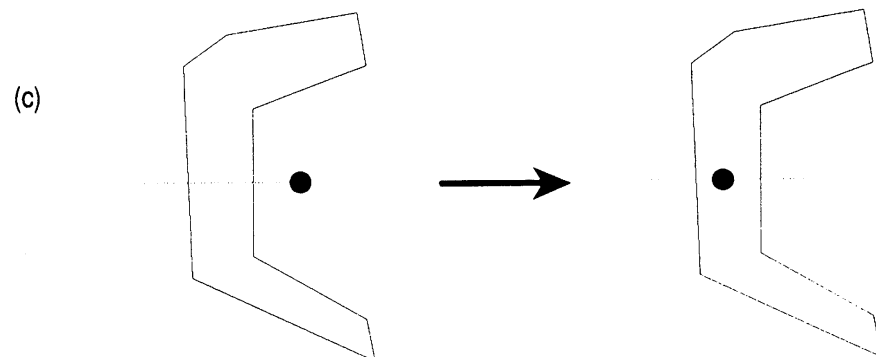
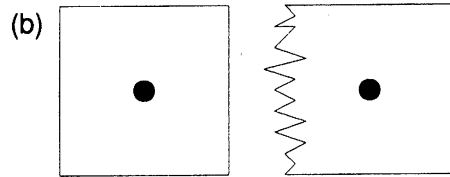
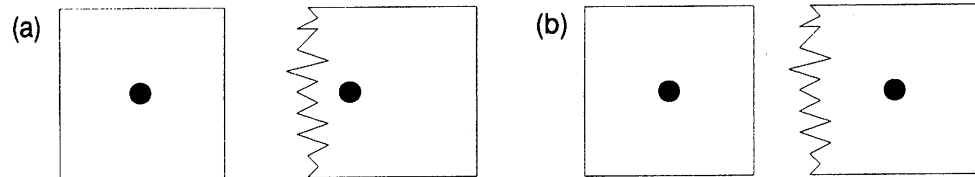
Map sheets

REGULAR

Vektoros rendszerek

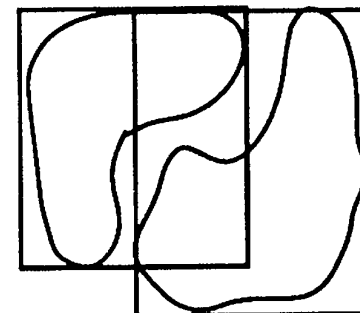


Helyettesítő objektumok

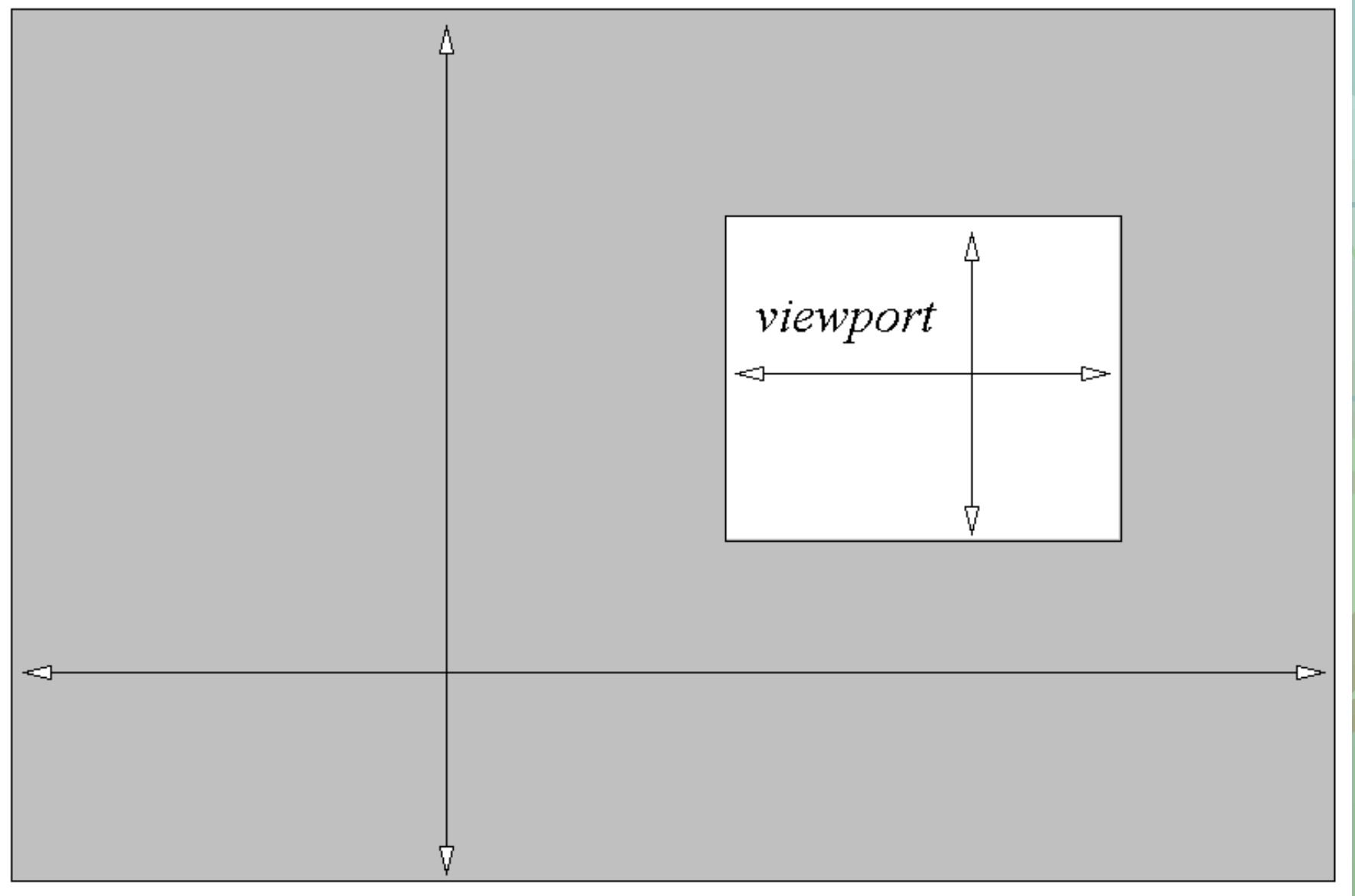


Y minimum
X minimum

Y maximum
X maximum

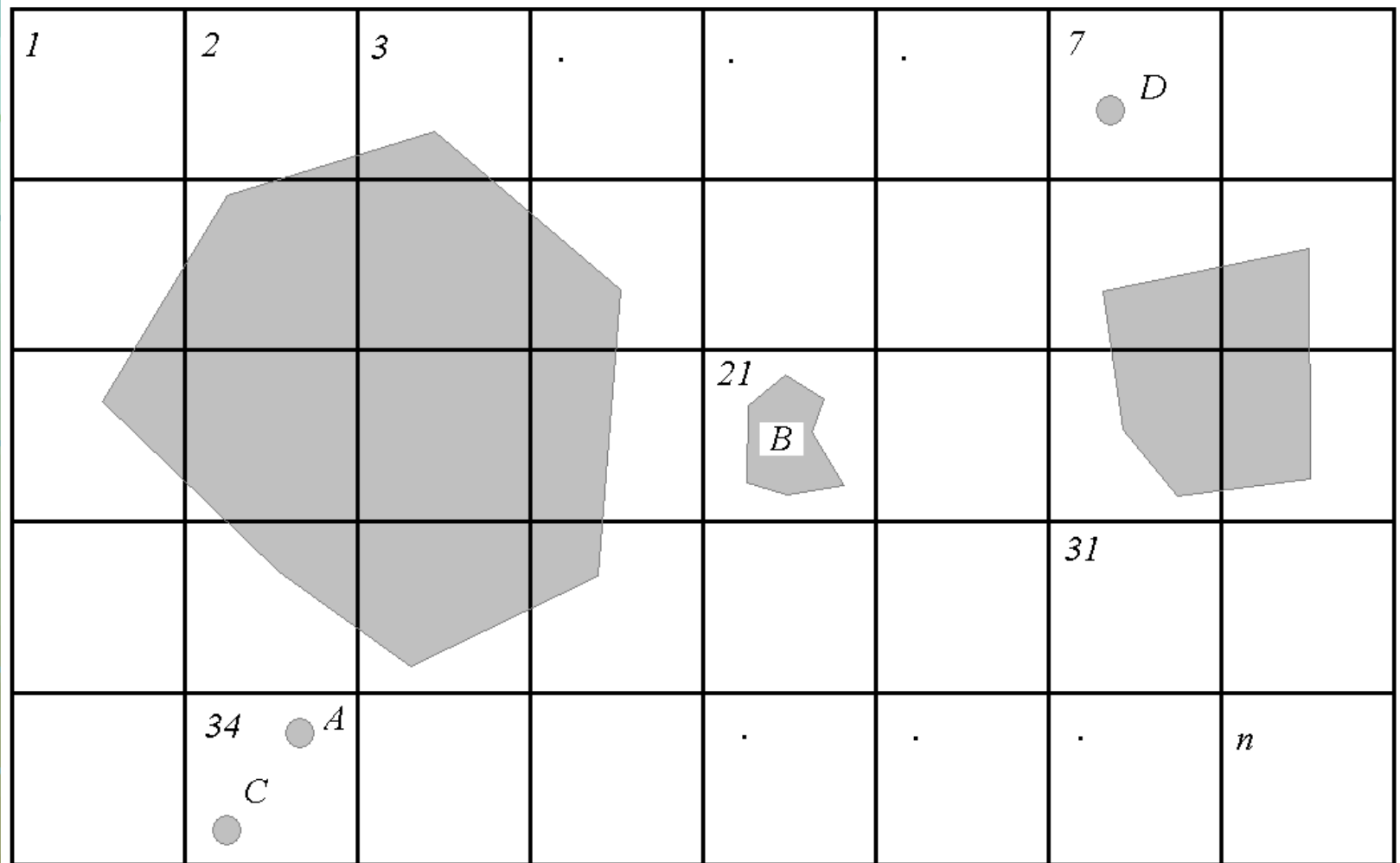


Viewport





Grid index

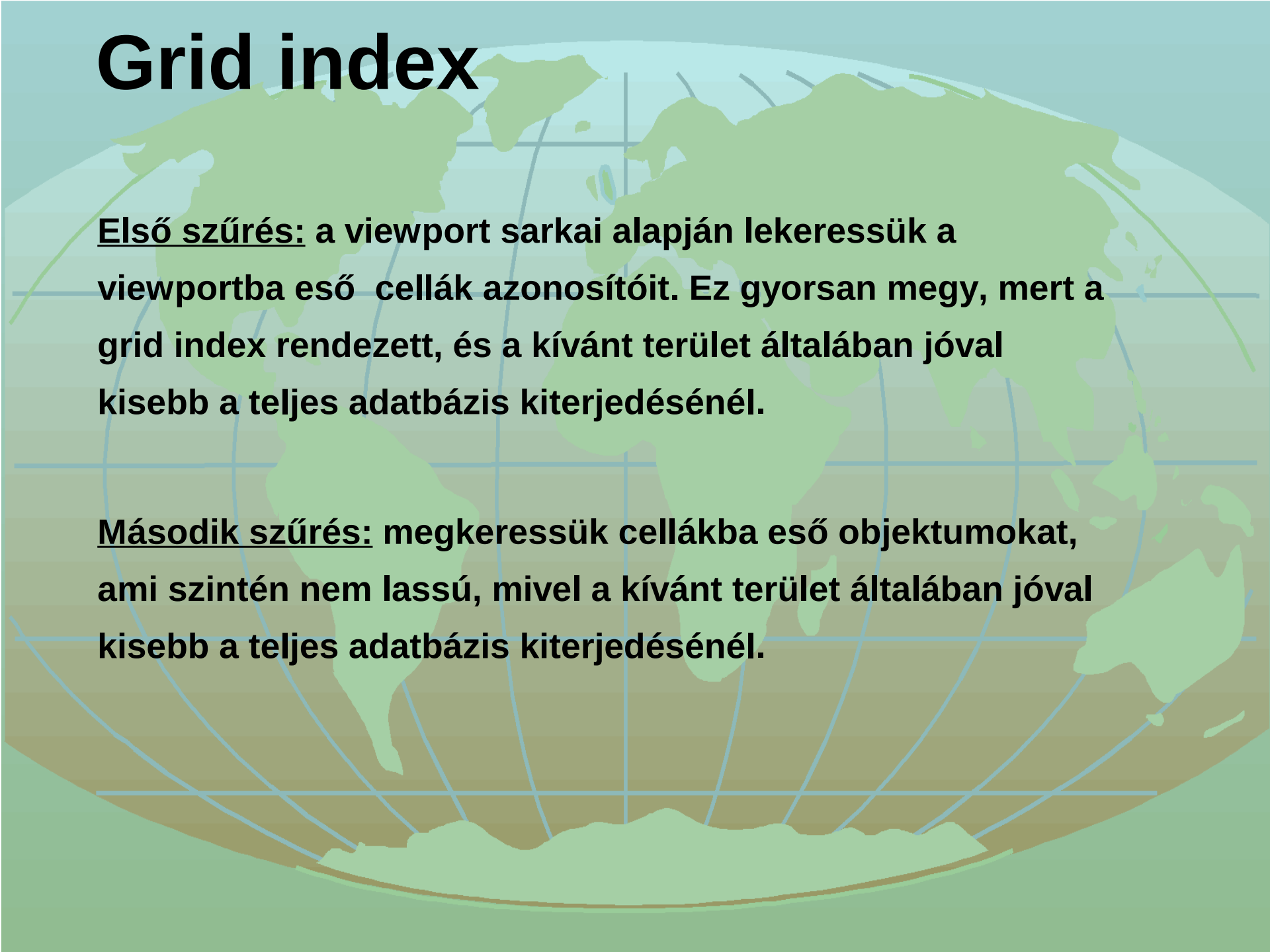




Grid index

Grid ID	Object ID	...	Object ID	Attributumok
7	D	...	A	Attributum1
21	B	...	B	Attributum2
34	C	...	C	Attributum3
34	A	...	D	Attributum4

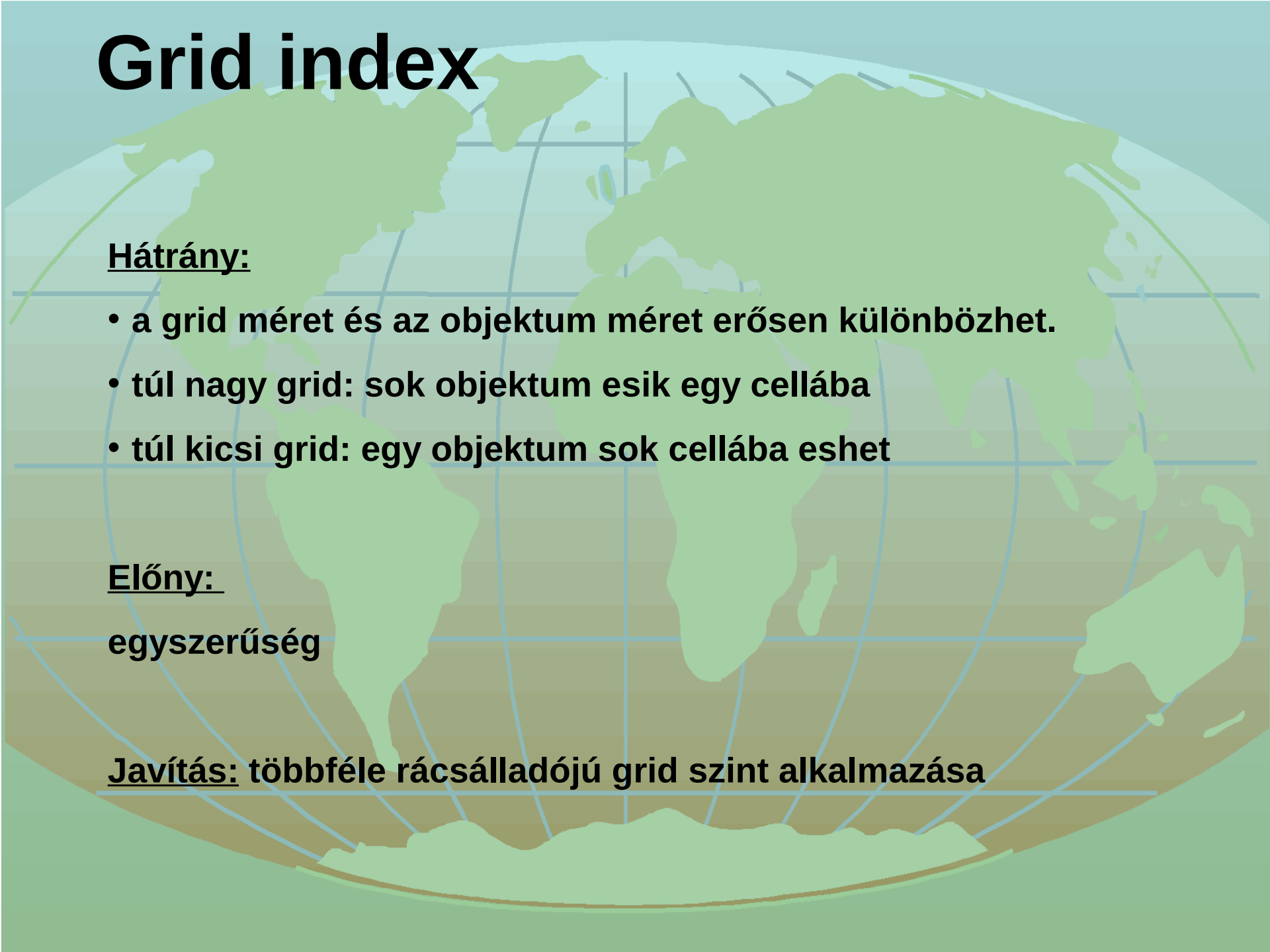
Grid index

A stylized globe with a grid overlay, representing a spatial index system. The globe is light green with a blue grid of latitude and longitude lines. The continents are shown in a darker green color. The grid lines are thin and light blue.

Első szűrés: a viewport sarkai alapján lekeressük a viewportba eső cellák azonosítóit. Ez gyorsan megy, mert a grid index rendezett, és a kívánt terület általában jóval kisebb a teljes adatbázis kiterjedésénél.

Második szűrés: megkeressük cellákba eső objektumokat, ami szintén nem lassú, mivel a kívánt terület általában jóval kisebb a teljes adatbázis kiterjedésénél.

Grid index



Hátrány:

- a grid méret és az objektum méret erősen különbözhet.
- túl nagy grid: sok objektum esik egy cellába
- túl kicsi grid: egy objektum sok cellába eshet

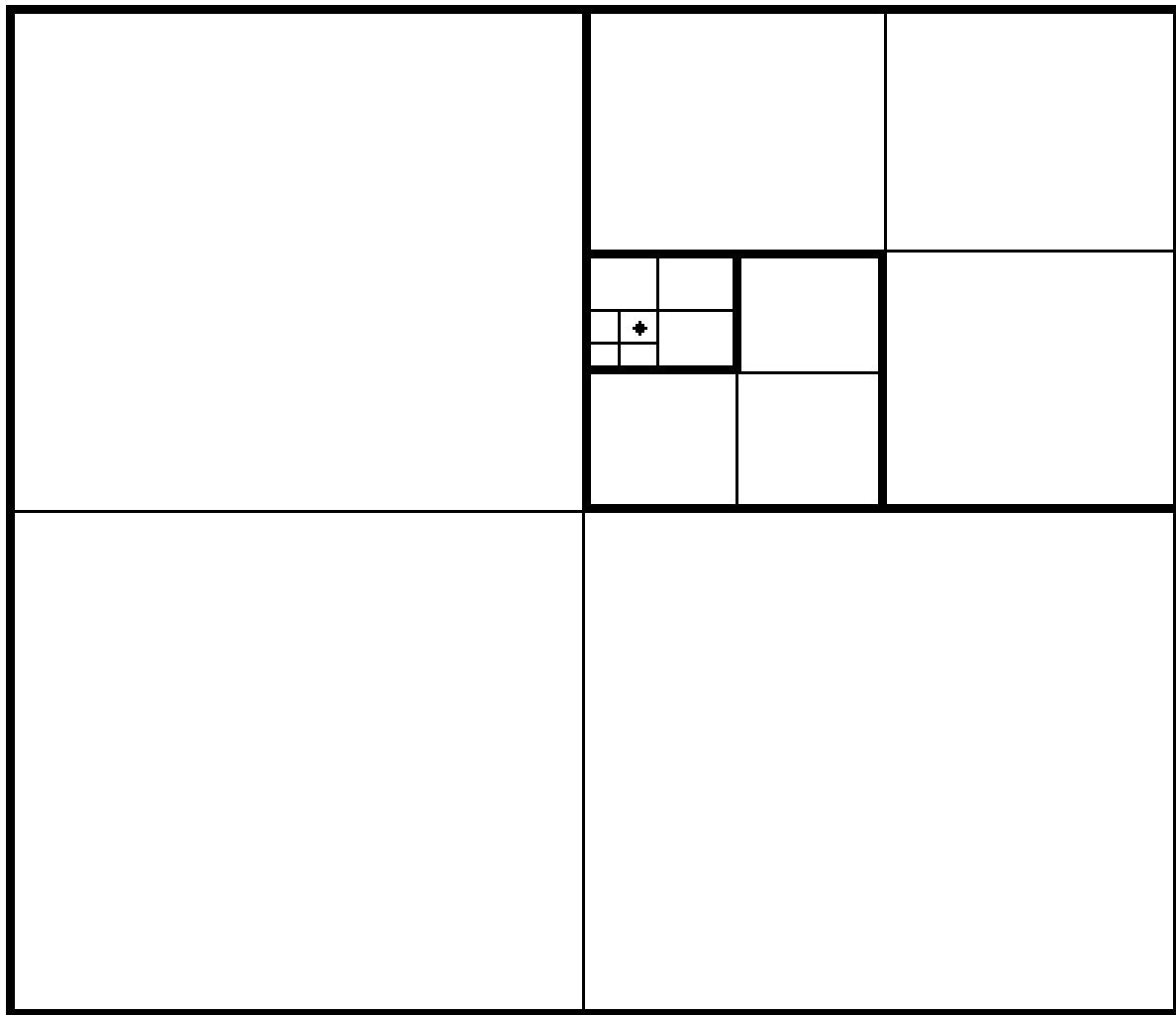
Előny:

egyszerűség

Javítás: többféle rácsálladójú grid szint alkalmazása

Négy-fa

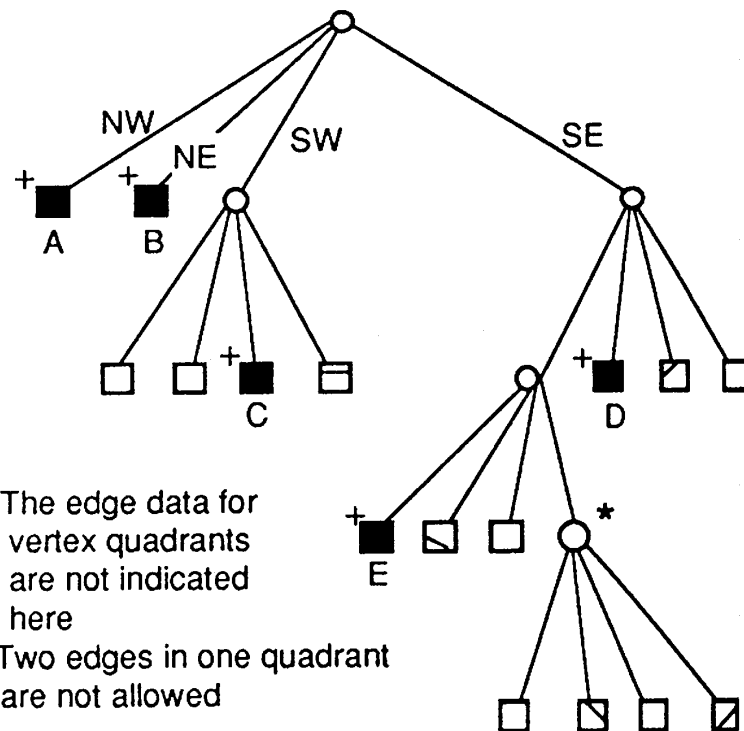
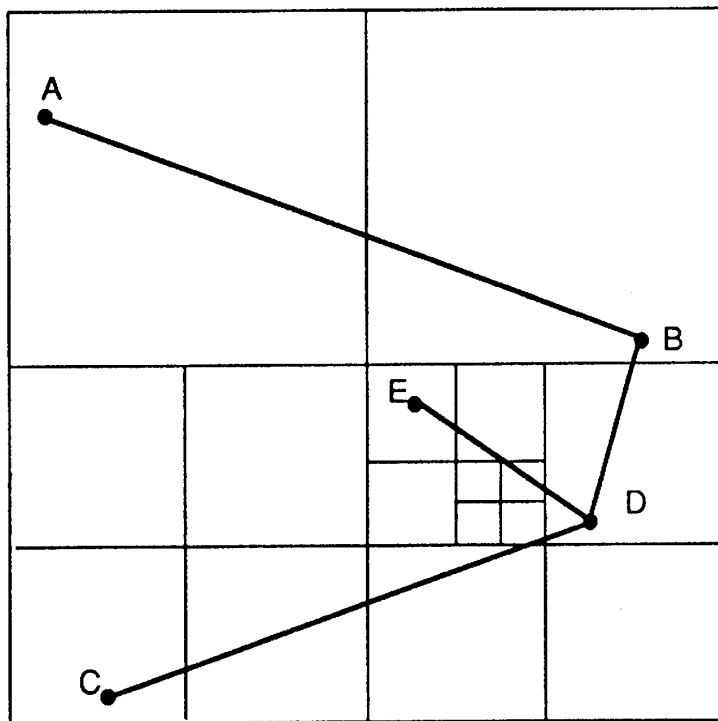
- hierarchikus adatszerkezet
- rekurzív felosztás négy síknegyedre
- sokféle négyfa van: itt pont-tartomány
- a fa minden belső csúcsa egy sík-tartományt reprezentál, míg a levelekben az objektumok vannak



Négy-fa

A fa gyökere a kezdeti tartomány, minden belső csúcs tartalmazza a saját felosztásának középpontját, és négy mutatót a felosztás utáni négy tartománynak megfelelő csúcsokra (NW, NE, SE, SW).

Ha egy csúcs levél, akkor egy mezőt igazra állítunk. A levelek vagy üresek (ezt is jelöljük), vagy egy objektumot tartalmaznak.

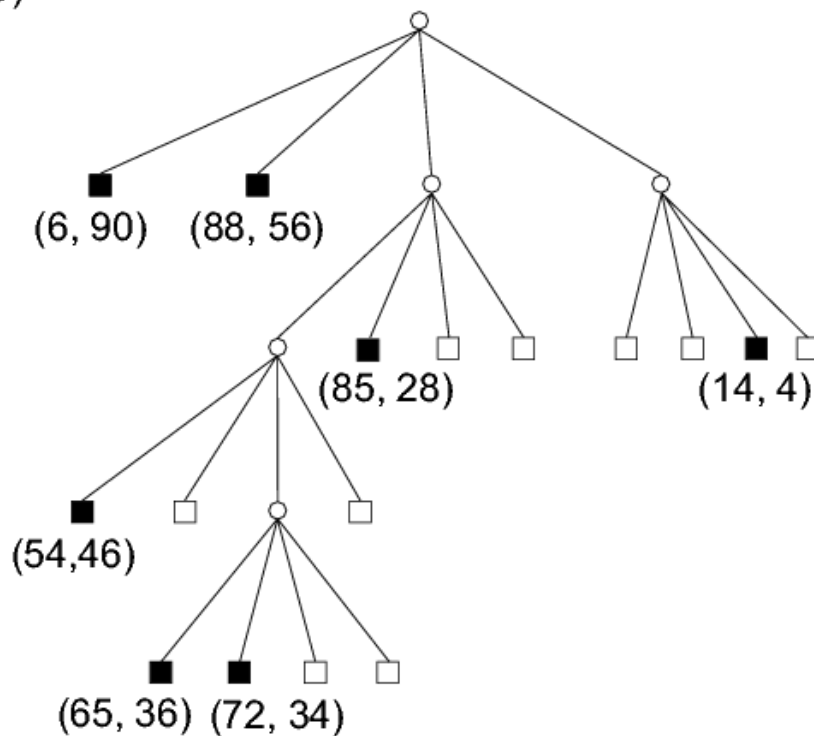
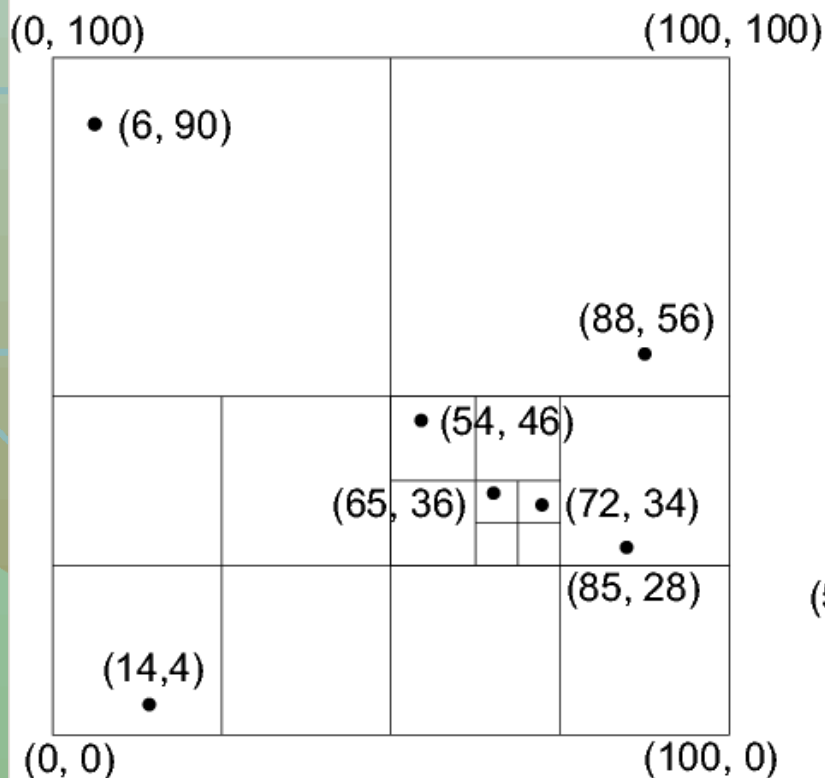


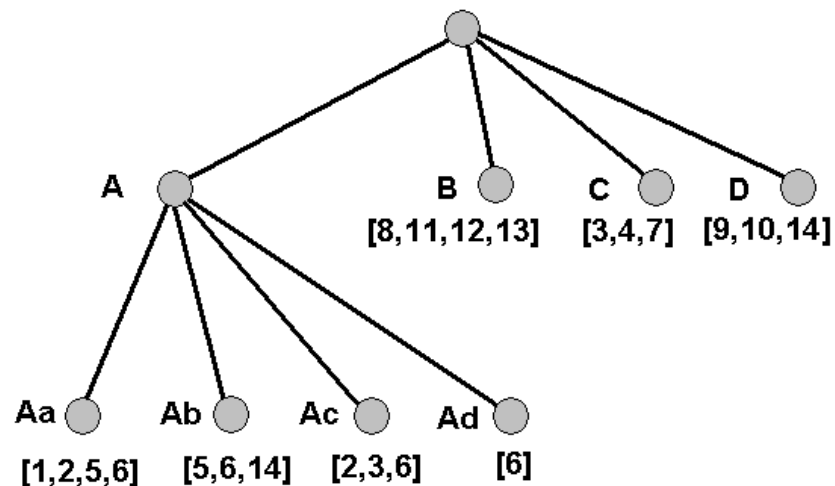
+ The edge data for vertex quadrants are not indicated here

* Two edges in one quadrant are not allowed

Négy-fa

A fa felépítése az objektumok egyenkénti beszúrását jelenti. A gyökértől indulva bejárjuk a fát. Addig megyünk, amíg levélbe nem érkezünk. A pont koordinátája alapján választjuk ki az adott csomópont gyermekét. Ha a levél üres, beszúrjuk a pontot, ha nem akkor az aktuális tartományt újra felosztjuk.





Célszerű lehet a tartományok felosztásának feltételét a blokkmérethez igazítani. Ilyenkor a levelek nem egyetlen objektumot, hanem egy blokkban tárolt objektumok halmazát jelentik.

Térbeli indexelés

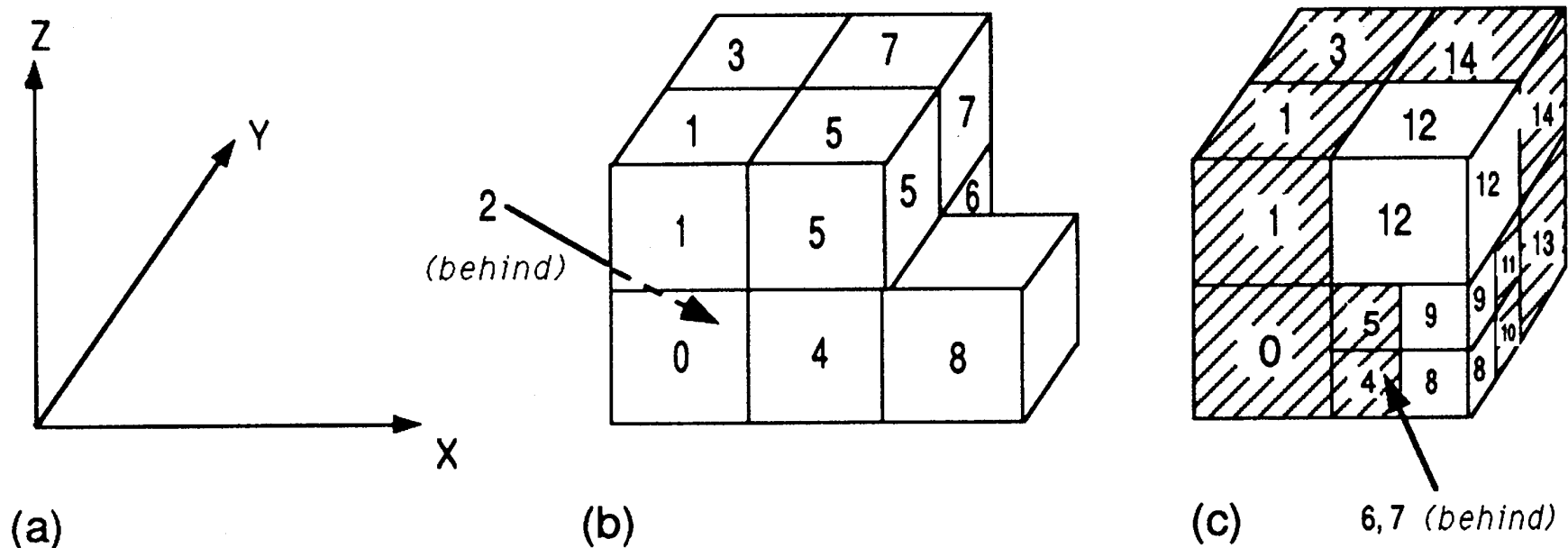
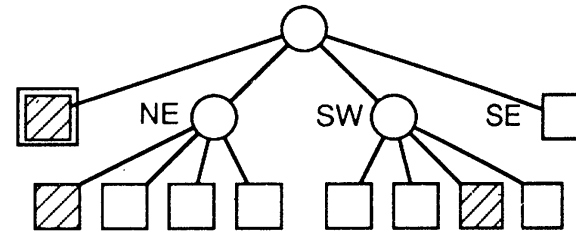
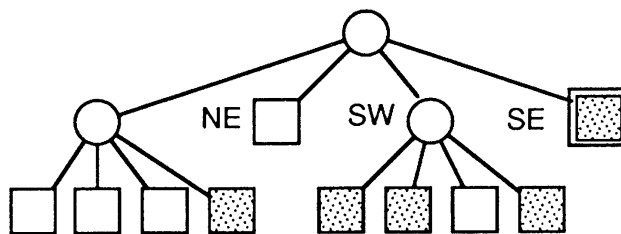
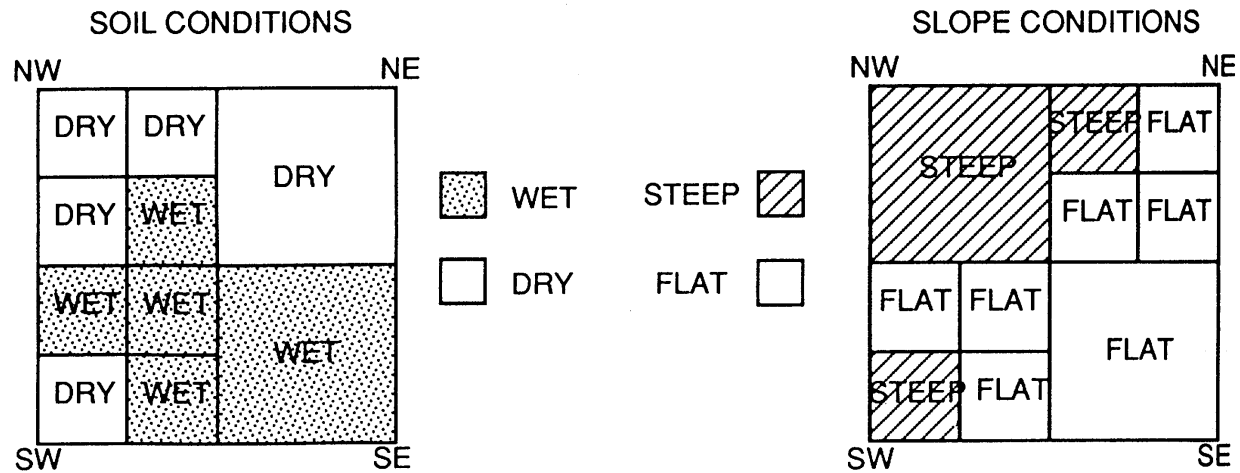


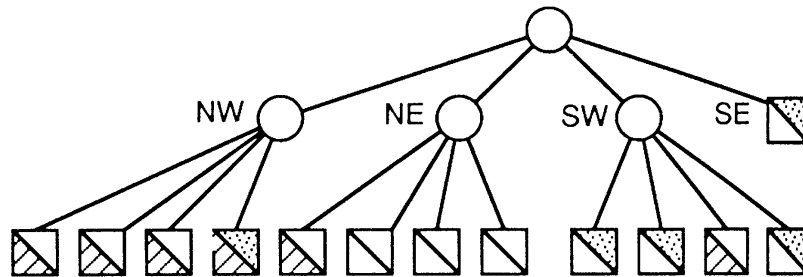
Figure 6.18 Octtree representation. (a) Axial labels for Peano-N ordering. (b) One level numbering sequence for the Peano order. (c) Two levels numbering and an example of colour coding.



Térbeli indexelés



DRY STEEP	DRY STEEP	DRY STEEP	DRY FLAT
DRY STEEP	WET STEEP	DRY FLAT	DRY FLAT
WET FLAT	WET FLAT	WET FLAT	
DRY STEEP	WET FLAT		



(c)

Vektoros rendszerek

Editáló funkciók

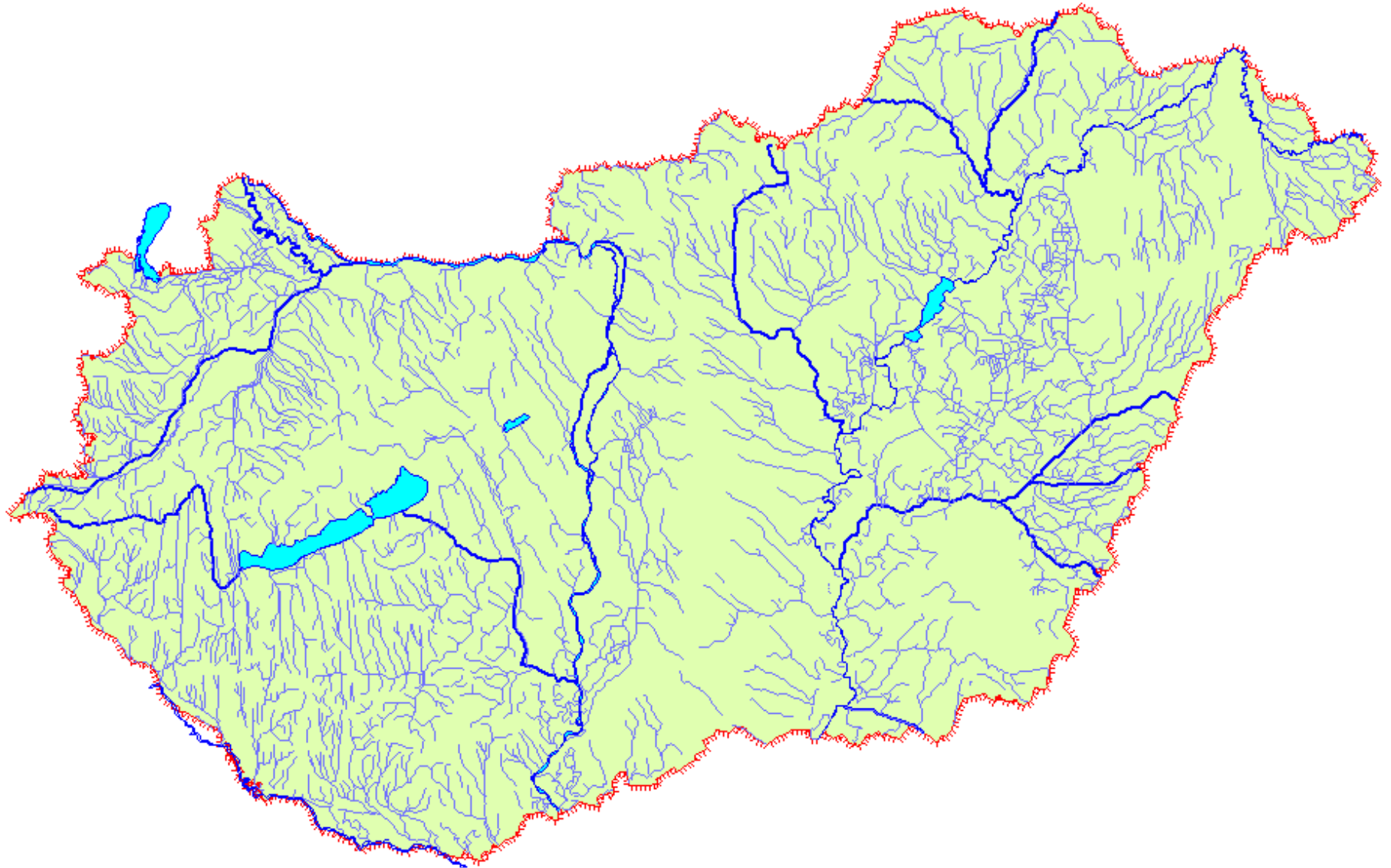
Egyszerű editáló műveletek

- új node létrehozása/törlése
- új poliline létrehozása/törlése
- új poligon létrehozása/törlése
- létező poliline nodejainak törlése, áthelyezése, új node beszúrása
- létező poligon nodejainak törlése, áthelyezése, új node beszúrása

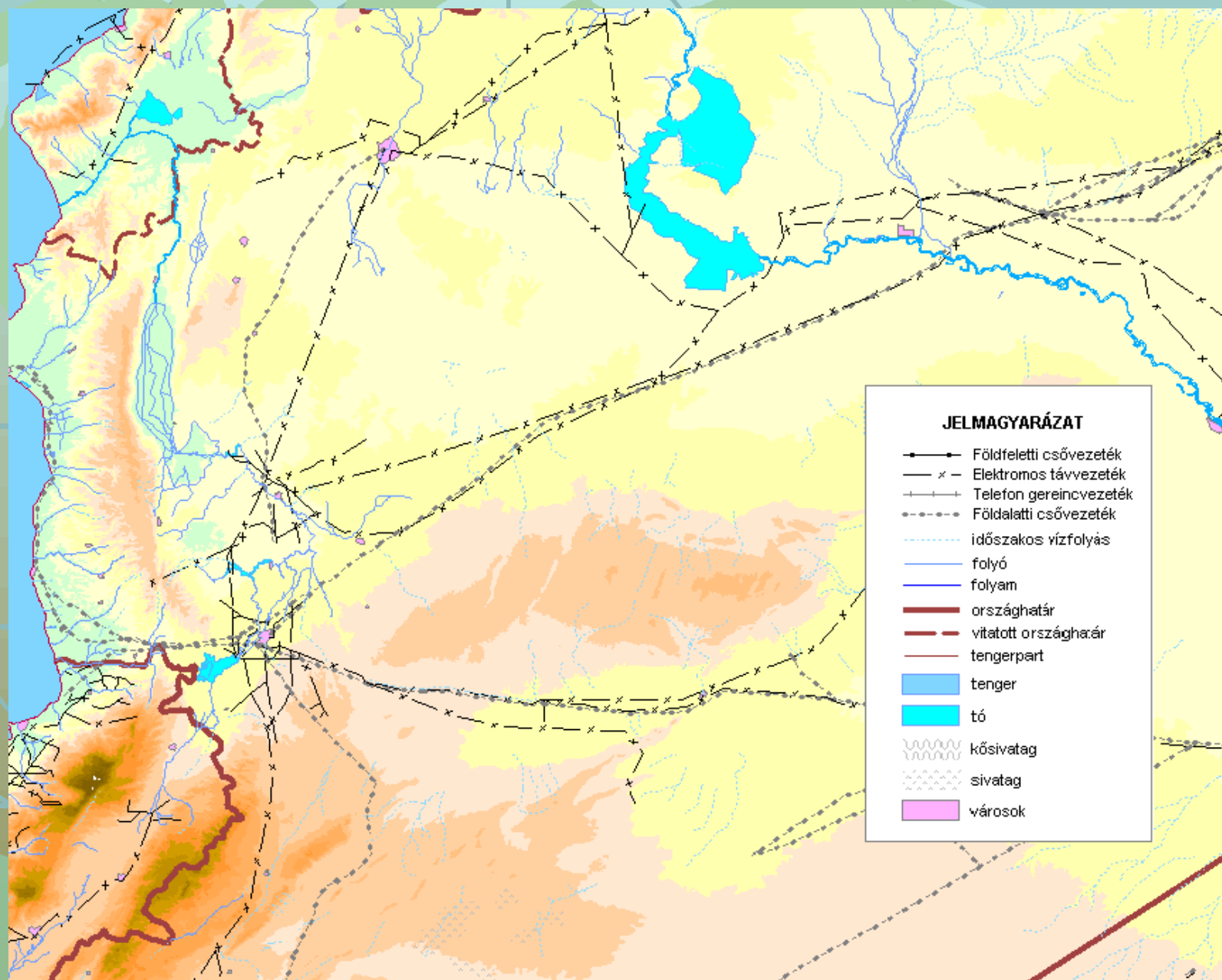
Összetett editáló műveletek

- Polilineok feldarabolása
- polilineok konverziója poligonná
- polilineok vagy vonalak egyesítése polilinená
- polilineok metszése polilinenal
- poligonok feldarabolása kisebb poligonokra
- poligonok konverziója polilinená
- poligonok egyesítése
- poligonok metszése másik poligonnal

Vektoros rendszerek



Vektoros rendszerek





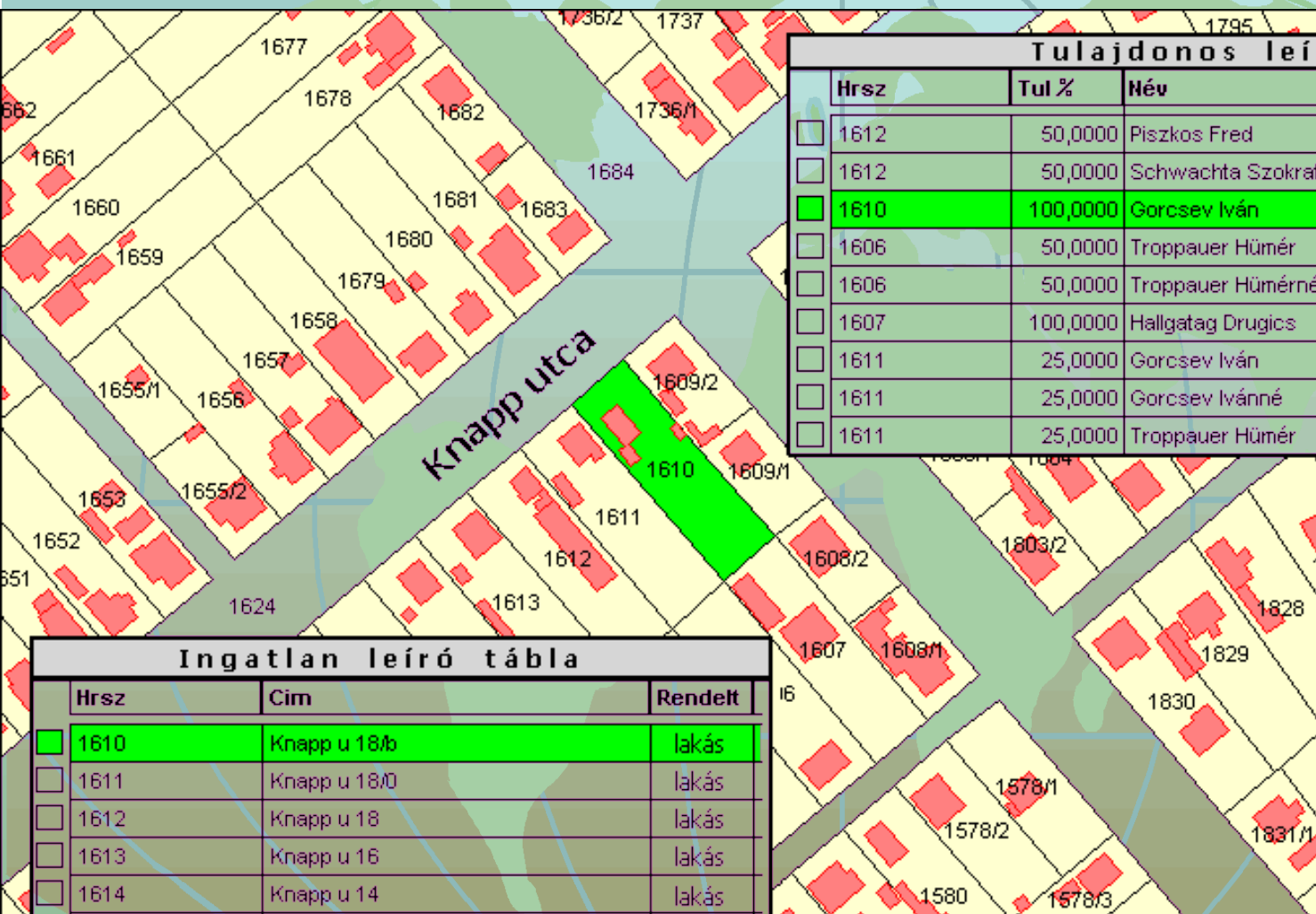
Vektoros rendszerek

Link Kód	Leírás
VI1	állandó vízfolyás (folyó)
VI2	állandó vízfolyás (patak)
VI3	csatorna
VI4	állandó tó
VI5	víztározó
VI6	mocsár
VI7	időszakos vízfolyás (folyó)
VI8	időszakos vízfolyás (patak)
VI9	időszakos tó
UT1	Autópálya (négy­sávos,aszfaltozott)
UT2	Autóút (négy­sávos,aszfaltozott)
UT3	Autóút (kétsávos, aszfaltozott)
UT4	Főút (négy­sávos, aszfaltozott)
UT5	Főút (kétsávos, aszfaltozott)
UT6	Mellékút (kétsávos, aszfaltozott)
UT7	Mellékút (egysávos, aszfaltozott)
UT8	Mellékút (kétsávos, porosút)
UT9	Mellékút (egysávos, porosút)
TE1	Főváros
TE2	Nagyváros
TE3	Város
TE4	Kisváros
TE5	Nagyközség
TE6	Falu
TE7	Faluszerű házcsoport

VA1	Villamosított vonal, egy sín­pár
VA2	Vasútvonal, két sín­pár
VA3	Vasútvonal, egy sín­pár
VA4	Keskenynyomtávú vasút
VA5	Iparvágány
VA6	Villamosított vonal, két sín­pár
KM1	Elektromos távvezeték (<25 kV)
KM2	Elektromos távvezeték (>25 kV)
KM3	Gázvezeték (föld alatti)
KM4	Gázvezeték (föld feletti)
KM5	Olajvezeték (föld alatti)
KM6	Olajvezeték (föld feletti)
DO1	0-100 m
DO2	100-200 m
DO3	200-300 m
DO4	300-400 m
DO5	400-500 m
DO6	500-600 m
DO7	600-700 m
DO8	700-800 m
DO9	800-900 m
DO10	900-1000 m
DO11	1000-1100 m
DO12	1100-1200 m



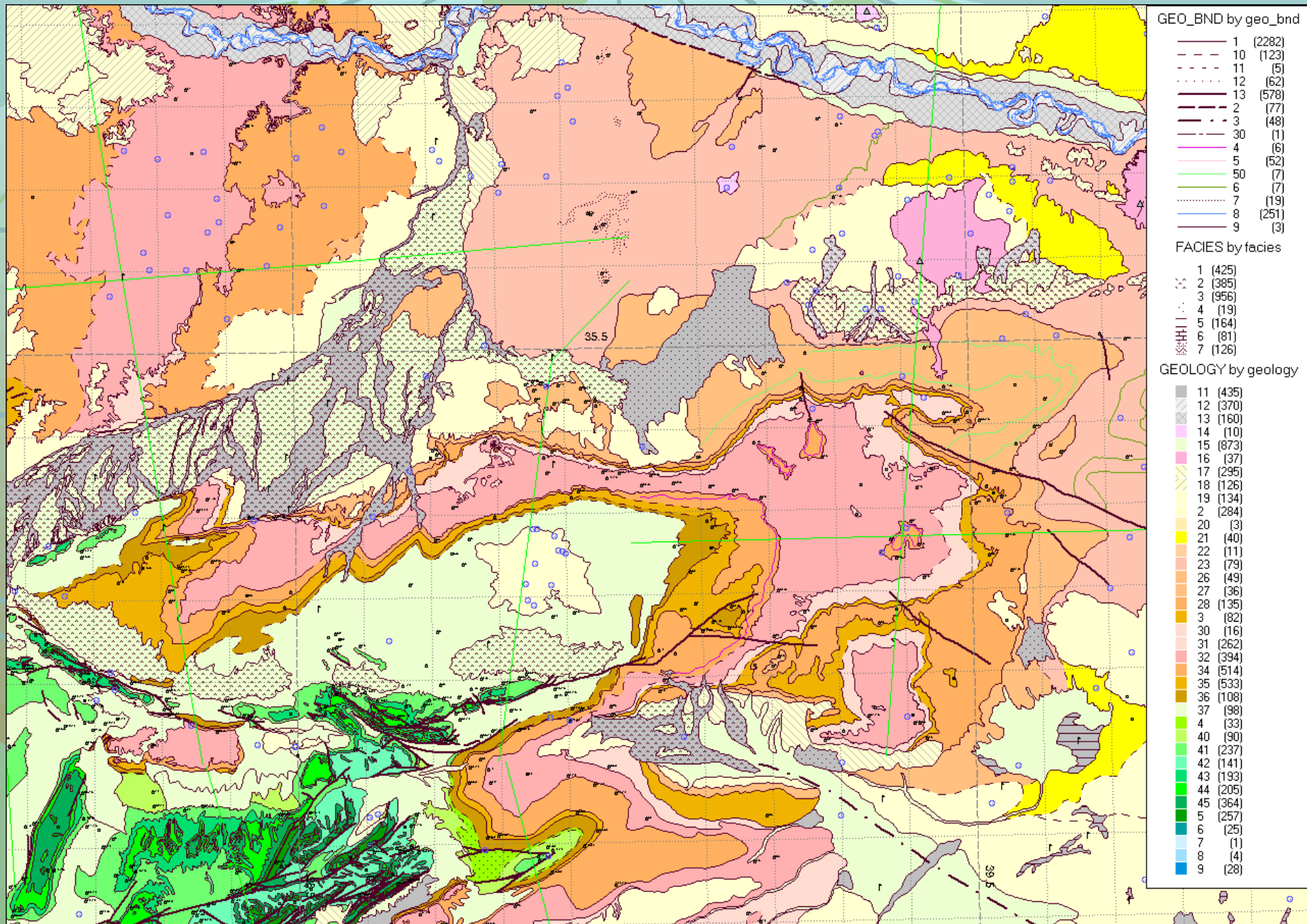
Vektoros rendszerek



Tulajdonos leíró tábla			
Hrsz	Tul %	Név	Tulajdonos Városa
☐ 1612	50,0000	Piszkos Fred	Tanger
☐ 1612	50,0000	Schwachta Szokratesz	Tanger
☒ 1610	100,0000	Gorcsev Iván	Makao
☐ 1606	50,0000	Troppauer Hümér	Tanger
☐ 1606	50,0000	Troppauer Hümérné	Tanger
☐ 1607	100,0000	Hallgatag Drugics	Tanger
☐ 1611	25,0000	Gorcsev Iván	Makao
☐ 1611	25,0000	Gorcsev Ivánné	Makao
☐ 1611	25,0000	Troppauer Hümér	Tanger

Ingatlan leíró tábla		
Hrsz	Cím	Rendelt
☒ 1610	Knapp u 18/b	lakás
☐ 1611	Knapp u 18/a	lakás
☐ 1612	Knapp u 18	lakás
☐ 1613	Knapp u 16	lakás
☐ 1614	Knapp u 14	lakás
☐ 1615	Knapp u 12/a	lakás
☐ 1616	Knapp u 12	lakás
☐ 1617	Knapp u 10/c	lakás
☐ 1618	Knapp u 10/b	lakás
☐ 1619	Knapp u 10	lakás
☐ 1620	Knapp u 8	lakás

Vektoros rendszerek





Vektoros rendszerek

geology	geo_Index	description
☐	4 Q4a	Recent. Deposits of the 1-st terrace of the Al-Furat river. Pebbles, sands, loams
☐	5 BQ3	Upper Quaternary. Basalts
☐	6 Q3	Upper Quaternary. Conglomerates, rock debris, pebbles, sands, boulders, sandy loams, loams
☐	7 BQ2	Middle Quaternary. Basalts
☐	8 Q2	Middle Quaternary. Conglomerates, rock debris, pebbles, sands, boulders, loams
☐	9 Q1	Lower Quaternary. Conglomerates, pebbles, sands
☐	10 N2	Pliocene. Conglomerates, limestones, sandstones, clays
☐	11 N2b	Pliocene. Upper part. Conglomerates, limestones, sandstones, clays, sandy marls, calcareous sandstones, pebbles, sans
☐	12 N2a	Pliocene. Lower part. Conglomerates, sands, sandstones, pebbles, clays, gypsiferous clays, limestones, gravels
☐	13 N1	Miocene. Sandstones, conglomerates, clays, marls, limestones
☐	14 N13	Upper Miocene. Sandstones, siltstones, silty clays, red-coloured clays (Upper Fars formation)
☐	15 N12	Middle Miocene. Red-coloured sandstones, conglomerates, gravels
☐	16 N1t#b	Middle Miocene. Tortonian. Upper part. Gypsum, sandstones, silty clays (Lower Fars formation)
☐	17 N1t#a	Middle Miocene. Tortonian. Lower part. Gypsum, marls, limestones, silty clays (Lower Fars formation)
☐	18 N1t	Middle Miocene. Tortonian (Lower Fars formation). Gypsum, clays, limestones, marls, sandstones, siltstones
☐	19 N1h	Middle Miocene. Helvetian. Organogenous limestones, shelly limestones, sandstones, clays, conglomerates
☐	20 N11	Lower Miocene. Sands, sandstones, clays, limestones, gravels, conglomerates, marls
☐	21 Pg23_Pg3	Upper Eocene-Oligocene, undivided. Sandy limestones, organogenous limestones, dense limestones, chalky limestones, clayey limestones, clays, sandstones
☐	22 Pg3	Oligocene. Sandy limestones, lepidocyclina limestones, organogenous limestones, sandstones, sands, clays, silty clays, marls, dolomites
☐	23 Pg23	Upper Eocene. Dense limestones, chalky limestones, organogenous limestones, sandy limestones, clayey limestones, marls, silty clays, sandstones, sands
☐	24 Pg1_Pg22	Paleogene-Middle Eocene, undivided. Chalky limestones, clayey limestones, flints, marls, phosphates
☐	25 Pg1+Pg21_2	Paleocene, Lower and Middle Eocene, undivided. Marls, clayey limestones, sands
☐	26 Pg22	Middle Eocene. Dense limestones, chalky limestones, clayey limestones, silicified limestones, limestones with glauconite, phosphates, sandstones, marls, grey flints
☐	27 Pg21p	Lower Eocene (subzone Acarinina pentacamerata). Flints, marls, clayey limestones, limestones, phosphates
☐	28 Pg1_Pg21ar	Paleocene-Lower Eocene (subzone Globorotalia aragonensis). Marls, clays, clayey limestones
☐	29 Cr2sn_d	Senonian-Danian, undivided. Marls, clays, limestones, dolomites, phosphates, flints
☐	30 Cr2m_d	Maestrichtian-Danian, undifferentiated. Limestones, clayey limestones, calcareous clays, grey marls, phosphates
☐	31 Cr2d	Danian. Clays, clayey limestones, limestones, marls
☐	32 Cr2m	Maestrichtian. Marls, clays, clayey limestones, flints, silicified limestones, phosphates
☐	33 Cr2cn+st+cp	Coniacian, Santonian and Campanian, undivided. Dolomites, limestones, flints
☐	34 Cr2cp	Campanian. Flints, limestones, organogenous limestones, dolomites, phosphates
☐	35 Cr2cn_st	Coniacian-Santonian, undifferentiated. Dolomites, dolomitic limestones, sandy limestones
☐	36 Cr2st	Santonian. Limestones, marls, organogenous limestones, dolomitic limestones, flints, sandstones
☐	37 Cr2cn	Coniacian. Organogenous limestones, limestones, dolomites, dolomitic limestones
☐	38 Cr1ap+al_Cr2t	Lower Cretaceous-Turonian, undivided. Dolomites, limestones, marls, clays, sandstones
☐	39 Cr2cm+t	Cenomanian and Turonian, undivided. Dolomites, dolomitic limestones
☐	40 Cr2t	Turonian. Dolomites, limy dolomites, dolomitic limestones rich in Rudists
☐	41 Cr2cm	Cenomanian. Dolomites, limy dolomites, dolomitic limestones, limestones, marls, clays
☐	42 Cr1ap+al	Aptian and Albian, combined. Quartz, red-coloured sandstones, sandy dolomites, dolomitic limestones, clayey and limy dolomites, marls
☐	43 J	Jurassic, undifferentiated. Dolomites, dolomitic limestones, gypsum, clays
☐	44 J3cl_ox	Callovia-Oxfordian, undifferentiated. Dolomites, dolomitic limestones.
☐	45 J2bj?+bt	Bajocian (?) and Bathonian, combined. Gypsum, clays, dolomites, dolomitic limestones, dolomitic marls
☐	46 J2bt	Bathonian. Dolomites, dolomitic limestones and marls
☐	47 J2bj?	Bajocian (?). Gypsum, clays
☐	0 C	Carbon (only in boreholes)



Vektoros rendszerek

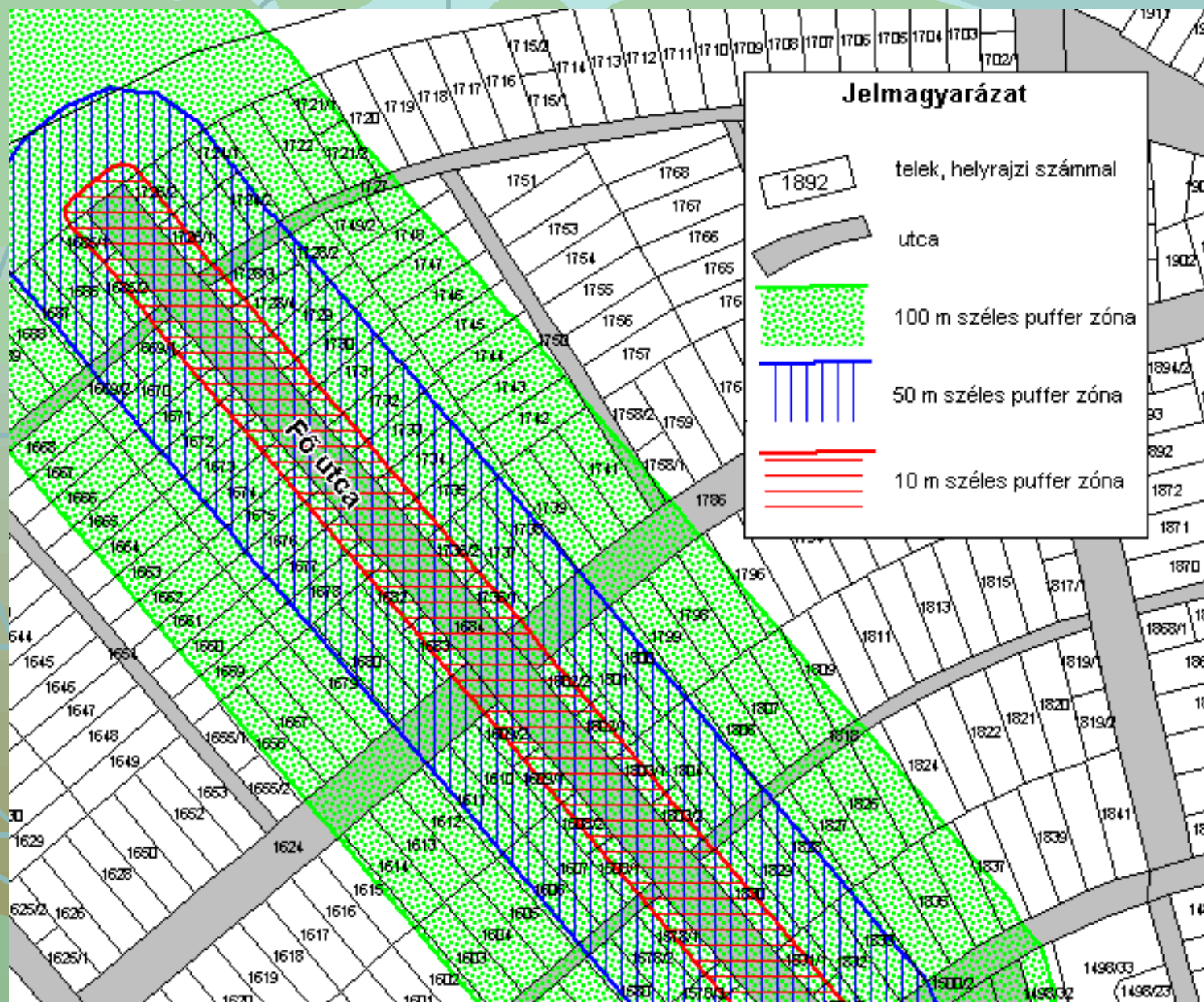
	bnd_type	desc
☐	1	geol. fixed
☐	2	geol. uncertain
☐	3	geol. concealed
☐	4	facies boundaris
☐	5	faults certain
☐	6	faults uncertain
☐	7	faults concealed
☐	8	joints in basalt cover
☐	9	Pg2 phosphate bed
☐	10	Pg2 flint beds
☐	11	N1t limestones strata
☐	12	N1t clay strata
☐	13	N1t beds areal photograph
☐	30	Al-Furat
☐	50	frame
☐	0	

	facies	description
☐	1	Alluvial deposits
☐	2	Proluvial deposits (rock debris, alluvial fans, talus, slope mantle)
☐	3	Alluvial and proluvial deposits (rock debris)
☐	4	Aeolian deposits
☐	5	Lacustrine deposits
☐	6	Nummulitic Middle Eocene limestones
☐	7	Lower Eocene limestones with phosphate intercalations
☐	0	facies (not used)



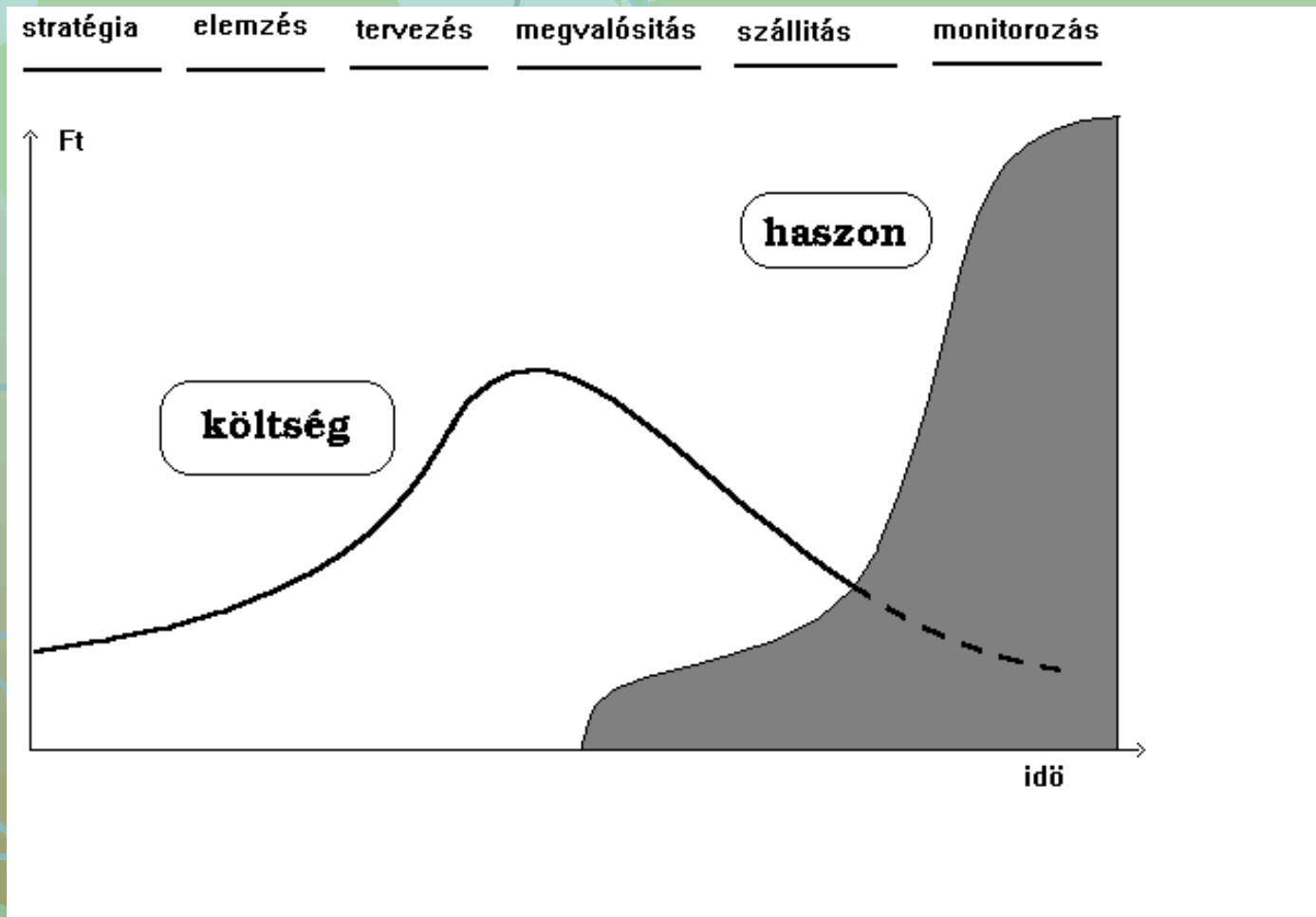
Vektoros rendszerek

Pufferzóna



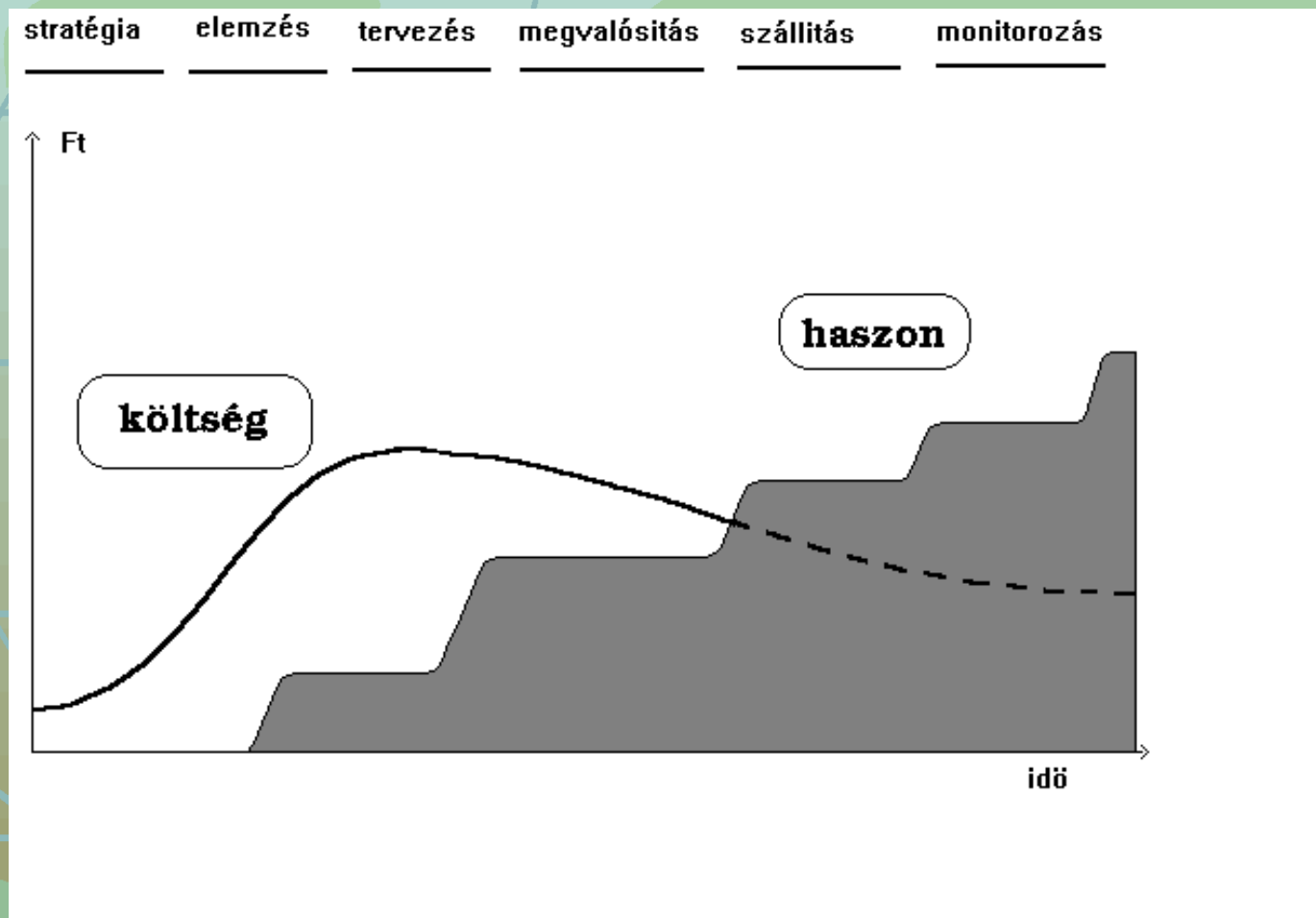


Költség - Haszon





Költség - Haszon



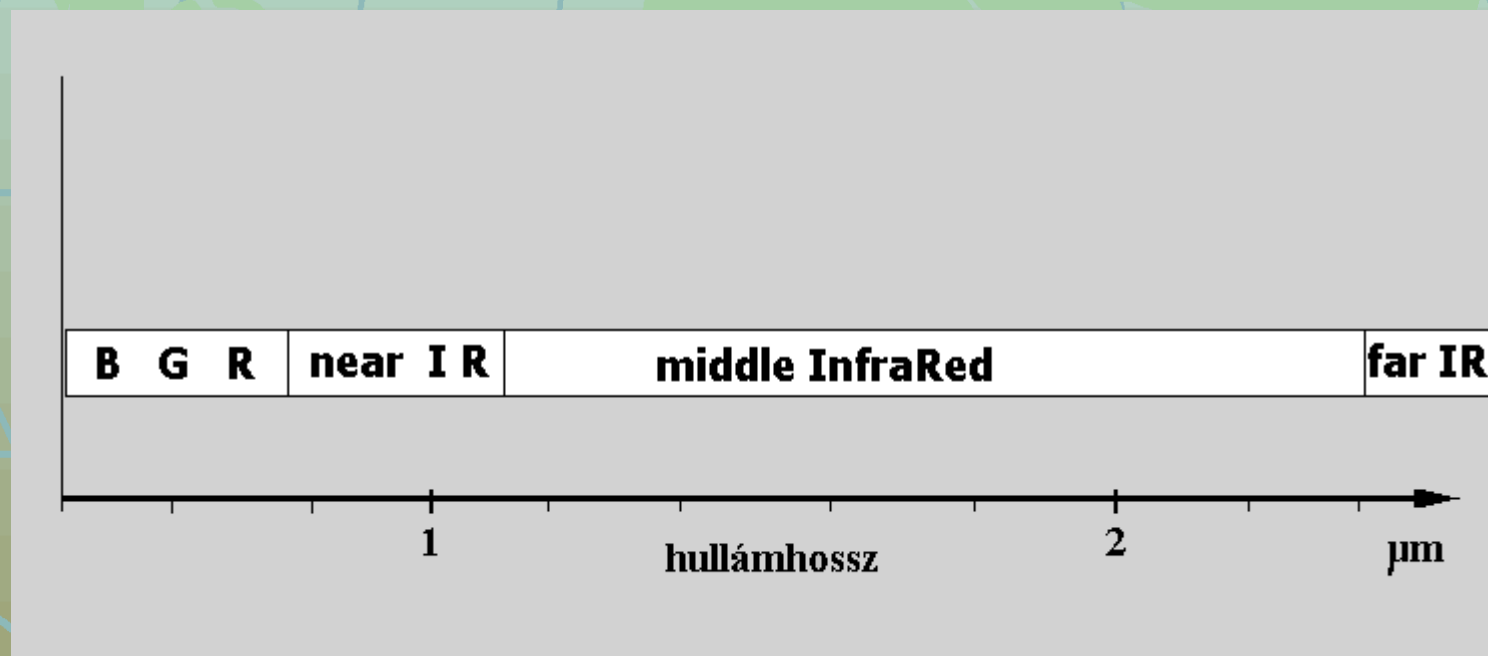


Raszteres rendszerek



A digitális kép

Az elektromágneses spektrum





A digitális kép

Pixel

A digitális kép legelemibb objektuma a pixel, azaz a legkisebb képpont, amit a képképző eszköz még képes létrehozni. A képképző eszköz nemcsak műhold lehet, hanem akár egy egyszerű szkennerek, vagy egy digitális fényképezőgép. A pixel optikai állapota homogén, azaz színe, fényereje ugyanaz. A kép által átfogott föld terület alapján a pixelnek valós méret is megfeleltethető (ha tetszik méretarány).



A digitális kép

Felbontás

A felbontás fogalma szorosan összefügg a pixel és a teljes kép méretével. Egy digitális kép felbontása annál nagyobb, minél több pixelből áll egy valós területegység. Ha tehát a felszín egy kis területét egy $n*m$ ('n' a sorok száma, 'm' az oszlopok száma) pixelből álló digitális képpel képezzük le, akkor azt mondjuk, hogy nagy felbontású a kép, de ha ugyanez az $n*m$ -es kép egy nagy felületet képez le, akkor a felbontás kicsi, noha a kép bytokban kifejezett értéke ugyanaz.

A digitális kép

Hullámhossztartomány

Fontos tudnunk, amikor egy adott digitális képet szemlélünk, hogy az az eszköz amely létrehozta (digitális kamera), az elektromágneses spektrum mely tartományára érzékeny. Mint tudjuk, egy egyszerű fényképezőgép a látható fény tartományában érzékeli a spektrumot, míg az “éjjel látó” távcsövek az infravörös tartományban dolgoznak.

Az műholdak világában a spektrum különböző intervallumainak az érzékelésére számos eszközt fejlesztettek ki. Egyesek csak a látható fény intenzitását mérik (pl. SPOT panchromatic), míg mások a látható tartományt érzékelik (SPOT XS). Vannak egészen széles frekvencia tartományban dolgozó eszközök is (pl. LANDSAT TM), amely a három látható tartományon (RGB) kívül még négy infravörös sávban is érzékel. Vannak továbbá a rádió frekvenciás tartományban dolgozó eszközök is, amelyek RADAR elven működve képezik le a felszínt.



A digitális kép

Színmélység

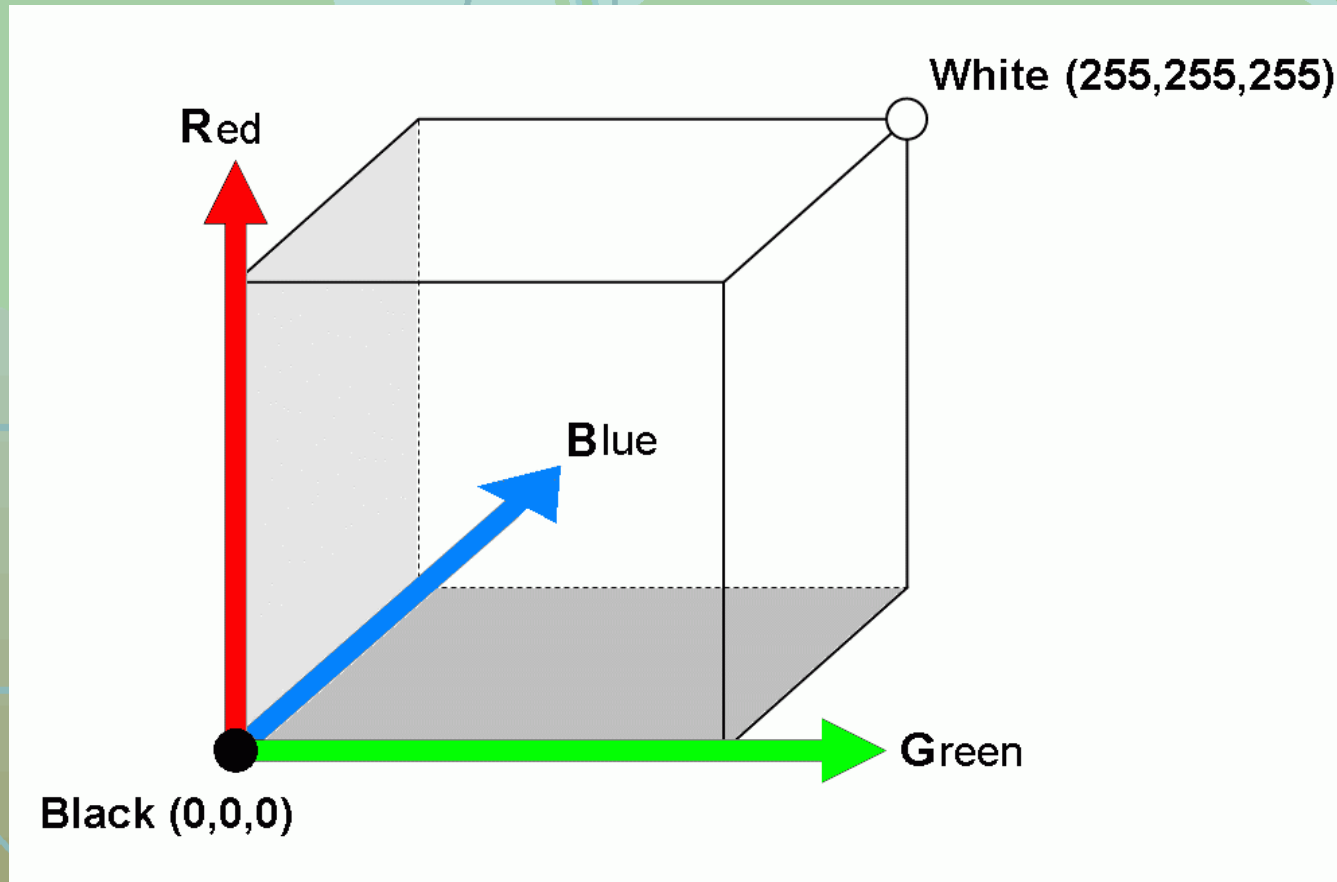
A színek digitális reprezentációja a számítástechnika fejlődésével párhuzamosan változott. Kezdetben 4, majd 8 biten ábrázolták a színeket. Ennek megfelelően a kapott színes kép tónusokban szegény, inkább csak színes ábrák megjelenítésére volt alkalmas. Mára már 24, sőt 36 bites színábrázolással dolgoznak a számítógépek, és ennek megfelelően a digitális képek is sok millió színárnyalat tárolására képesek. A következő táblázatban áttekintjük a biteket és az ábrázolható színeket:

Bit/pixel	Szín	Megjegyzés
1	2	Fekete-fehér
2	4	
4	16	VGA
8	256	
16	32 768	High color
24	16 777 216	True color
32	16 777 216	

A digitális kép



Az RGB színmodell



$$\text{Color} = a * \text{Red} + b * \text{Green} + c * \text{Blue}$$

ahol a, b, c , az egyes alapszínek intenzitása



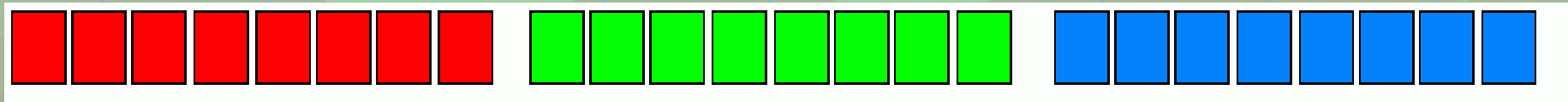
A digitális kép

Színmélység

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

Mivel $256 = 2^8$ így $2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 2^{24}$.

Innen ered a 24 bites színmélység elnevezés.

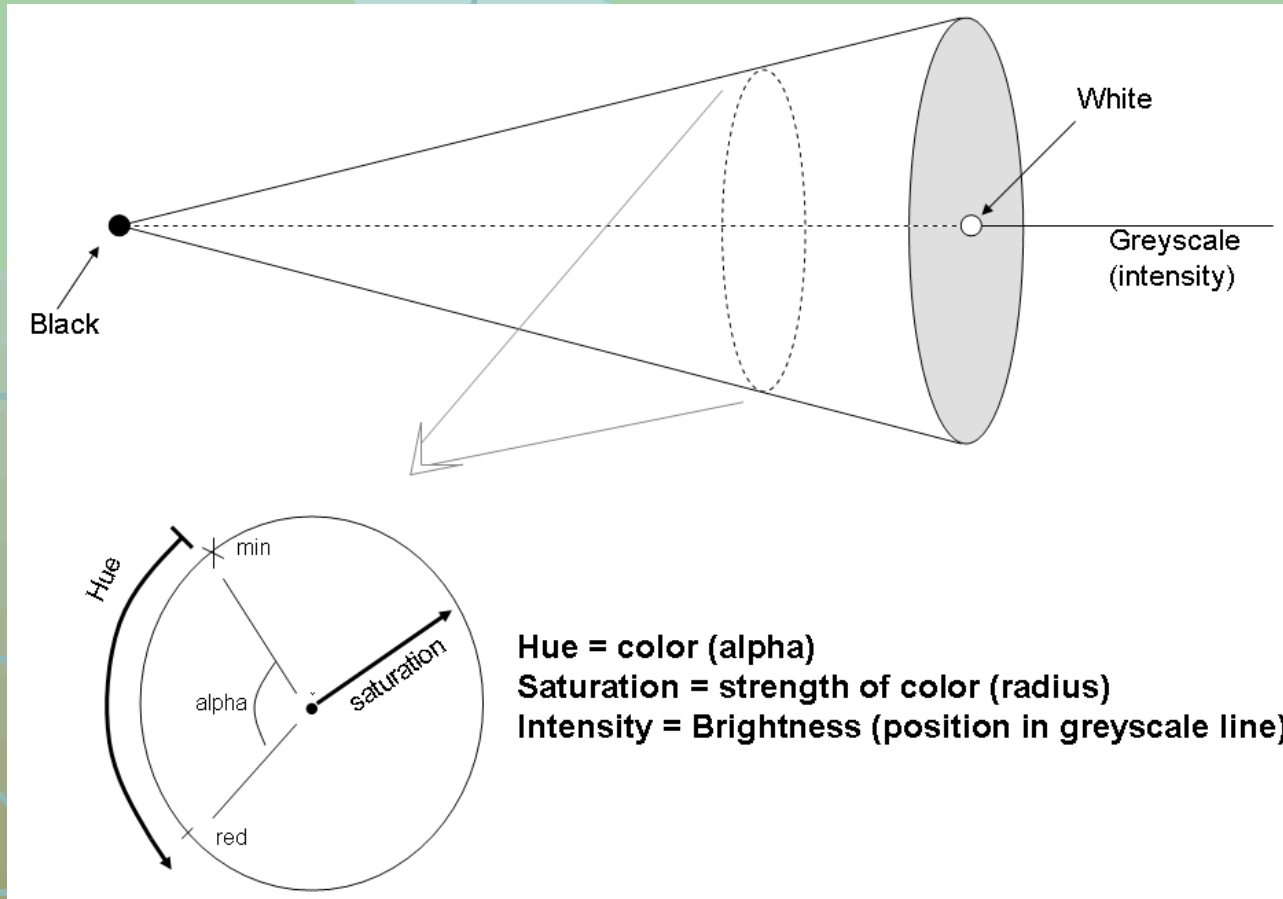


A 36 bites képek $3 \cdot 12$ biten ábrázolják a színeket.



A digitális kép

A HSI színmodell



A HSI a Hue (színárnyalat), Saturation (szinkitöltés), Intensity (fényerősség) szavak kezdőbetűiből ered.



Színmélység

A digitális kép



Foto: Elek István

Színmélység

A digitális kép





Színmélység

A digitális kép



Színmélység

A digitális kép





Színmélység

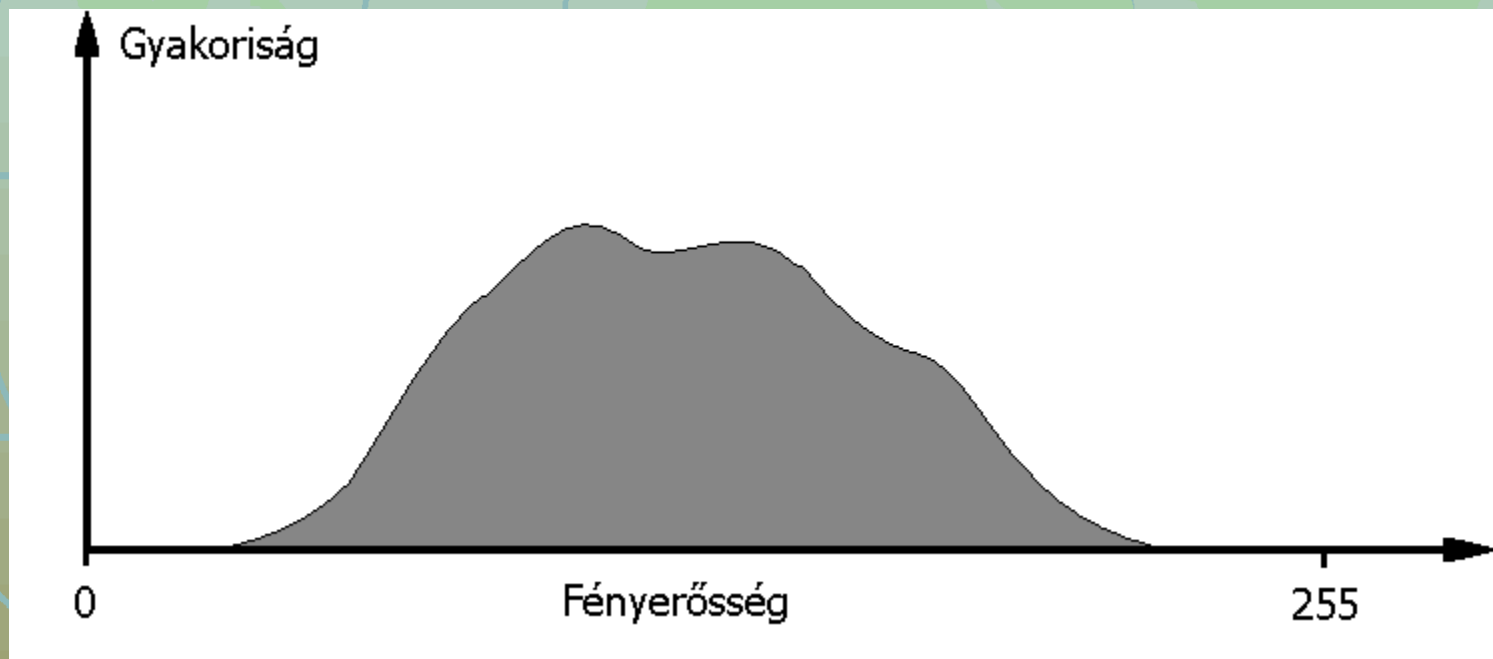
A digitális kép





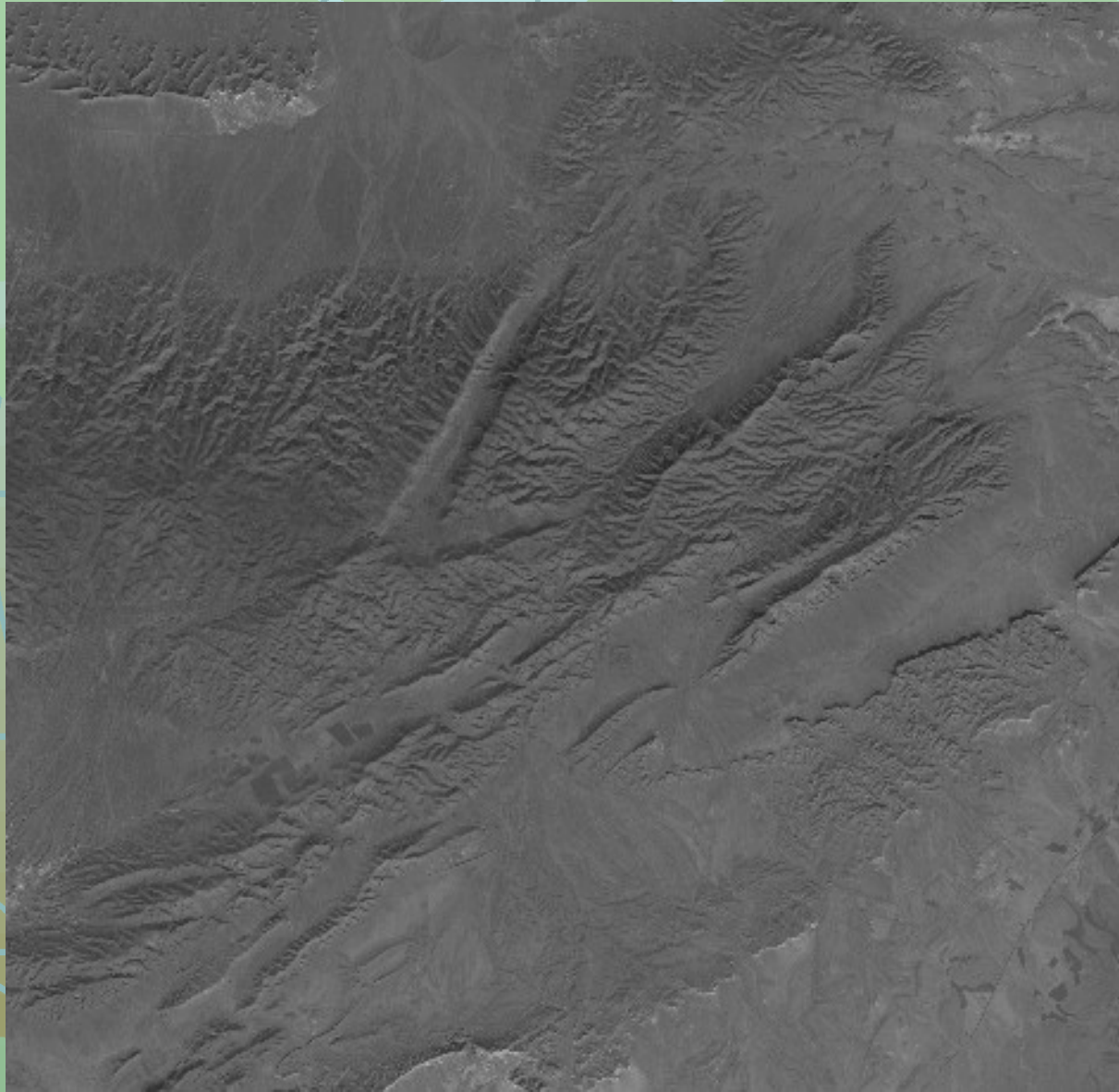
A hisztogram

A digitális kép



A hisztogram

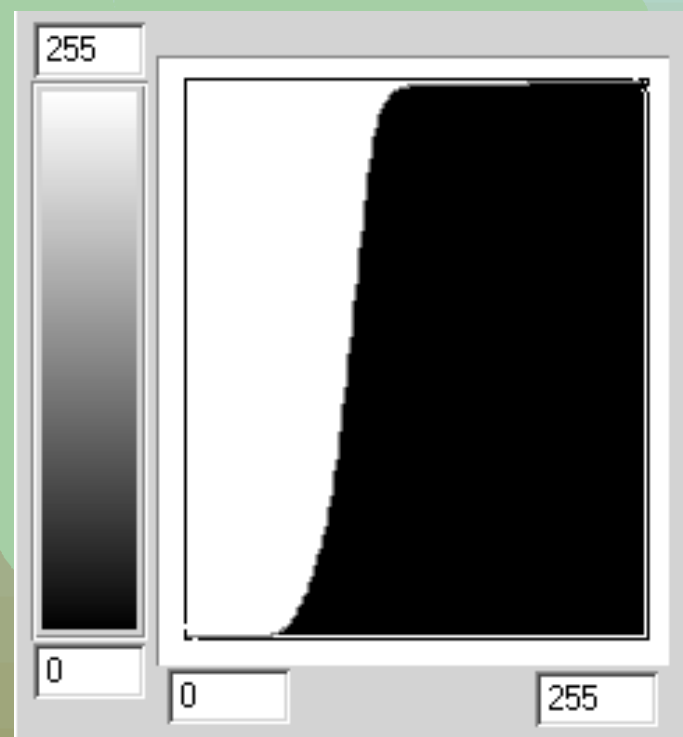
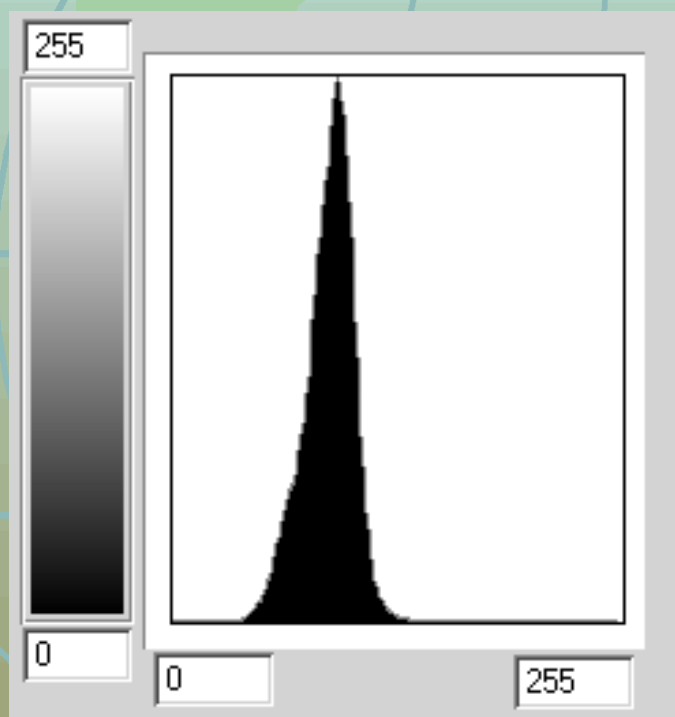
A digitális kép





A digitális kép

A hisztogram



A hisztogram

A digitális kép

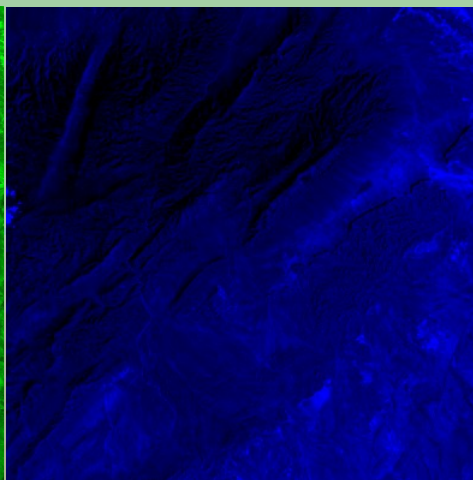
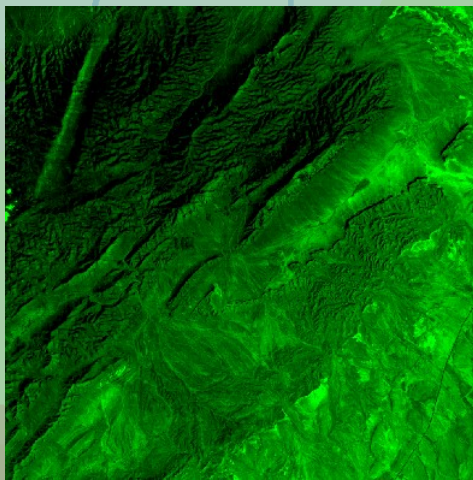
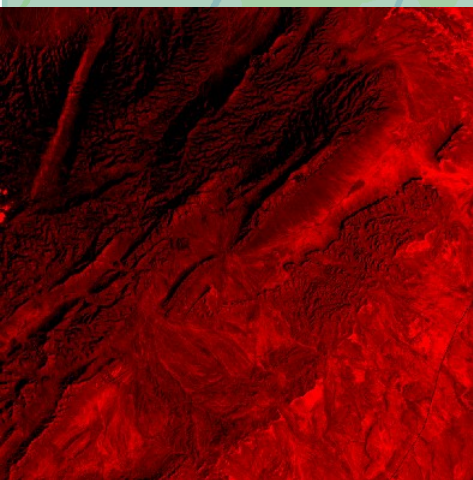




A digitális kép

A hisztogram

Hisztogram kiegyenlítés előtt

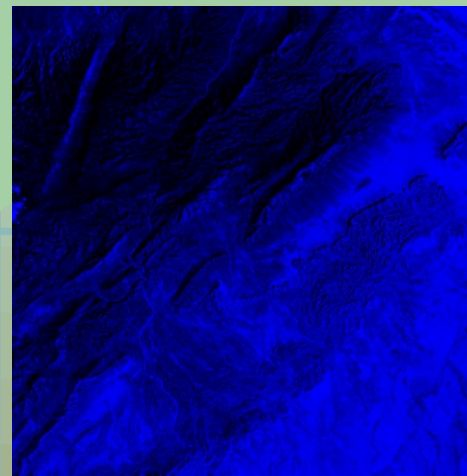
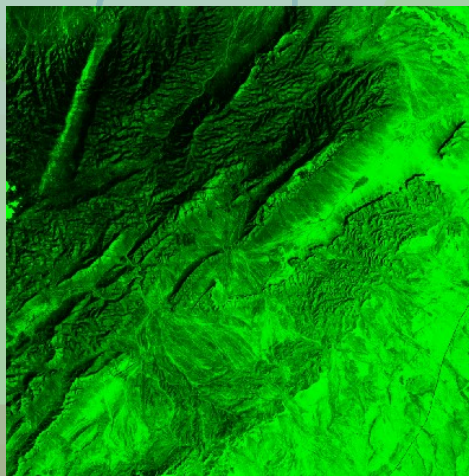
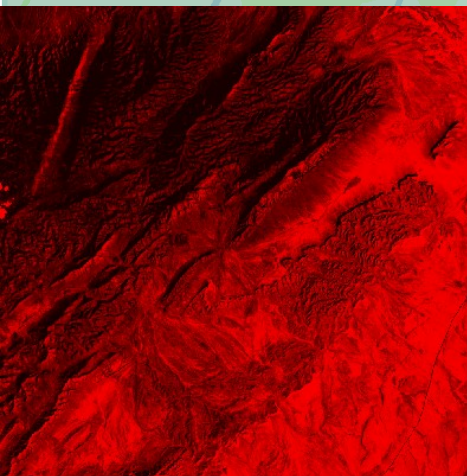




A digitális kép

A hisztogram

Hisztogram kiegyenlítés után



Az adatnyerés eszközei



Multispektrális űrfelvételek
(pl. LANDSAT MSS)



Topográfiai térképek
Gravitációs térképek



Geológiai térképek
Talajtani térképek



Az adatnyerés eszközei

Meteorológiai műholdak

Az időjárás változásainak figyelemmel kísérésére geostacionárius pályán (mindig ugyanazon földi pont fölött tartózkodó) keringő műhold rendszerek keringenek a Föld körül, amelyek folyamatosan figyelik a számunkra belátható területrészeket, és küldik a képeiket a földi feldolgozó központokba.

Erőforráskutató műholdak

A LANDSAT műholdrendszereket erőforráskutató célra fejlesztették ki. Idővel változtak kezdeti paraméterei, de a fő célkitűzés, hogy a rendszer legyen alkalmas a Föld felszín egészének szisztematikus, előre megtervezhető és megismételhető megfigyelésére, nem változott.

Légi leképező rendszerek

A felszín spektrális letapogatásának következő eszközei a légi, repülőre szerelt szkennerek. Működési elvük hasonló a műholdra szerelt eszközökéhez.

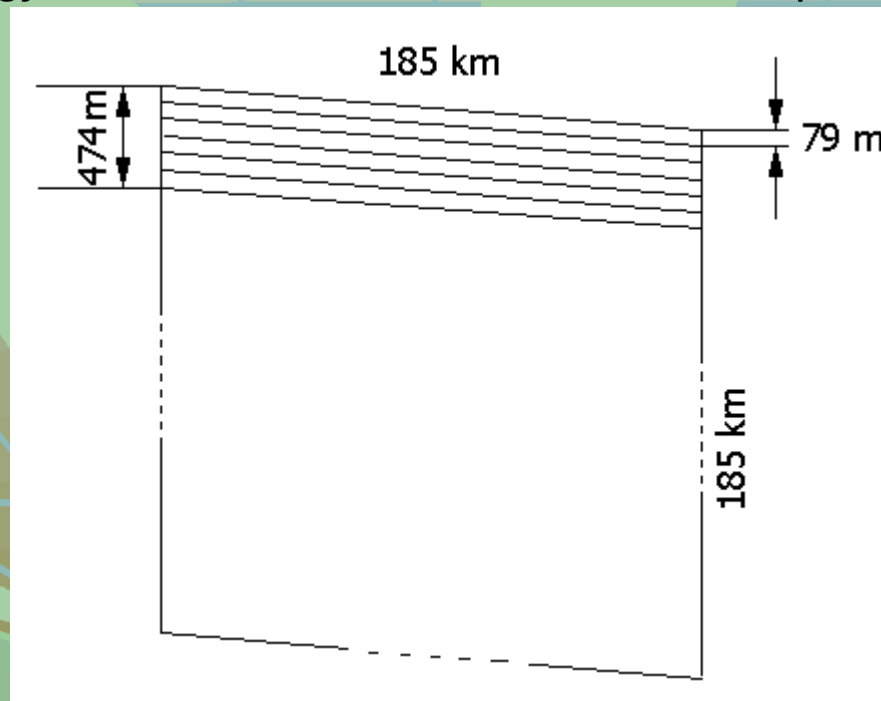
Az adatnyerés eszközei



Erőforráskutató műholdak

LANDSAT

Speciális pályán keringenek ezek az eszközök, aminek következtében ugyanazon felszíni pont fölött nagyjából ugyanazon helyi időben haladnak el. Keringési magasságuk 920 km (MSS) illetve 705 km (TM). A LANDSAT-en belül is többféle rendszer létezik. Ezek egyike a Multispectral Scanner, amely egy 185*185 kilométeres területet képez le négy különböző frekvencia sávban (későbbi verziókban további két sávval bővült). A detektorok vagy kamerák egy 79 (81) m széles sávban pásztázzák a felszínt. Egyszerre egy 474 m széles sávban keletkezik kép



Az adatnyerés eszközei

LANDSAT

Az előbbi ábráról látható, hogy a legkisebb, homogén optikai állapotú terület 79×79 méteres, vagyis egy pixel egy ekkora területet szimbolizál a Föld felszínén. Keringési magasságuk 920 km.

A LANDSAT másik ismert rendszere a LANDSAT TM (Thematic Mapper), ami sokban hasonlít a MSS rendszerhez, de spektrális felbontása jobb, mivel hét frekvencia sávban tapogatja le a felszínt. A thematic mapper az MSS-hez hasonlóan 185 km széles területet tapogat le, de kamerái térbeli felbontása jobb (30m), továbbá mechanikai felépítése, és letapogatási módszere is eltérő.

Számunkra, mint a képek felhasználói számára a térbeli és a spektrális felbontás a két legfontosabb paraméter. Keringési magasságuk 705 km. A thematic mapper hét frekvencia sávja úgy lett megállapítva, hogy az erőforráskutatást a legjobban támogassa. Ennek megfelelően a frekvencia sávok a következők:

Az adatnyerés eszközei



LANDSAT TM

BLUE	0.45 – 0.52 μm
GREEN	0.52 – 0.6 μm
RED	0.63 – 0.69 μm
Near INFRA RED	0.76 – 0.9 μm
Near INFRA RED	1.55 – 1.75 μm
Middle INFRA RED	2.08 – 2.35 μm
THERMAL	10.4 – 12.5 μm

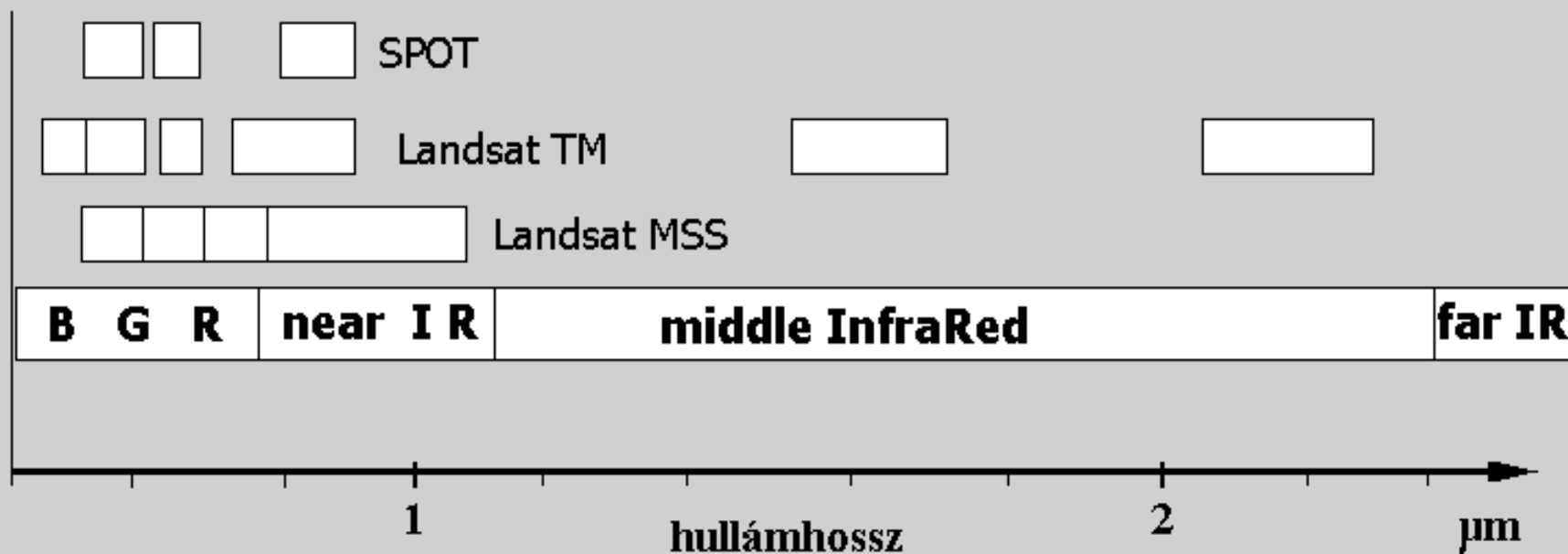
Az adatnyerés eszközei



SPOT

A következő műholdrendszer a SPOT. Térbeli felbontása jobb bármelyik LANDSAT rendszernél, de spektrális felbontása szerényebb. Keringési magassága 832 km, a legnagyobb pásztázott felszíni területe $60^{\circ}60$ km. Kétféle leképezési módban dolgozik, az egyik a multispektrális üzemmód, a másik a panchromatikus (csak intenzitásérzékeny). Multispektrális üzemmódban három frekvenciasávban (RGB) dolgozik, $20^{\circ}20$ méteres térbeli felbontással, míg panchromatikus üzemmódban egyetlen, a látható sávot nagyjából lefedő, sávban dolgozik, $10^{\circ}10$ m-es térbeli felbontással.

Az adatnyerés eszközei



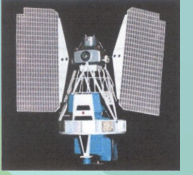
Az adatnyerés eszközei



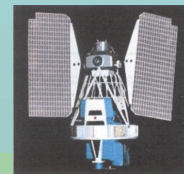
Zavaró tényezők és korrekciók

A műholdak képalkotását számtalan tényező zavarja, amit korrigálni kell, mielőtt elemzésekhez használnánk őket. Néhány ezek közül:

- A légkörön áthaladó fény szóródást szenved (a különböző színek eltérő mértékben)
- A légkörön áthaladó fény megtörik (a különböző színek eltérő mértékben)
- A szkennerek kimenő jele nem teljesen lineárisan arányos a bemenő jellel, vagyis a keletkezett kép nem lesz pontosan olyan, mint a valóság.
- Letapogatáskor a Föld kissé elforog szkennel elöl, tehát torzul a keletkezett kép.
- Panoráma hatás, vagyis a kép szélei felé torzul a leképezett felszín elem, mivel egyre laposabban lát rá a Föld felszínére a kamera.
- A Föld görbületéből származó torzulás



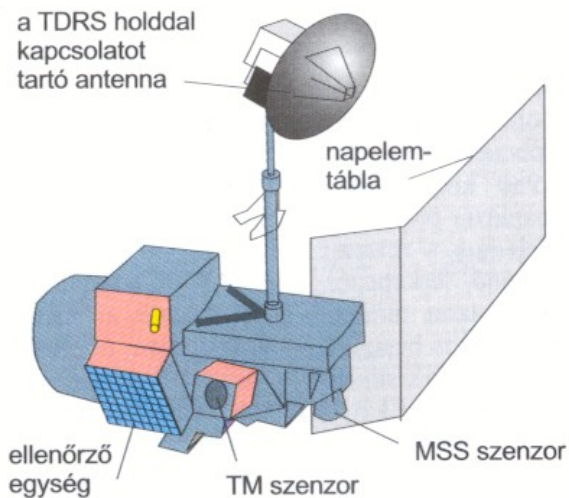
Földmegfigyelő (Erőforrás- kutató) műholdak és szenzorok



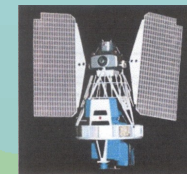
A Landsat műholdcsalád

Mint korábban megemlítettük, hogy számos meteorológiai műhold adatai alkalmasak a Föld felszínének vizsgálatához is, azonban ezek az adatok nem optimalizáltak a felszín jelenségeinek vizsgálatához (nem ez az elsődleges funkciójuk).

Bár az első meteorológiai műholdképek nagy sikert arattak a 60-as években, az első földmegfigyelő műhold pályára állítására csak 1972-ben került sor. Ez a műholdcsalád – Landsat – amely napjainkig 7 taggal rendelkezik, forradalmasította az automatikus multispektrális felszíni adatgyűjtés technológiáját, és mindmáig az egyik legtöbbet és legváltozatosabb vizsgálatokra alkalmas felvételeket készíti.



D) A Landsat 4 és 5 műhold



A Landsat műholdcsalád

A Landsat műholdcsalád tagjai és működési idejük

Landsat 1 (ERTS-1)	1972.07.23. – 1978.01.06.	MSS, RBV
Landsat 2	1975.01.22. – 1982.02.25.	MSS, RBV
Landsat 3	1978.03.05. – 1983.03.31.	MSS, RBV
Landsat 4	1982.07.16. – 1993.12.14.	TM, MSS
Landsat 5	1984.03.01. --	TM, MSS
Landsat 7	1999.06.19. --	ETM+

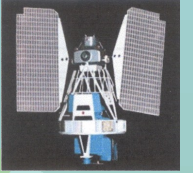
A műholdon működő szenzorok:

RGB – Return Beam Vidicon

MSS – Multispektral scanner

TM – Thematic Mapper

ETM+ – Enhanced Thematic Mapper



A Landsat műholdcsalád

A Landsat program több körülménynek köszönheti sikerét:

- A Föld megfigyelésekhez kiválóan illeszkedő spektrális sávok megválasztásának,
- A nagyon jó geometriai felbontásnak,
- A jó területi fedettségnek (a felvétel jól megválasztott szélességének és a
- nem túl hosszú visszatérési időnek)

Az 1972 óta készített hatalmas mennyiségű archivált felvétel hosszú idejű változás-vizsgálatokat tesz lehetővé. Valamennyi Landsat műhold kvázipoláris pályán, 700-900 km magasságban, 18 (Landsat 1,2,3,) ill. 16 (Landsat 4,5,7) naponkénti visszatérési idővel rendelkezik. Valamennyi Landsat műhold a reggeli órákban repül át az egyenlítő fölött, ezzel biztosítva az azonos megvilágítási feltételeket.

A Landsat 7 műhold technikai jellemzői:

Fellövés éve: ill. 1999

Pályamagasság: 705,3 km

Pályatípus: kvázipoláris, kör
kör alakú, napszonkron

Egy keringés ideje: 98,9 perc
(14/nap)

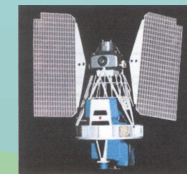
Egyenlítői áthaladás: 10:00 de ± 15
perc

Visszatérési idő: 16 nap az Egyenlítőnél

Inklináció: 98,2°

Terület: 185*185 km.

A Landsat műholdcsalád

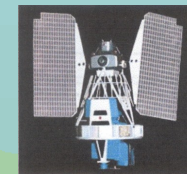


A Landsat MSSS spektrális sávjai és geometriai felbontása:

Spektrális sávok		Spektrális sáv szélessége (µm)
Landsat-1, -2, -3	Landsat -4, -5	
MSS 4	MSS 1	0,5 – 0,6 (zöld)
MSS 5	MSS 2	0,6 – 0,7 (vörös)
MSS 6	MSS 3	0,7 – 0,8 (közeli infravörös)
MSS 7	MSS 4	0,8 – 1,1 (közeli infravörös)

A Landsat TM és +ETM spektrális sávjai és geometriai felbontása:

Spektrális sávok	Spektrális sáv szélessége (µm)	Geometriai felbontás (m)
TM 1	0,45 – 0,52 (kék)	30
TM 2	0,52 – 0,60 (zöld)	30
TM 3	0,63 – 0,69 (vörös)	30
TM 4	0,76 – 0,90 (közeli infravörös)	30
TM 5	1,55 – 1,75 (középső infravörös)	30
TM 6	10,42 – 12,50 (termális infravörös)	120 (ETM+ = 60)
TM 7	2,08 – 2,35 (középső infravörös)	30
ETM +	0,52 – 0,90 (pankromatikus)	15



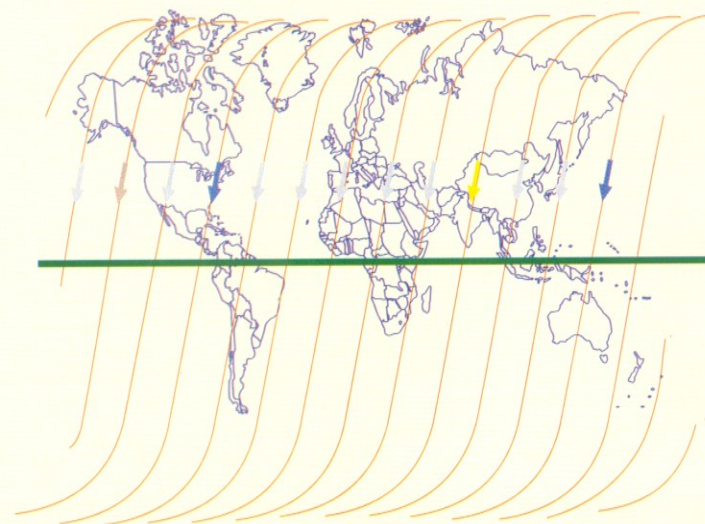
A Landsat műholdcsalád

A műholdak napszinkron, kvázipoláris pályán keringenek, amely az É 81° és a D 81° között teljes fedést biztosít.

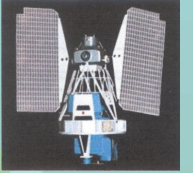
A napszinkron pálya azonos szélességen azonos időpontú áthaladást biztosít. Az Egyenlítő felett valamennyi Landsat műhold leszálló ágban 9:30 és 10:00 óra helyi időben halad át.

A Landsat pásztázási szélessége 185 km. Az Egyenlítőn a szomszédos pásztázási pálya között 7,6 %-os átfedés van, a 60° szélességen a két szomszédos pásztázott pálya között az átfedés már 54 %-os.

A Landsat 1 – 3 visszatérési ideje 18 nap volt, a Landsat 4 – 7 visszatérési ideje 16 nap.



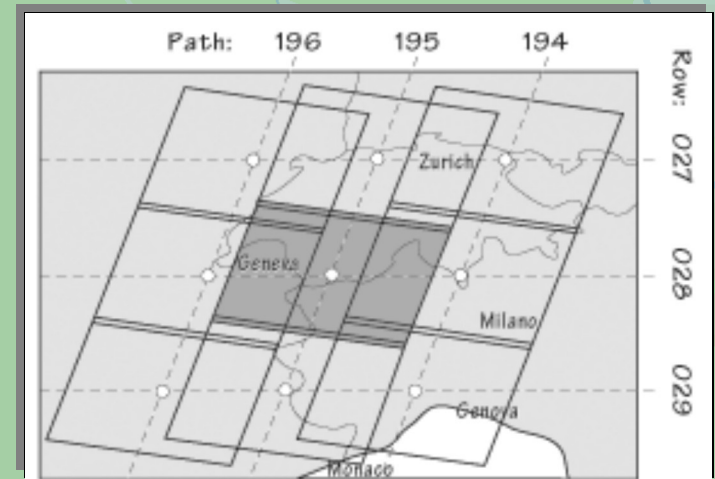
C) A Landsat holdak pályájának felszíni vetülete egy napra vonatkozóan

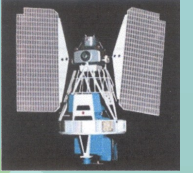


A Landsat műholdcsalád

16 nap alatt a Landsat 233 fordulatot tesz meg a Föld körül. Erre épül a Földi Referencia Rendszer. A WRF pásztázási sávokból és a sávokra merőleges sorokból álló háló. A pásztázási sávok és sorok metszéspontjai – a képek nominális középpontja – szolgál a Landsat képek azonosítására. A WRS keletről nyugatra haladva 233 pásztázási sávra és északról dél felé haladva 122 sorra osztja a Föld felszínét.

A Landsat 1, 2, 3 műholdak Földi Referencia Rendszere némileg eltér a Landsat 4, 5 és 7 műholdakétól. Az elő három műhold esetében a visszatérési idő 18 nap, a pásztázási sávok száma 251, de a sorok száma azonos valamennyi műholdnál.

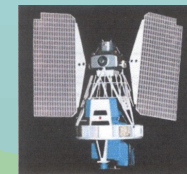




A Landsat műholdcsalád

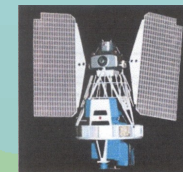
A Landsat adatok vétele az egész világon különböző helyeken telepített vevőállomásokon történik.





A Landsat műholdcsalád

Spektrális sávok	Spektrális sáv szélessége (µm)	Alkalmazási területek
TM 1	0,45 - 0,52	Talaj/növénytakaró elválasztása; self/tengerpart térképezése, mesterséges felszínek (pl. települések) térképezése
TM 2	0,52 - 0,60	Növénytakaró térképezése, mesterséges felszínek azonosítása
TM 3	0,63 - 0,69	növénnyel fedett és kopár felszínek elválasztása; mesterséges felszínek azonosítása
TM 4	0,76 - 0,90	növénytípusok azonosítása, zöldtömeg meghatározás, növényi vitalitás mérés, vízfelszínek térképezése, talajnedvesség térképezése
TM 5	1,55 - 1,75	talajnedvesség és növényi nedvességtartalom vizsgálata, felhősség és hótakaró megkülönböztetése
TM 6	10,42 - 12,50	saját hőkibocsátás térképezése (növényi stressz, hőszennyezések)
TM 7	2,08 - 2,35	közzettípusok megkülönböztetése; növényi nedvességtartalom térképezése



A Landsat műholdcsalád

Képméreték:

Teljes kép (full scene)

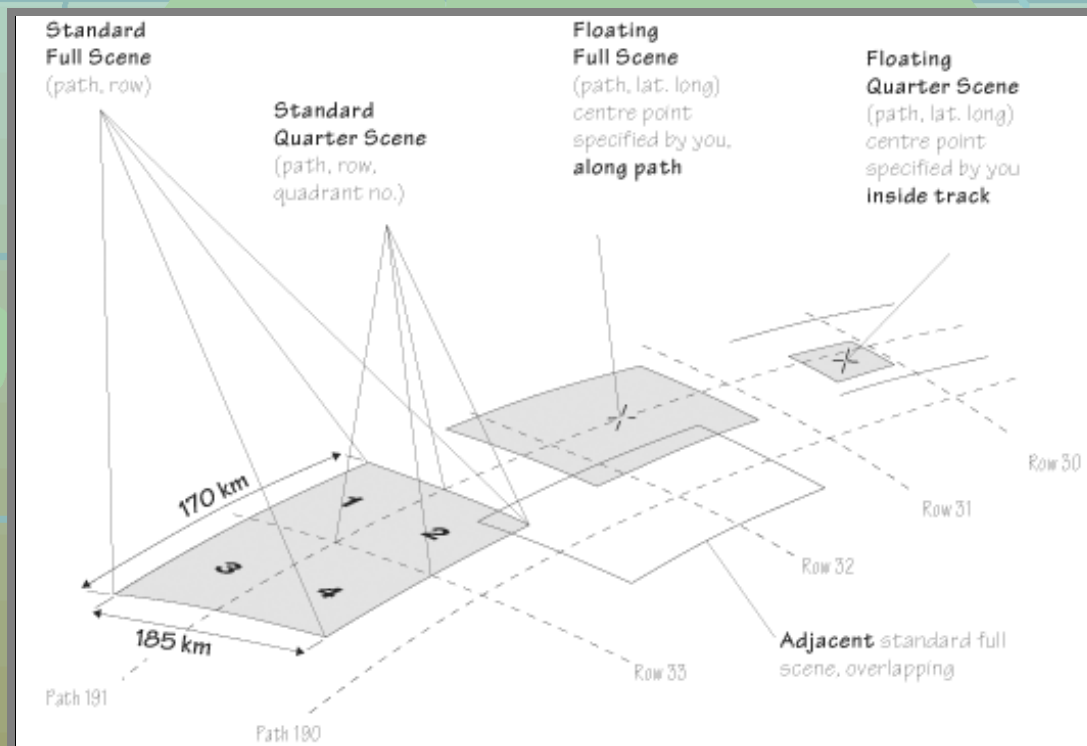
- Negyed kép (quarter scene)
- Mini kép (mini scene)
- Mikro kép (micro scene)

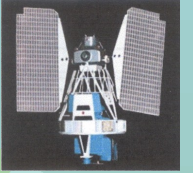
Képek elmozdítása (floating):

- Csak felvételi sávon belül

Képek rendelése:

- <http://www.eurimage.com>





A Landsat műholdcsalád

Három spektrális sávkép megfestése az RGB színskála szerint:



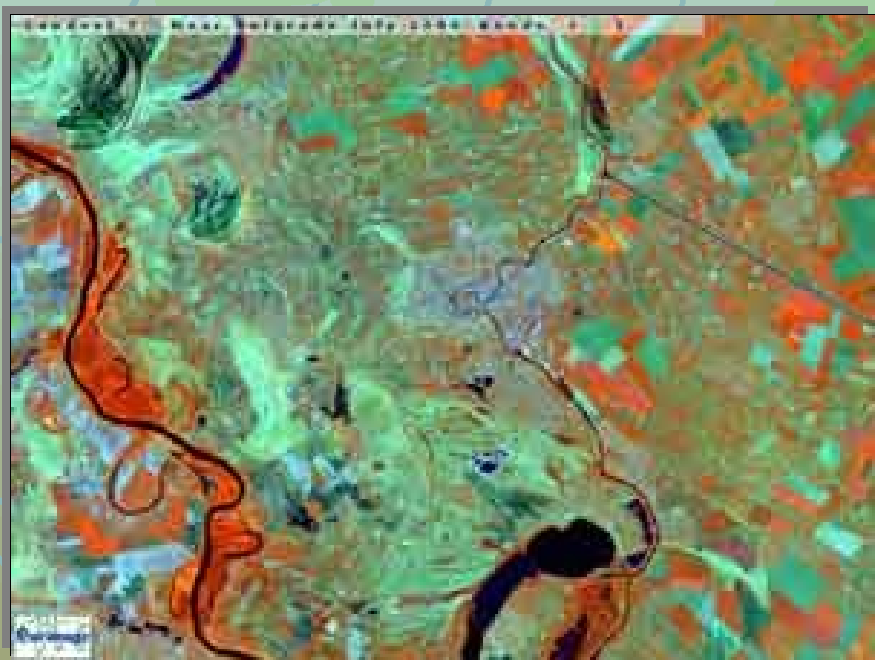
TM 321



TM 321 + PAN

A Landsat műholdcsalád

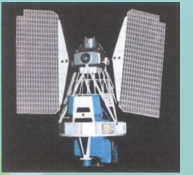
Három spektrális sávkép megfestése az RGB színskála szerint:



TM 453

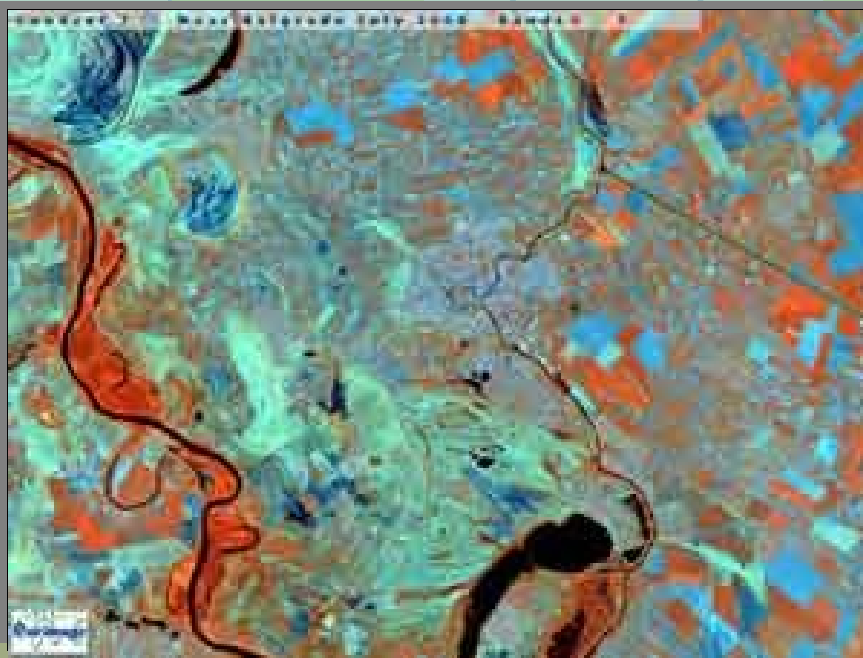


TM 453 + PAN

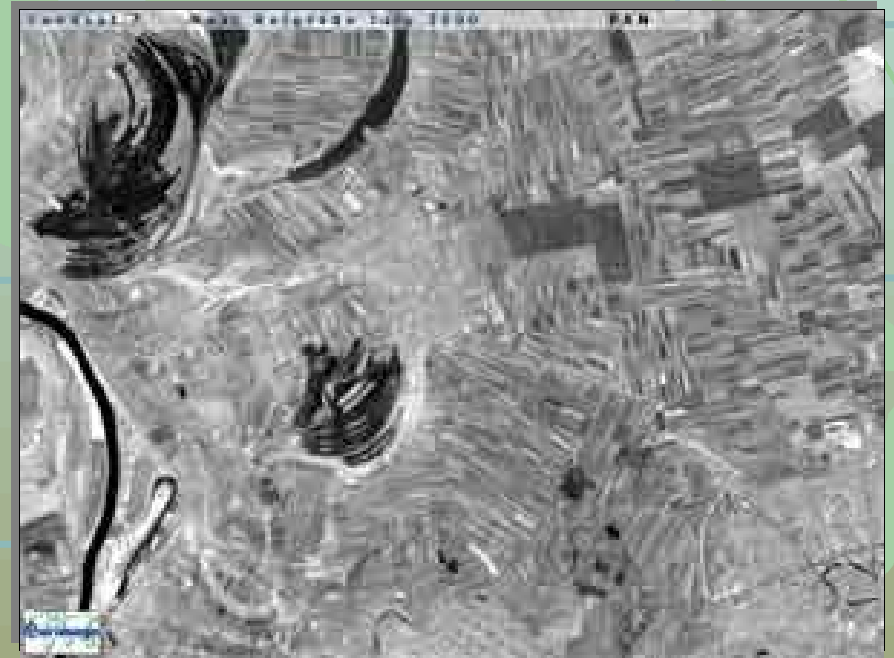


A Landsat műholdcsalád

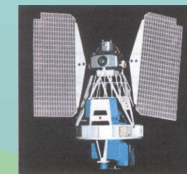
Három spektrális sávkép megfestése az RGB színskála szerint



TM 457



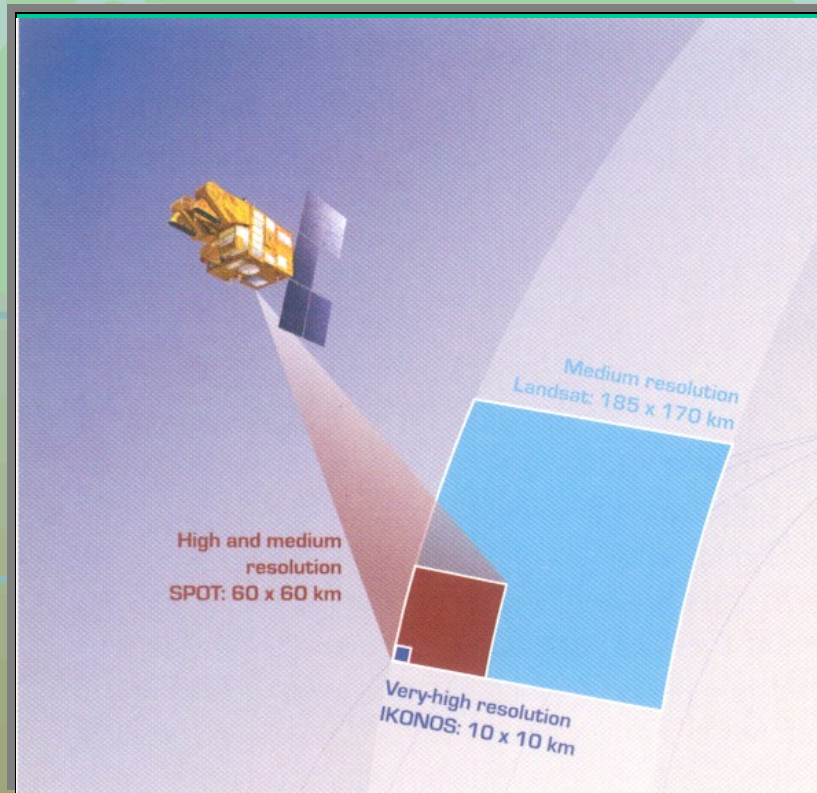
PAN



A Landsat műholdcsalád

A különböző erőforrás-kutatási célú szenzorok által készített felvételek területi arányai:

- Landsat MSS, TM (185x170 km)
- IRS LISS-III (141x141 km)
- IRS PAN (70x70 km)
- SPOT XS, P, XI (60x60 km)
- IKONOS MS, PAN (10x10 km)

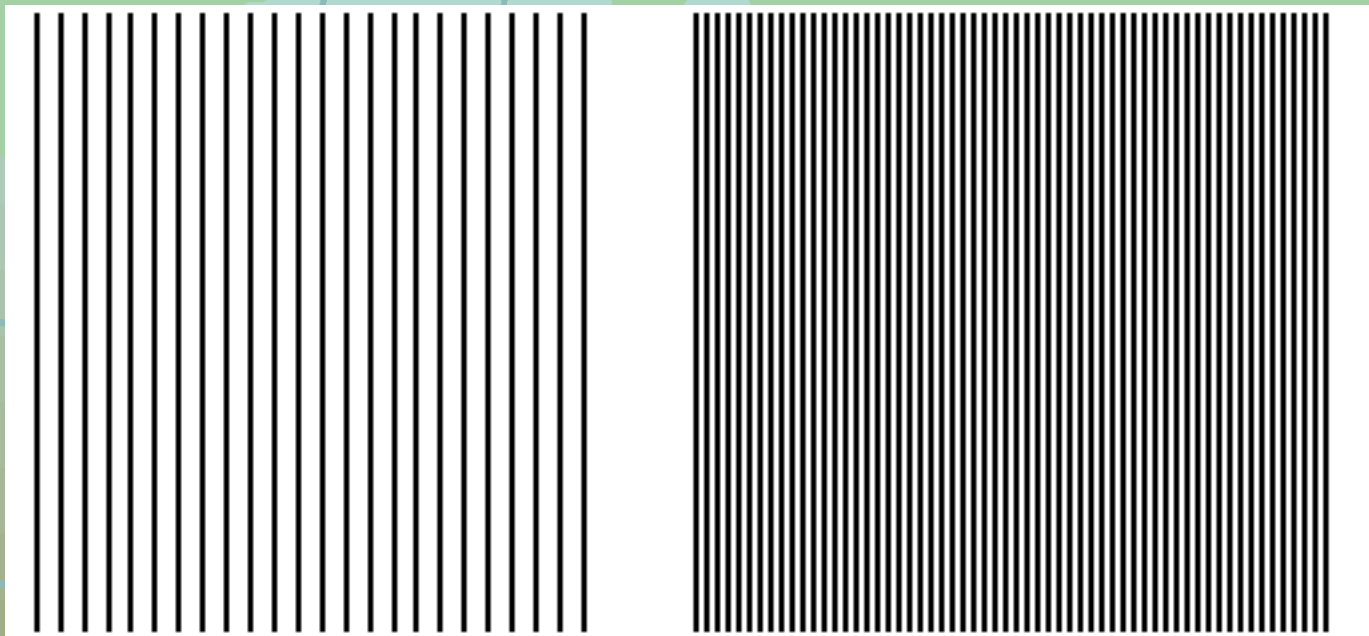




Digitális szűrési eljárások



Térbeli frekvencia

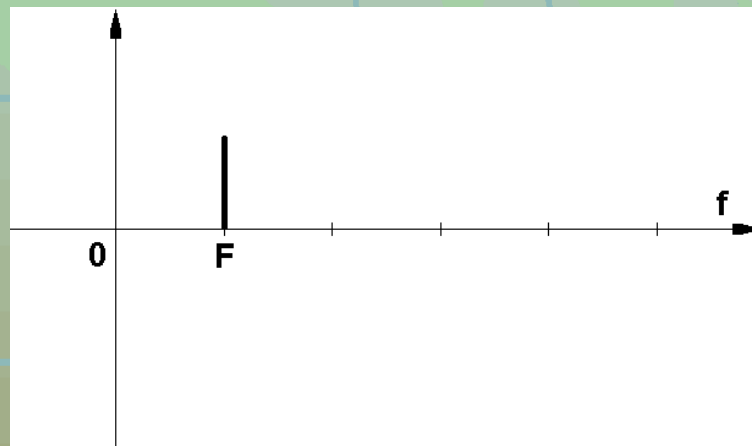
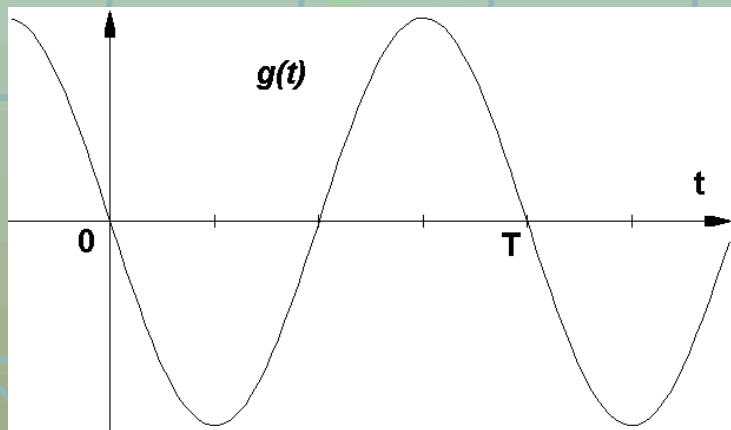




A képfeldolgozás matematikai alapjai

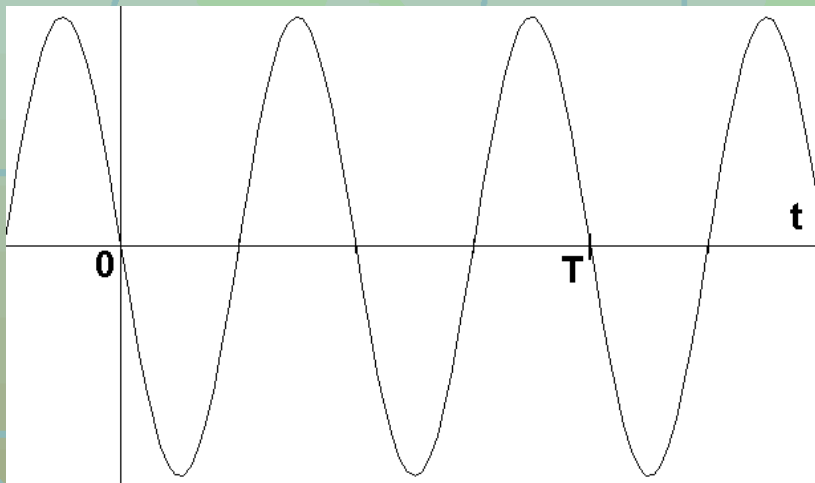
Időtartomány, frekvencia tartomány

Példaképpen ábrázoljunk egy T periódusidejű szinuszfüggvényt ($F=1/T$)

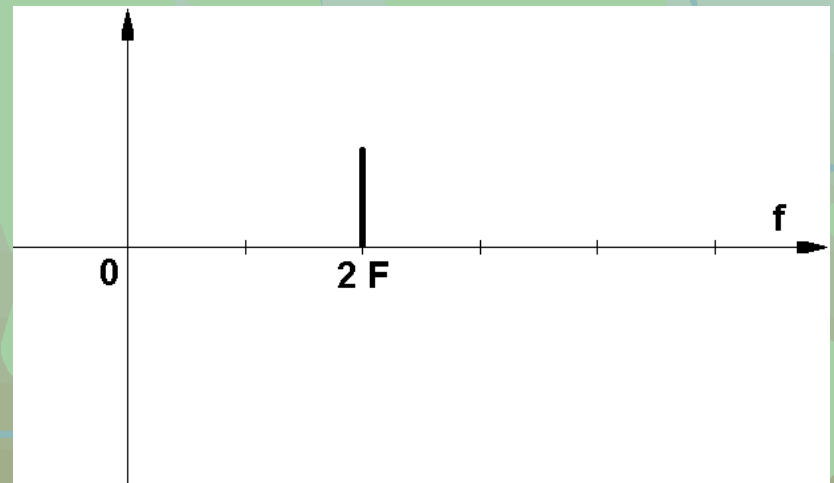




Időtartomány, frekvencia tartomány



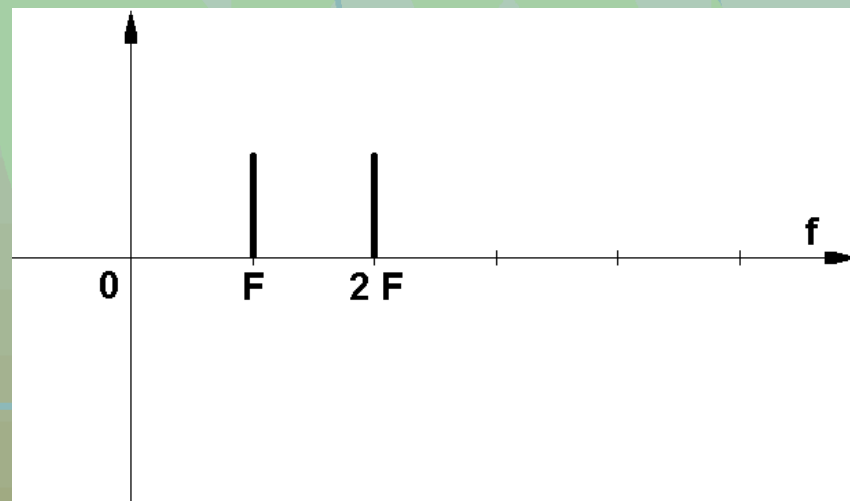
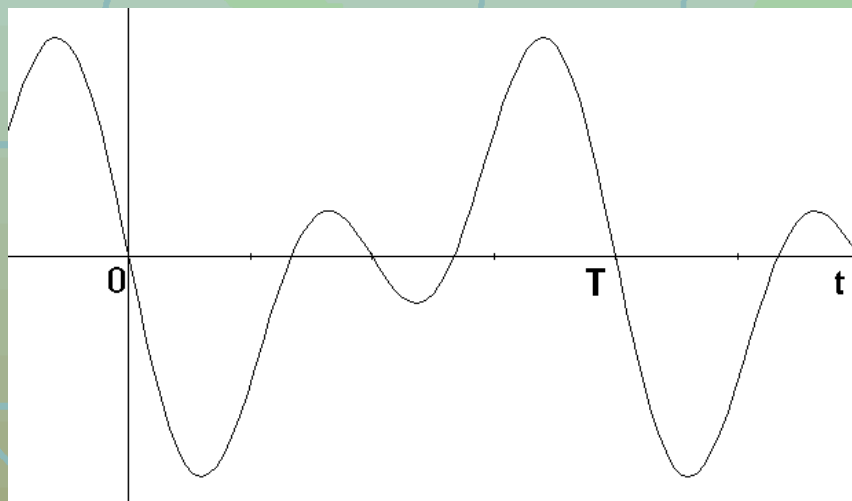
Időtartomány



frekvenciatartomány



Időtartomány, frekvencia tartomány





A Fourier sorfejtés

Legyen $g(t)$ egy T periódusidejű periódikus függvény, azaz

$$g(t) = g(t + kT)$$

Fourier, híres francia matematikus kimutatta, hogy a $g(t)$ függvény felírható a következő sorfejtés segítségével:

$$g(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} 2a_k \cos \frac{2\pi}{T} kt + \sum_{k=1}^{\infty} 2b_k \sin \frac{2\pi}{T} kt$$

ahol

$$\cos \frac{2\pi}{T} t, \quad \sin \frac{2\pi}{T} t$$

az ún. alapharmonikusok, míg a sorfejtés további függvényei a k -adik felharmonikusok, az $a_1, \dots, a_k$ együtthatók pedig az ún. Fourier együtthatók



ezen együtthatók meghatározhatók a következő módon:

$$a_k = \frac{1}{T} \int_a^{a+T} g(t) \cos \frac{2\pi}{T} kt dt$$

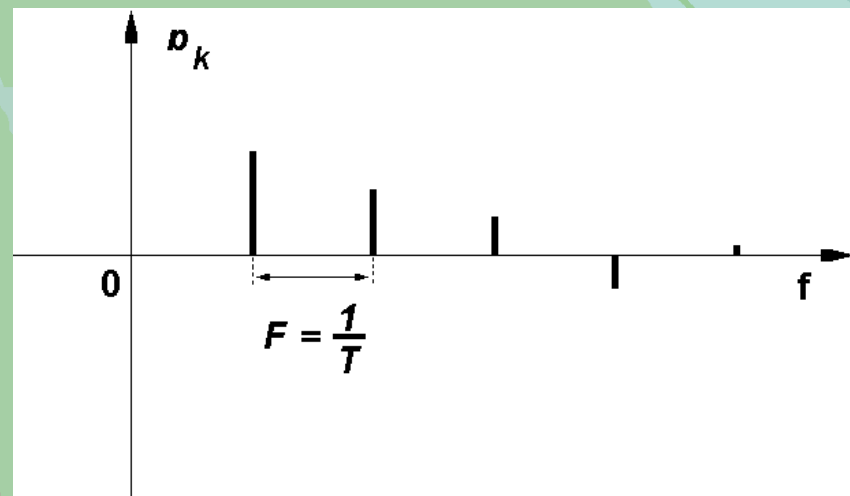
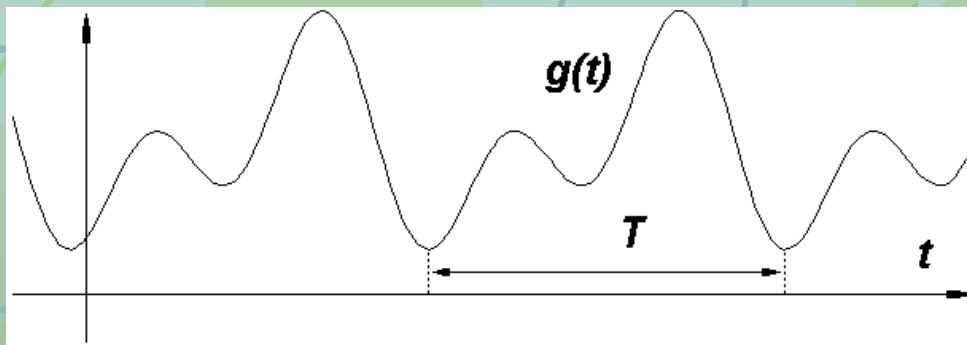
illetve

$$b_k = \frac{1}{T} \int_a^{a+T} g(t) \sin \frac{2\pi}{T} kt dt$$

Másképpen fogalmazva a Fourier sor bármely tagjához tartozó a_0 , a_k , b_k együtthatók arányosak a sorbafejtendő függvény és a sorfejtésben szereplő periódikus függvény szorzatának a T periódushosszra vett átlagával (integráljával).

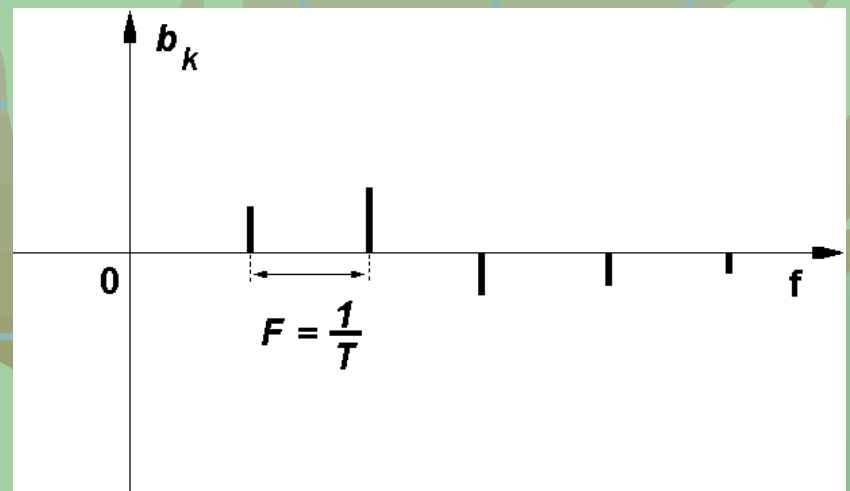


Nézzük meg a $g(t)$ függvényt, és ábrázoljuk az együtthatókat, vagyis a függvény spektrumát.



Megállapítás:

Periodikus függvények spektruma vonalas, vagyis az F frekvencia egészszámú többszöröseinek megfelelő frekvenciák fordulhatnak csak elő a sorfejtésben.





Végezetül írjunk föl egy fontos azonosságot a komplex függvénytanból, amely a számítások egyszerűsítését sokszor teszi lehetővé.

$$g(t) = e^{i2\pi ft} = \cos(2\pi ft) + i \sin(2\pi ft)$$

ahol f a T periódusidő reciproka, $i = \sqrt{-1}$, e a természetes logaritmus alapszáma ($e=2.71823\dots$).

Ennek figyelembe vételével felírható minden $g(t) = g(t + T)$ periódikus függvény Fourier sora:

$$g(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n e^{i2\pi nt/T}$$

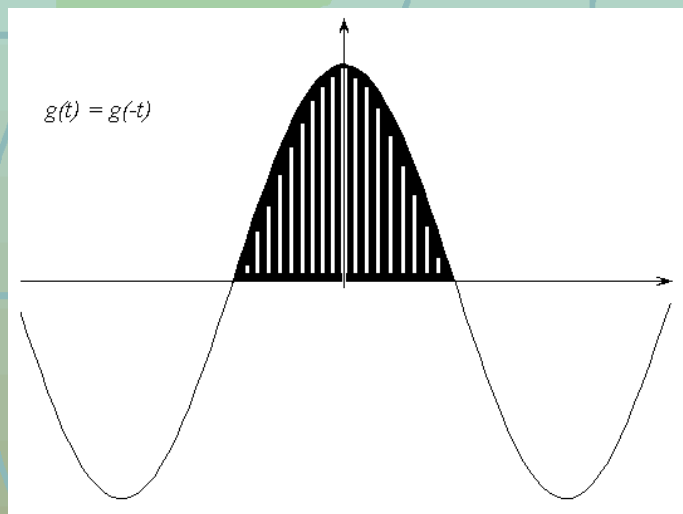
ahol a Fourier együtthatók:

$$C_n = \frac{1}{T} \int_0^T g(t) e^{-i2\pi nt/T} dt$$



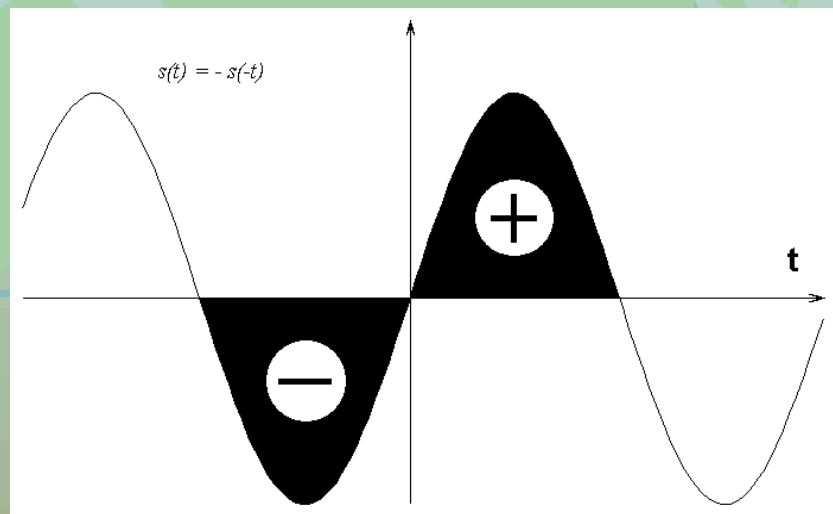
Nevezzük párosnak azokat a függvényeket,
amelyekre

$$s(t) = s(-t)$$



és páratlannak,
amelyekre

$$s(t) = -s(-t)$$

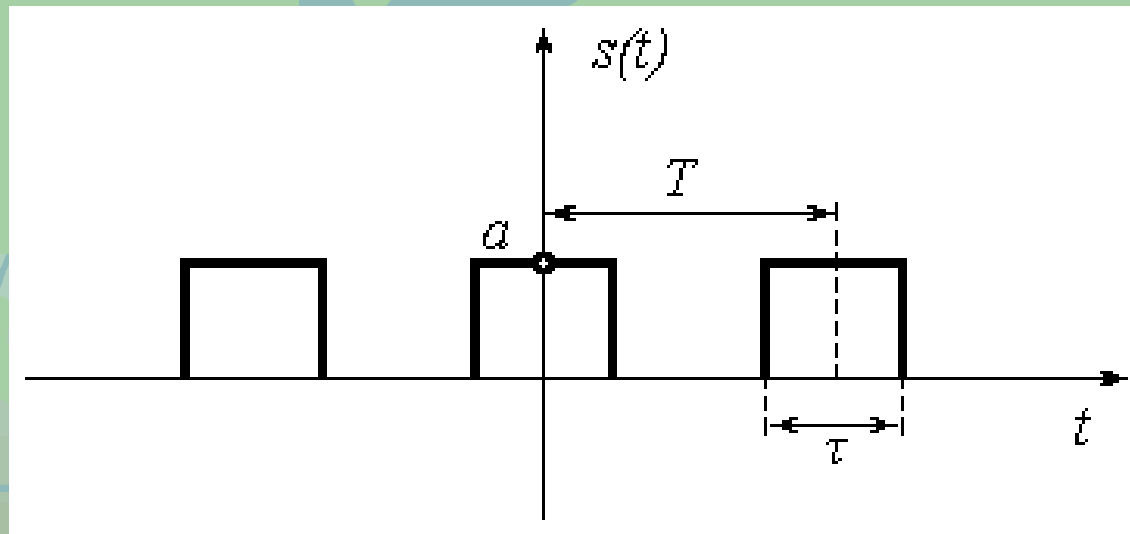


Fontos összefüggés, hogy a páratlan függvények origóra szimmetrikus intervallumon képzett integrálja 0, mivel a + és – területek kiejtik egymást az összegzés során, míg a páros függvényekre ugyanez az origótól jobbra eső tartományra vett integrál kétszerese.

Ebből következik, hogy páros függvények Fourier sora csak koszinusz függvényt tartalmaz, míg páratlan függvényeké csak szinuszos tagokat.



Vizsgáljuk meg a négyyszög impulzus sorozat Fourier sorát.

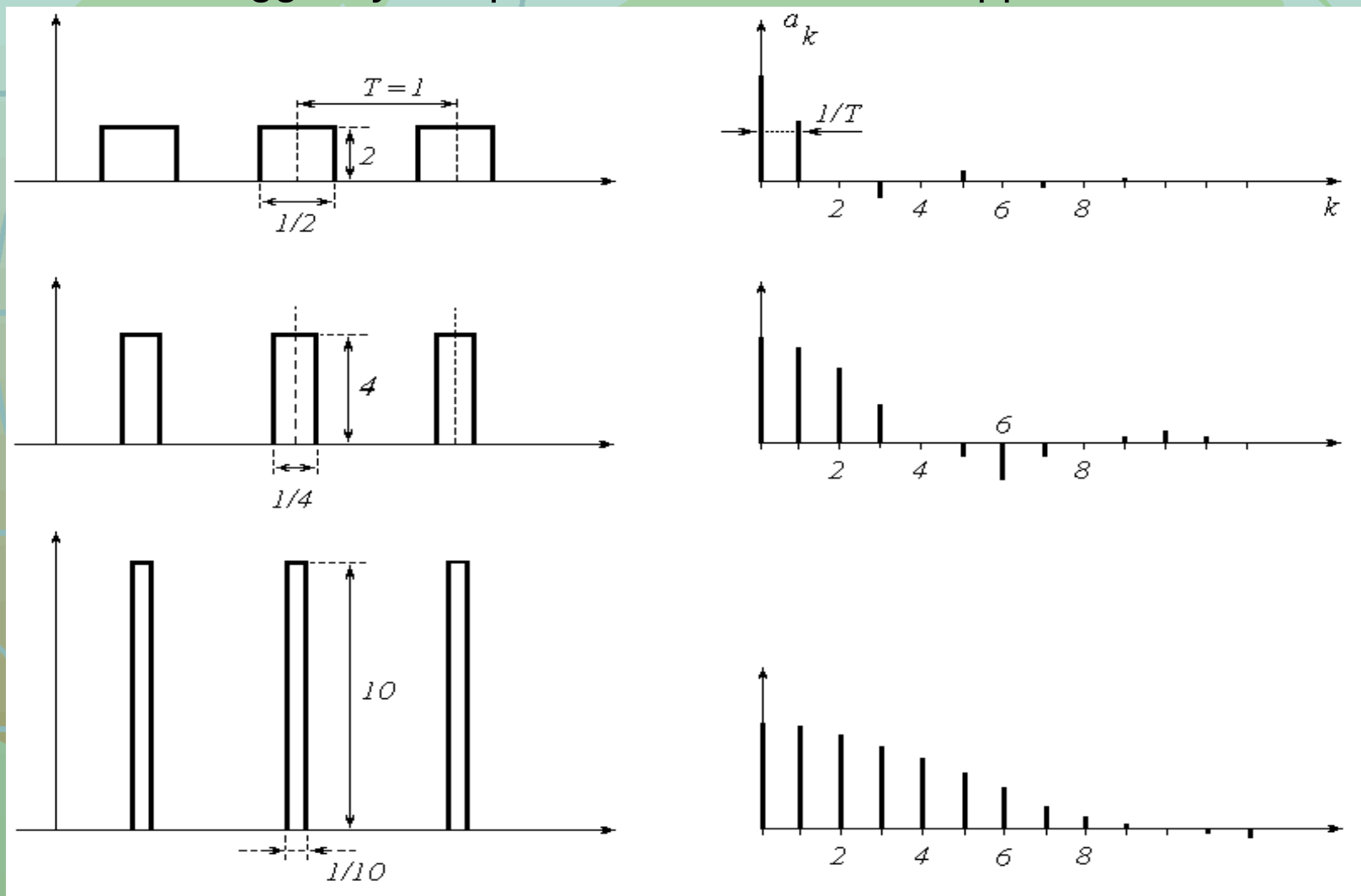


A T periódus idejű, τ hosszúságú és a magasságú négyyszög impulzus Fourier együtthatóinak kiszámításakor használjuk ki, hogy a négyyszög impulzus függvény páros, vagyis a Fourier együtthatók csak cosinus-szos tagokat tartalmaznak, vagyis a $b_k = 0$.

$$a_k = \frac{1}{T} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} a \cos \frac{2\pi}{T} kt dt = \frac{a\tau}{T} \frac{\sin(\pi n\tau/T)}{\pi n\tau/T}$$

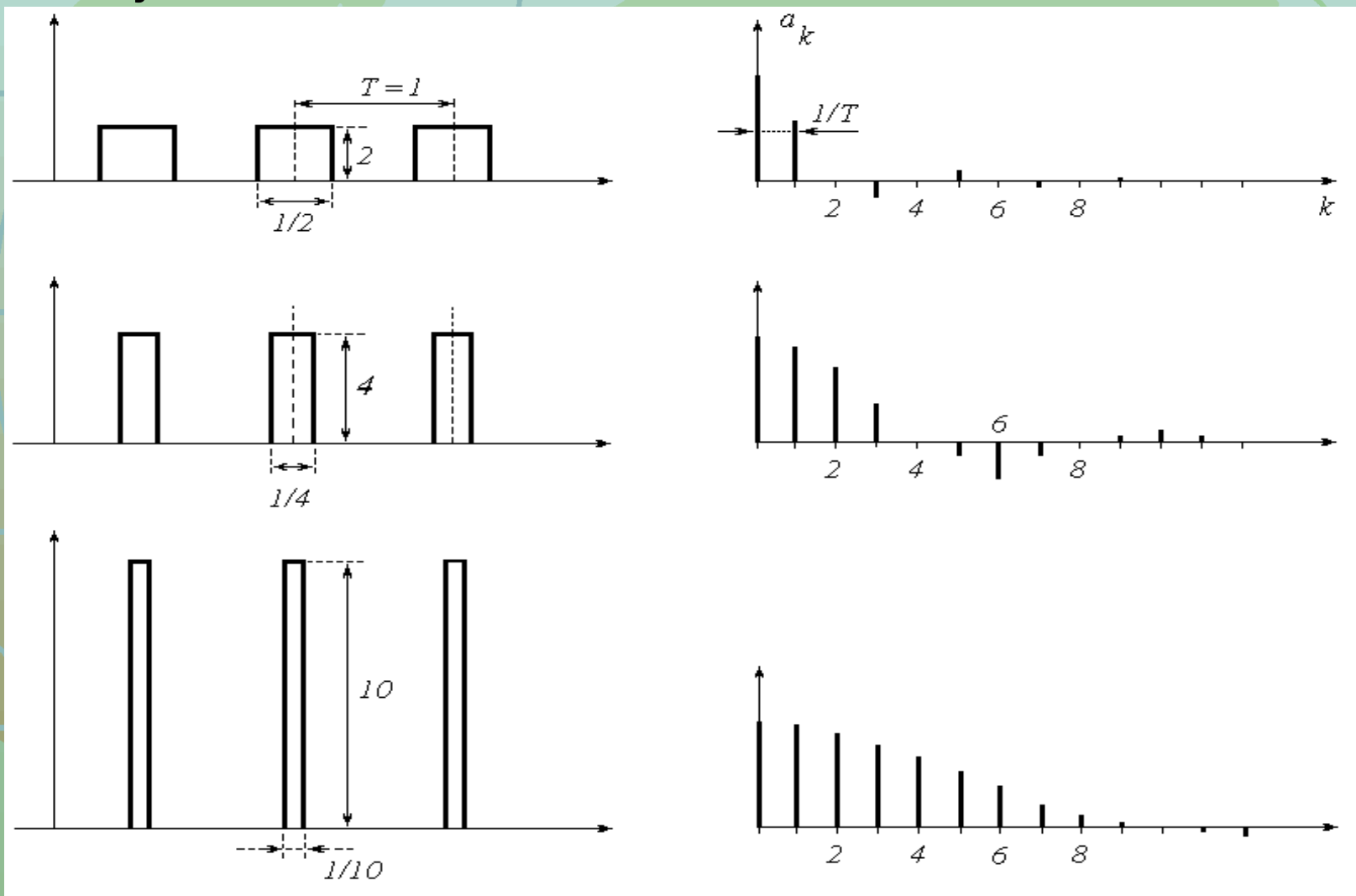


Időzzünk el kicsit a kapott eredménynél. Vizsgáljuk meg a formula viselkedését T , τ és a változtatásával. Állítsuk be úgy τ és a értékét, hogy az impulzusok területe egységnyi legyen, T -t pedig az egyszerűség kedvéért válasszuk egynek. Ekkor a függvény és spektruma a következőképpen alakul:



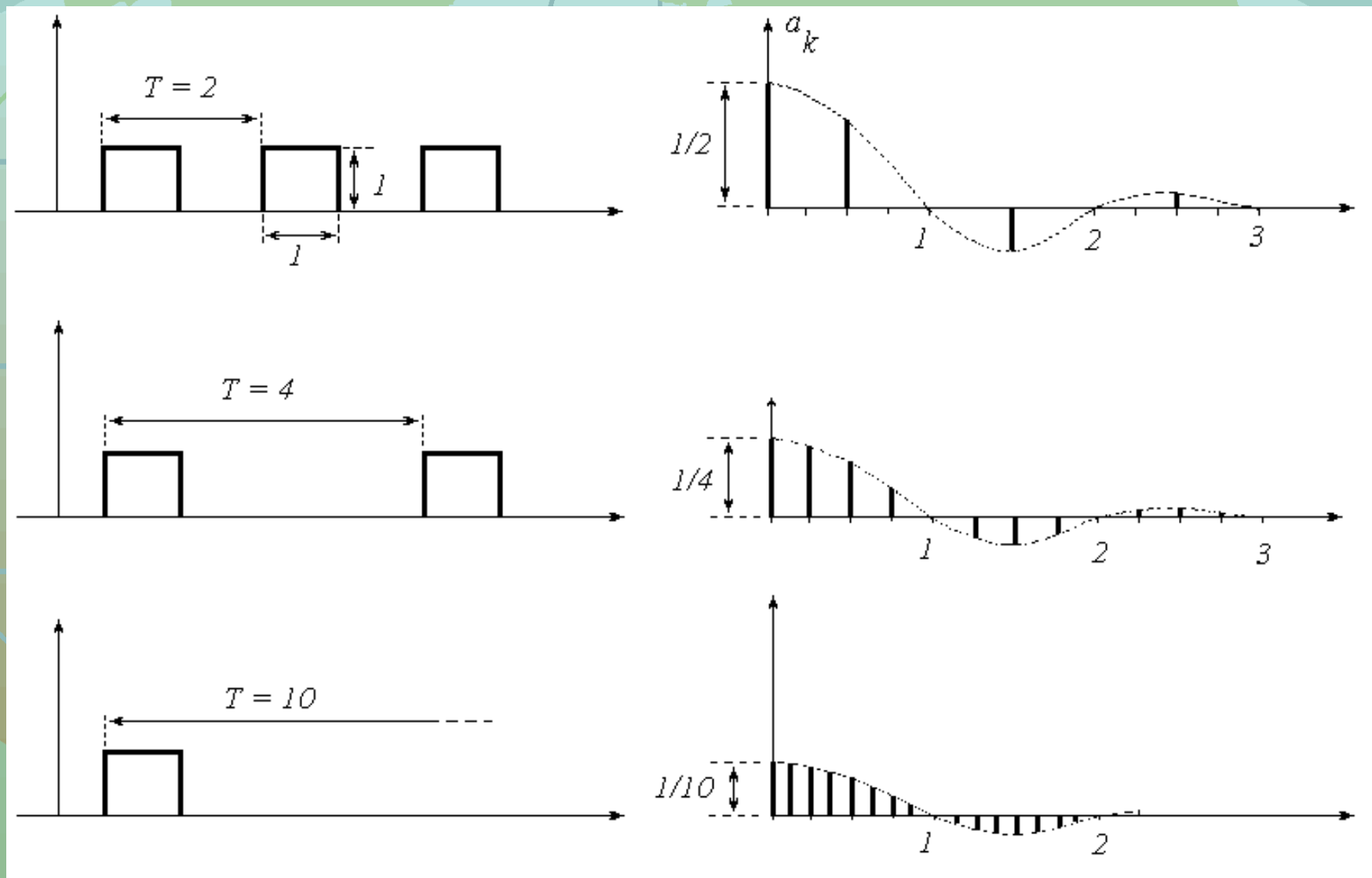


Ahogy keskenyedek a négyszög impulzus sorozat, úgy szélesedik a spektruma. A spektrum szélesedés egyben azt is jelenti, hogy minél keskenyebb a jelsorozat, annál több nagyfrekvenciás összetevői vannak a jelnek.



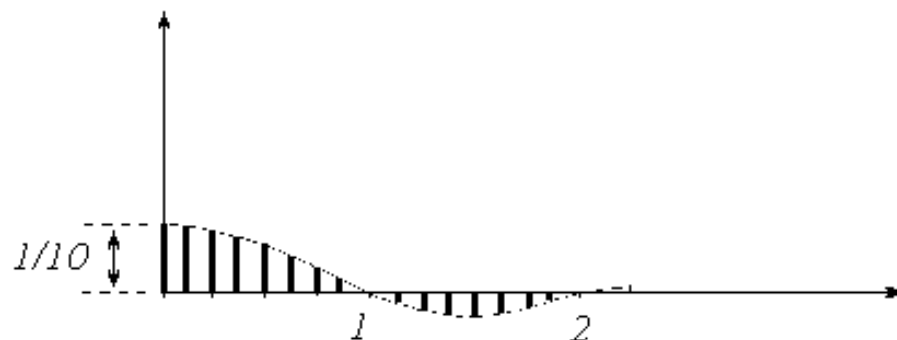
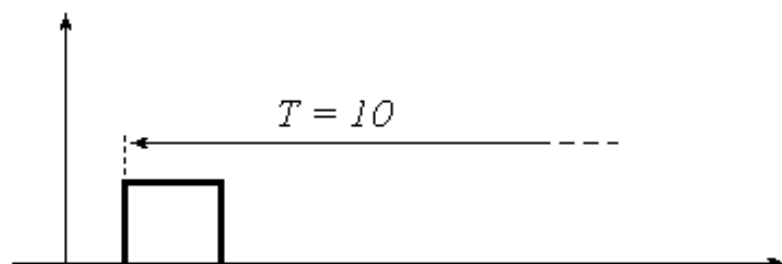
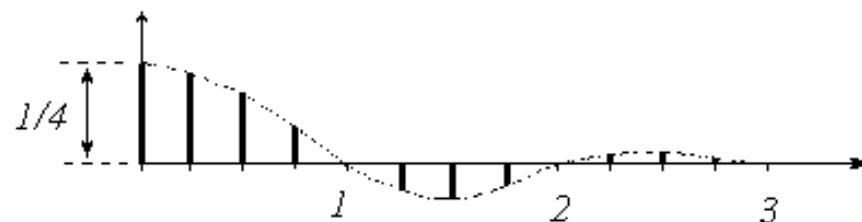
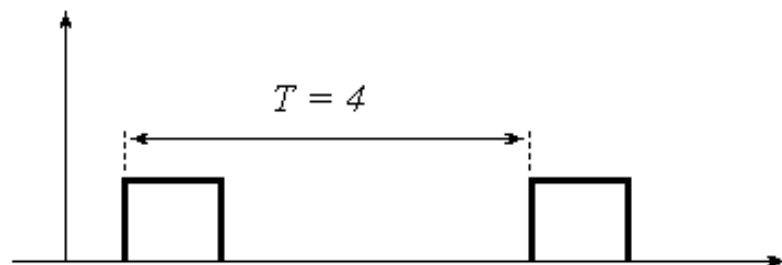
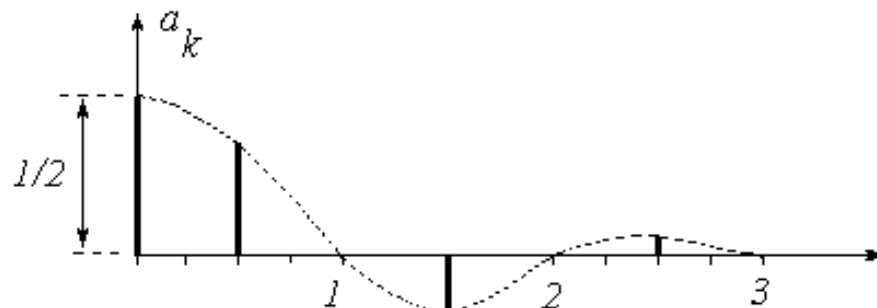
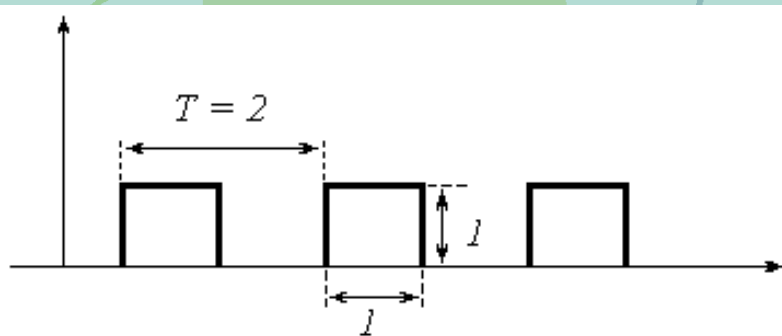


Most vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor a T periódusidő változásának hatására vagyunk kíváncsiak, ellenben a jelek hosszát állandóan tarjuk.





Az egységnyi területű impulzus sorozat spektruma egyre sűrűbbé válik az impulzusok távolságának növelésével, ami azt jelenti, hogy egyre több nagyfrekvenciás komponens jelenik meg.



A Fourier-transzformáció



Eddig csak periódikus függvényekkel foglalkoztunk. A következőkben nem periódikus, tranziens függvényeket fogunk vizsgálni, mivel ezek sokkal érdekesebbek a számunkra.

Legyen $s(t)$ az idő nem periódikus függvénye. Írjuk fel a következő kifejezést:

Fourier transzformáció

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-i2\pi ft} dt$$

Inverz Fourier transzformáció

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(f) e^{i2\pi ft} df$$

Az $S(f)$ az $s(t)$ függvény Fourier transzformáltja. $S(f)$ -et gyakran nevezzük az $s(t)$ függvény spektrumának is.

Feltétel:

a

$$\int_{-\infty}^{\infty} |s(t)| dt$$

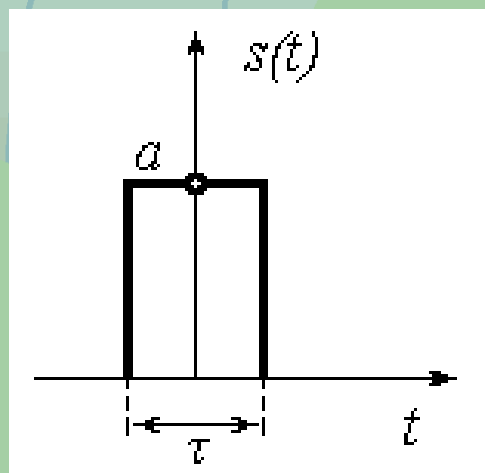
konvergens legyen

Ebben az esetben az $S(f)$ Fourier transzformált meghatározható.



A négyszög impulzus

Az ú.n. tranziens függvények, vagyis amelyek nem periódikusak, hanem véges hosszúságú intervallumon különböznek a nullától, teljesen más tulajdonságokat mutatnak, és valójában ezek az érdekesek a számunkra. Vizsgáljuk meg néhány tranziens függvény Fourier transzformáltját. Az egyik fontos függvény a négyszög impulzus, amely a következő:

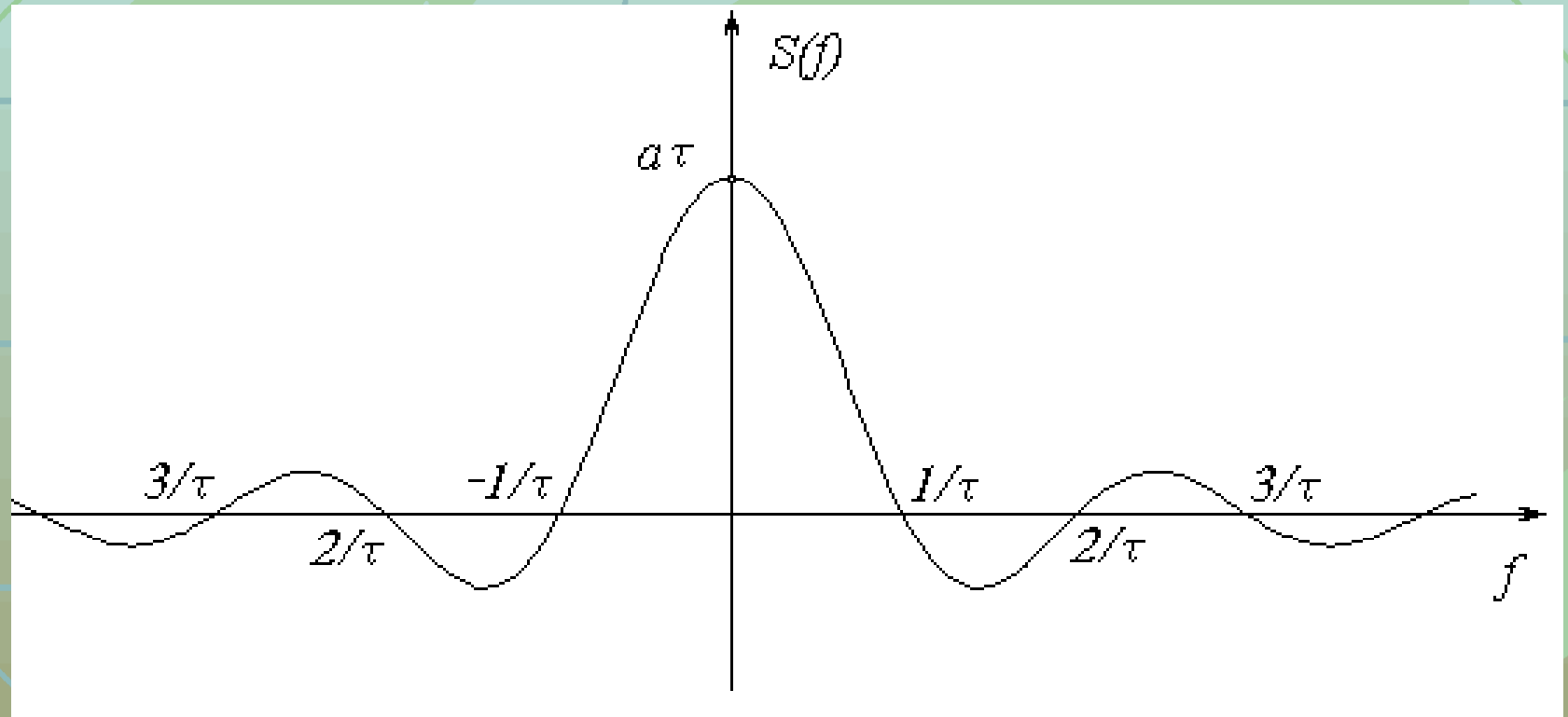


Végezzük el a függvény Fourier transzformációját:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-i2\pi ft} dt = a \int_{-\tau/2}^{\tau/2} e^{-i2\pi ft} dt = a \tau \frac{\sin(\pi f \tau)}{\pi f \tau}$$



A négyszög impulzus Fourier transzformáltja a *sinc* (szinusz kardinális) függvény





Nézzük meg most azt a speciális esetet, amikor a négyszög egységnyi területű, vagyis $a = 1$, vagyis $a = 1/\tau$. Ez szavakban kifejezve annyit jelent, hogy minél keskenyebb a jel, annál magasabb.

A Dirac-féle δ disztribúció

Nevezzük δ -nak azt a „függvényt”, amelyet a következőképpen definiálunk:

$$\delta(t) = 0, \quad \text{ha } t \neq 0$$

és

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$$

A Dirac δ szemléletes jelentése egy végtelenül keskeny, és végtelenül magas amplitudójú impulzus, amely görbe alatti területe egységnyi. Számunkra azért fontos a δ -val való foglalkozás, mert számos olyan tulajdonsága van, amely a jelfeldolgozás szempontjából alapvető.



Lássuk egyik fontos tulajdonságát, amelyet kiválasztó tulajdonságnak nevezhetünk. Szorozzunk meg egy függvényt a δ -val.

$$\delta(t - t_0) f(t) = \delta(t - t_0) f(t_0)$$

mivel

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) f(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) f(t_0) dt = f(t_0) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) dt$$

azaz

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) f(t) dt = f(t_0)$$

Ez a kiválasztási képesség, vagyis a $\delta(t_0)$ az $f(t)$ függvényből kiválasztotta a t_0 -hoz tartozó értéket



egy Dirac impulzus és Fourier-transzformáltja

origóban lévő impulzusra:

$$\mathcal{F} \{ \delta(t) \} = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) e^{-i2\pi ft} dt = 1$$

Nem az origóban lévő Dirac impulzus Fourier-transzformáltja pedig:

$$\mathcal{F} \{ \delta(t-a) \} = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t-a) e^{-i2\pi ft} dt = e^{-i2\pi fa}$$

ami az ismert összefüggés szerint

$$e^{-i2\pi fa} = \cos 2\pi fa - i \sin 2\pi fa$$



Dirac impulzus sorozat az időtartományban

A Dirac impulzus sorozat Fourier-transzformáltja

$$\mathcal{F}\left\{\sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - k\tau)\right\} = \frac{1}{\tau} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta\left(f - \frac{k}{\tau}\right)$$

Konvolúció

Tegyük fel, hogy az $f_1(t)$ és $f_2(t)$ függvényeknek létezik Fourier transzformáltja. Ebben az esetben a konvolúciót az $f_1(t) * f_2(t)$ kifejezéssel jelöljük, és a következő integrállal definiáljuk:

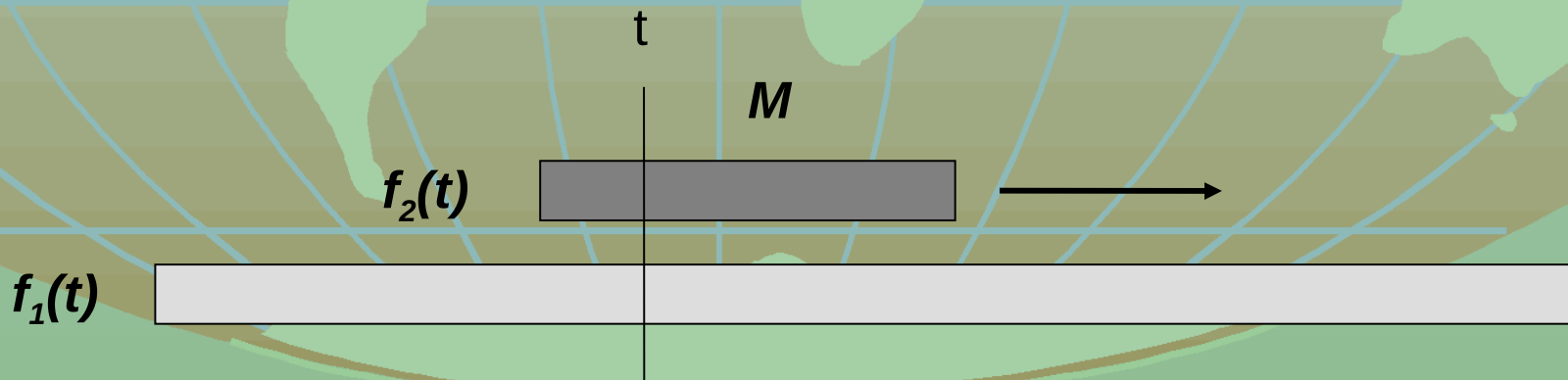
$$h(t) = f_1(t) * f_2(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\tau) f_2(t - \tau) d\tau$$



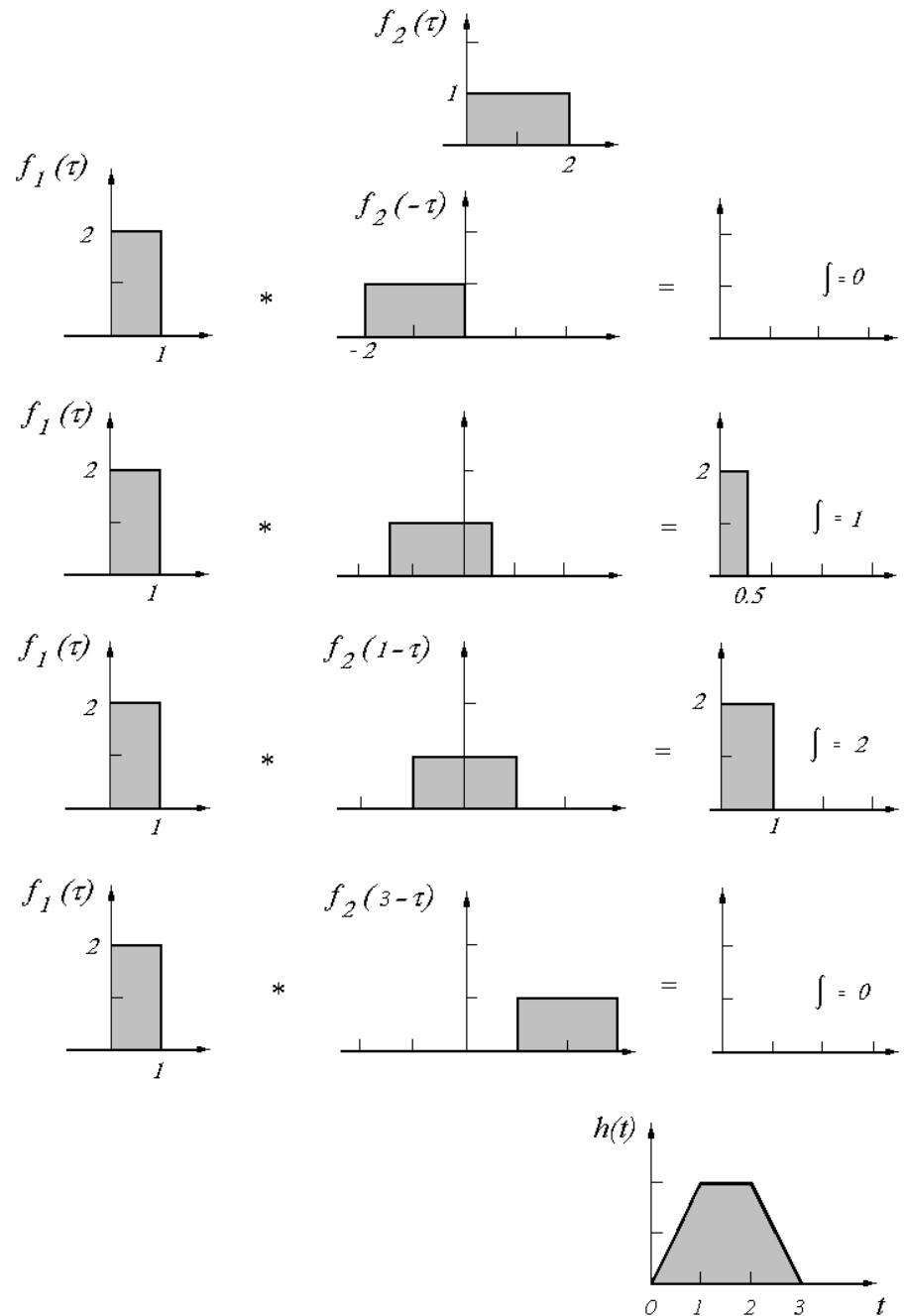
A digitális konvolúcióról lévén szó az integrál összegzésként is felírható:

$$h(t) = f_1(t) * f_2(t) = \sum_{\tau = -\infty}^{\infty} f_1(\tau) f_2(t - \tau)$$

Legyen $h(t)$ a t -edik pillanatban az f_1 és f_2 függvények konvolúciója, amit úgy kapunk, hogy vesszük az f_1 t -edik pillanatban felvett értékét, amit összeszorozunk az f_2 $(t-\tau)$ -edik értékével, majd végigfutunk f_2 egész M intervallumán és összegezzük a szorzatokat (futó összegzés).



Példa két négyszög függvény konvolúciójára





A konvolúció tulajdonságai

◦A konvolúció kommutatív

$$f_1(t) * f_2(t) = f_2(t) * f_1(t)$$

◦A konvolúció asszociatív

$$f_1(t) * [f_2(t) * f_3(t)] = [f_1(t) * f_2(t)] * f_3(t)$$

◦A konvolúció disztributív

$$f_1(t) * [f_2(t) + f_3(t)] = f_1(t) * f_2(t) + f_1(t) * f_3(t)$$

◦Szorzat Fourier-transzformáltja a spektrumok konvolúciója. Jelölje F a Fourier-transzformációt. Ekkor

$$F\{f_1(t) f_2(t)\} = F_1(f) * F_2(f)$$

ahol $F_1(f)$ és $F_2(f)$ az $f_1(t)$ és $f_2(t)$ függvények spektrumai

◦Függvények konvolúciójának Fourier-transzformáltja a spektrumok szorzata:

$$F\{f_1(t) * f_2(t)\} = F_1(f) F_2(f)$$

ahol $F_1(f)$ és $F_2(f)$ az $f_1(t)$ és $f_2(t)$ függvények spektrumai

◦Konvolúció Dirac- δ -val. Konvolváljuk az $f(t)$ függvényt egy Dirac impulzussal.

$$f(t) * \delta(t - t_0) = f(t - t_0)$$

A Dirac impulzus eltolja a függvényt a saját argumentumában szereplő helyre.

◦Konvolúció végtelen Dirac- δ sorozattal

$$g(t) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - k\tau) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} g(k\tau) \delta(t - k\tau)$$



Konvolúció 2D-ben

Az eddigiekben csak egydimenziós függvényekkel foglalkoztunk. Könnyen általánosítható a konvolúció fogalma kétdimenziós függvényekre is, mint amilyen a digitális kép.

$$h(x, y) = \sum_{u=-\infty}^{\infty} \sum_{v=-\infty}^{\infty} f_1(u, v) f_2(x - u, y - v)$$

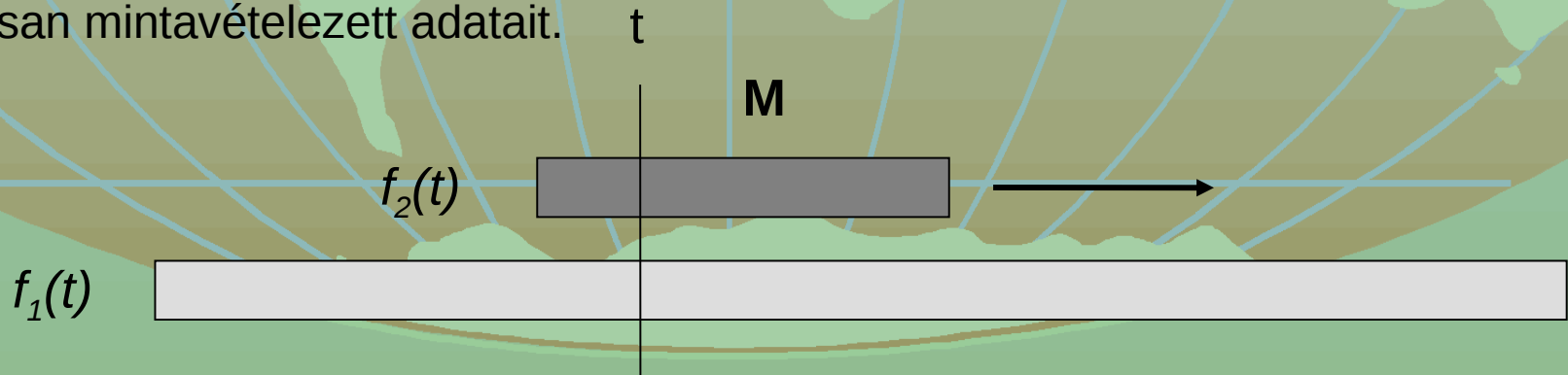


Szűrési eljárások

A digitális konvolúció a szűrések végrehajtásának egyik lehetséges módja. Az egyik függvény legyen az ú.n. kernel (f_2), amely a szűrő együtthatókat tartalmazza. A másik függvény a szűrendő jel (f_1). Ebben az esetben a szűrést az időtartományban végezzük a következő módon:

$$f_1'(t) = f_1(t) * f_2(t)$$

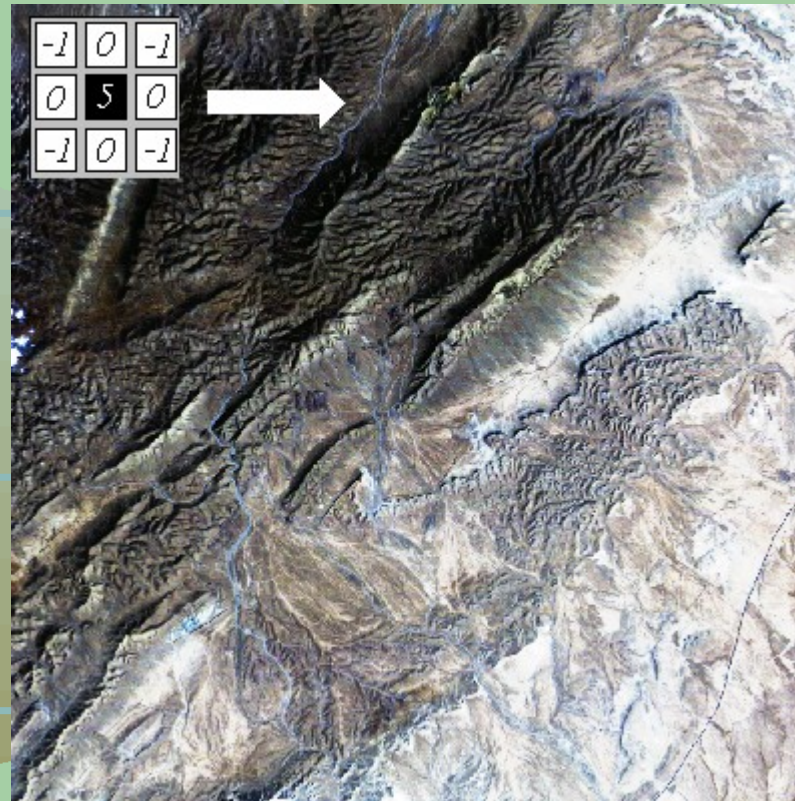
ahol $f_1(t)$ az eredeti adatrendszer az időtartományban, $f_1'(t)$ a szűrt adatrendszer és $f_2(t)$ a kernel. A kernel tartalma határozza meg a szűrő átviteli tulajdonságait, mivel tartalmazza a frekvenciatartománybeli átviteli függvény Fourier transzformáltjának digitálisan mintavételezett adatait.





Nézzük meg részletesen, hogy mi is történik a kernel és a kép konvolúciójakor. Vegyünk például egy 3*3 pixel méretű kernelt.

<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>-1</i>
<i>0</i>	<i>5</i>	<i>0</i>
<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>-1</i>





A kernel és mozgása a képen

Szűrési eljárások



-1	0	-1
0	5	0
-1	0	-1



Szűrési eljárások

Helyezzük rá a kernelt a képre (mondjuk a bal felső sarok közelébe). A piros mező nyilván valamelyik pixelre fog esni. A kernel közepén lévő piros mező kitüntetett szerepű, mivel a kernel hatása mindig arra a pixelre vonatkozik, ami fölött áll. A kernel hatása a piros mező alatti pixelre a következőképpen állapítható meg:

A kernel első mezőjében lévő számot szorozzuk meg az alatta lévő pixel színével (RGB szín), majd tároljuk az eredményt.

Vegyük a kernel második mezőjében lévő számot és szorozzuk meg az alatta lévő pixel színével, majd az így kapott számot adjuk hozzá az előző eredményhez.

....

Vegyük a kernel ötödik (piros) mezőjében lévő számot és szorozzuk meg az alatta lévő pixel színével, majd az így kapott számot adjuk hozzá az előzőek eredményéhez.

...



Szűrési eljárások

Minden szorzatot hozzáadtunk az előzőhöz, majd az összeget elosztottuk 9-cel (vagy annyival, ahány elemű a kernel), ami egyébként a szűrés eredménye is, vagyis a piros mező alatti pixel szűrt értéke.

Ne felejtsük el, hogy a művelet eredménye csak egyetlen pixelnek a „szűrt” színe. Az egész kép szűréséhez mindezt annyiszor kell végrehajtani, ahány pixeles a kép.

Az ábrán a nyíl irányába egy pixellel továbblépünk és a procedura kezdődik előlről (1,2,3 ...9). Ha elfogytak az első sor pixelei, akkor ugrunk a következő sor első pixelére, és megint kezdődik előlről az eljárás.



Egy másik lehetséges megoldás, hogy a szűrendő adatrendszert Fourier-transzformáljuk, majd a frekvencia tartományban végezzük el a szűrést (a Fourier-transzformáltat megszorozzuk a kívánt hatást biztosító átviteli függvényvel), majd az így kapott spektrumot inverz Fourier-transzformáljuk:

$$G(f) = F \{ g(t) \}$$

$$G'(f) = G(f) S(f)$$

$$g'(t) = F^{-1} \{ G'(f) \}$$

ahol $g(t)$ az eredeti adatrendszer, $G(f)$ az adatrendszer Fourier-transzformáltja, $S(f)$ a kívánt átviteli függvény, $G'(f)$ a szűrt adatrendszer a frekvencia tartományban, $g'(t)$ a szűrt adatrendszer az időtartományban, F a direkt- és F^{-1} az inverz Fourier-transzformációt szimbolizálja.

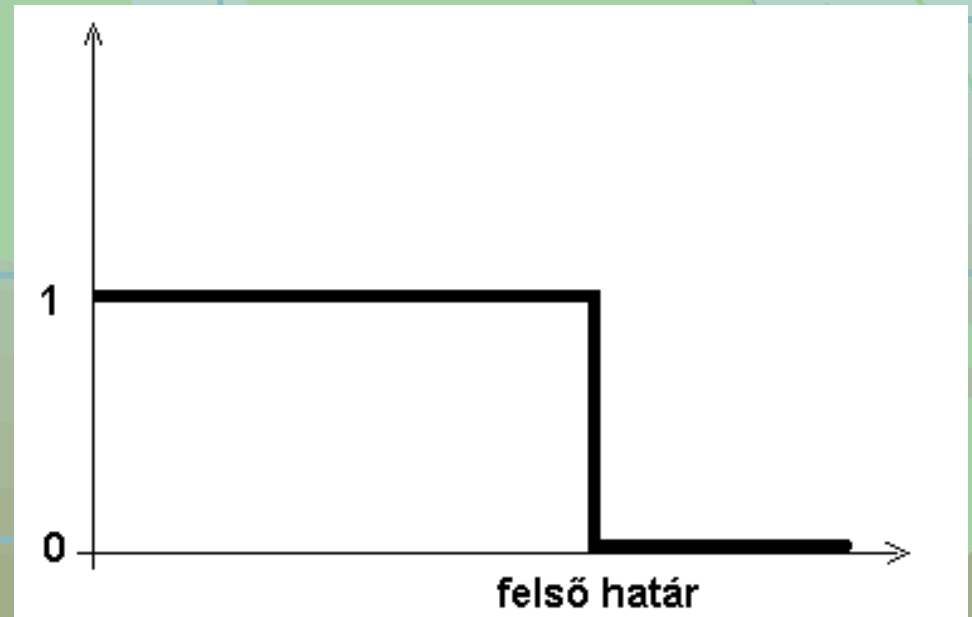
A digitális Fourier-transzformáció gyors végrehajtásához létezik az úgynevezett FFT algoritmus (Fast Fourier Transformation), amely gyorsan képes elvégezni a transzformációt



Felülvágó szűrő

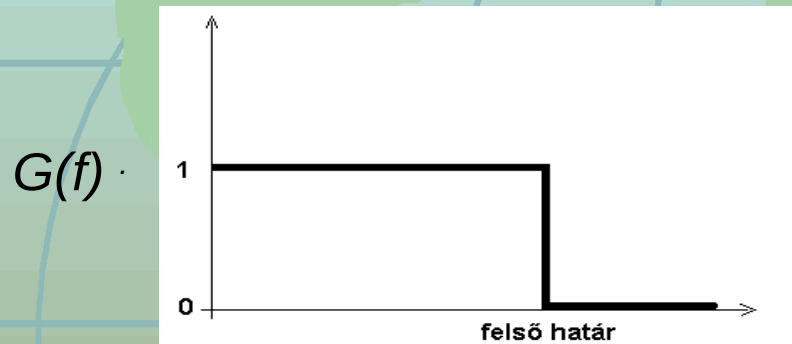
Az ábra mutatja az aluláteresztő szűrő átviteli tulajdonságait a frekvencia tartományban.

Egy bizonyos térbeli frekvencia felett nem engedi át a jeleket (0-val szorozza). Alatta viszont érintetlenül hagyja (1-gyel szorozza).





Szorozzuk meg a jel frekvenciatartománybeli képét (vagyis a Fourier transzformáltját) a négyszögfüggvénnyel. Ennek hatása az lesz, hogy a jel felső határfrekvencia feletti része 0 lesz.



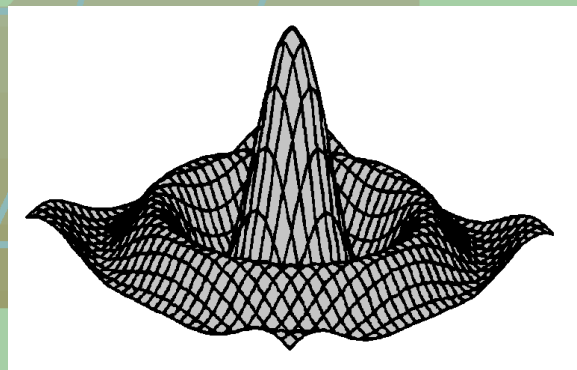
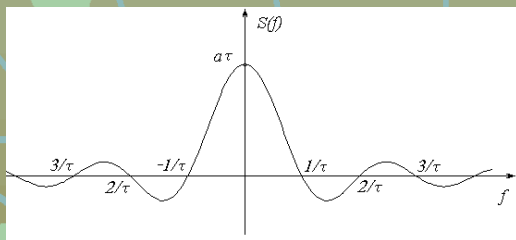
$$= G'(f)$$

ahol G' G szűrt változata

Ennek a képe az időtartományban egy konvolúció lesz:

A jel az időtartományban konvolválva a négyszög függvény Fourier transzformáltjával (ami egy sinc függvény).

$$y(t) = g_1(t) *$$



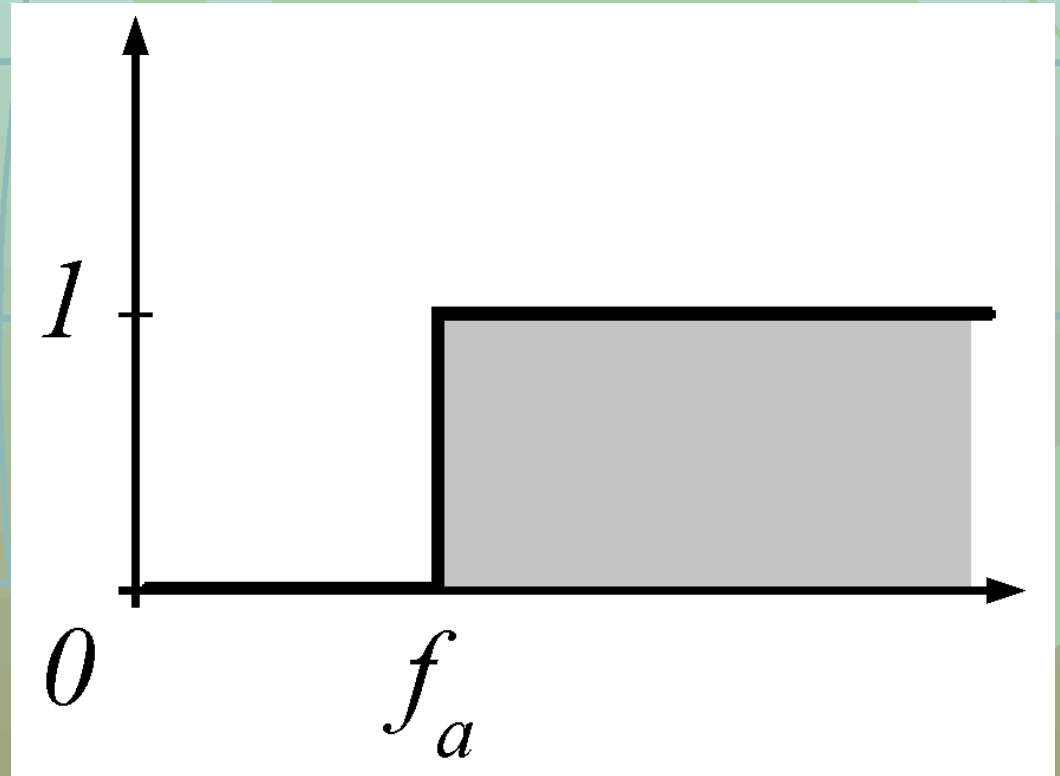
A sinc függvény 2D-ben



Alulvágó szűrő

Az alulvágó szűrőt akkor alkalmazzuk, ha az alacsony frekvenciás jeleket el akarjuk tüntetni a képről, vagyis mindent, aminek a frekvenciája f_a alatt van.

Átviteli függvénye:





Ha alaposabban szemügyre vesszük az alulvágás és a felülvágás átviteli függvényét, akkor észrevehetjük, hogy

$$S(f_a) = 1 - S(f_f),$$

vagyis az f_a alsó határfrekvenciájú alulvágó átviteli függvényének és az f_f felső határfrekvenciájú felülvágó szűrő átviteli függvényének összege azonosan 1 (feltéve, hogy $f_a = f_f$).

Ebből következően, ha az f_f felső határfrekvenciájú felülvágóhoz tartozó *sinc* függvényt levonjuk 1-ből, akkor az ugyanazon (alsó) határfrekvenciájú alulvágó szűrő szűrőegyütthatóit kapjuk meg.

A Fourier-transzformáció azonosságai alapján felírható a következő

$$F^{-1}\{1 - S(f_a)\} = F^{-1}\{1\} - F^{-1}\{S(f_a)\} = 1 - s_{fa}(t)$$

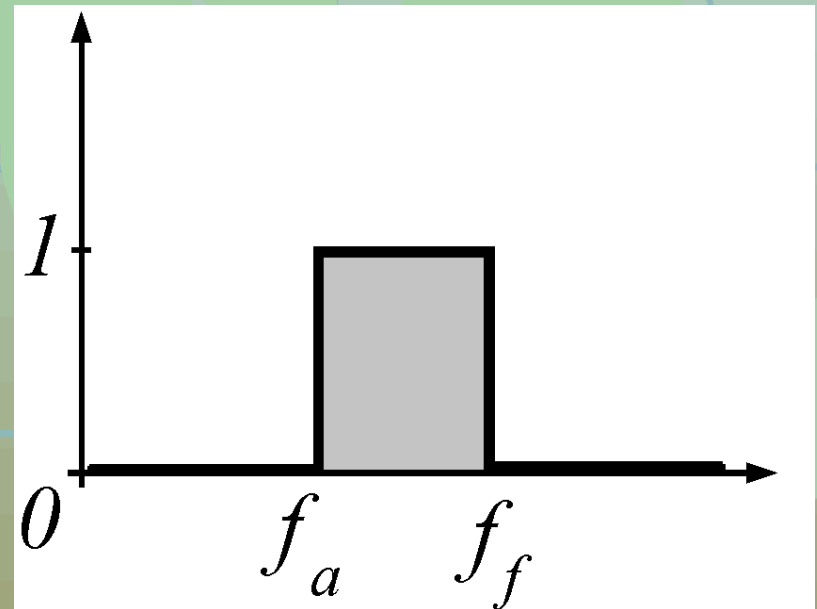
ahol F^{-1} jelöli a Fourier-transzformációt, $S(f_a)$ az f_a alsó határfrekvenciájú alulvágó szűrő átviteli függvénye, $s_{fa}(t)$ pedig az f_a -hoz tartozó átviteli függvény inverz Fourier-transzformáltja



Sávszűrő

A sávszűrő egy olyan szűrő, amely egy adott alsó határfrekvencia alatt és egy adott felső határfrekvencia felett nem enged át. Kerneljét úgy kaphatjuk meg, hogy kiszámítjuk az f_f felső határfrekvenciához, majd az f_a alsó határfrekvenciához tartozó *sinc* függvényeket, és ezeket kivonjuk egymásból.

Az f_a és f_f frekvenciák egymáshoz közelítésével lyukszűrőt hozhatunk létre, amellyel egy speciális keskeny frekvenciasávban enged át.





Élmegőrző szűrők

Az élmegőrzők olyan speciális szűrők, amelyek átviteli függvényei nem adhatók meg. Működésük meglehetősen egyszerű algoritmus szerint történik. A kernelt mozgassuk végig a képen, és töltsük fel az éppen alatta lévő pixelek értékeit. Rendezzük nagyság szerint sorba a kernel elemeit, és a rendezett adatsor valamelyik elemét rendeljük hozzá a kernel szimmetria középpontja alatt lévő pixelhez, amelynek ez lesz a szűrt értéke.

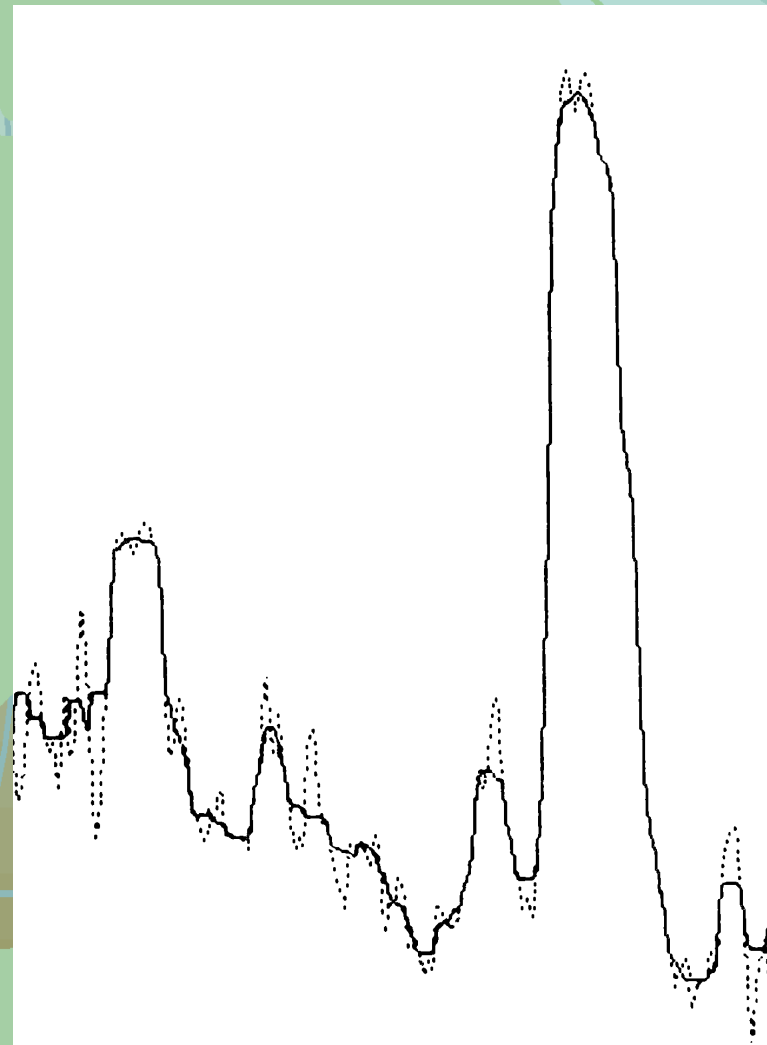
Ezek a szűrők az úgynevezett rangszűrők. Az egyik legismertebb rangszűrő a medián szűrő, amely a sorba rendezett értékek sorban középső elemének értékét rendelik a pixel szűrt értékének.

Az ábrán egy idősorra alkalmaztuk a medián szűrőt:



Medián szűrő

A medián-szűrő a kernel hosszán belül nagyság szerint sorbarendezi az adatokat, majd kiválasztja a sorban középső értéket. Ez lesz a szűrt érték. Ha a kernel éppen egy élen van, akkor a szűrő nem csinál semmit, hiszen akár csökkenő akár növekvő sorba rendezem a kernel alá eső értékeket, a középső (szűrt) érték ugyanaz, mint az eredeti értéke. Ha viszont a kernel olyan területen tartózkodik, ahol össze-vissza ugrándoznak az értékek, akkor a középső érték egy simított érték lesz. Ettől annyira érdekes ennek a szűrőnek a hatása. Nem keni szét a gyorsan változó helyeket, vagyis megőrzi az éleket, de ahol nincsnek élek, ott simít. Fontos észrevenni, hogy a kernel hosszától nagyon függ a szűrő hatása. Egy hosszú kernel számára a gyors változások nem éleket, hanem simítandó zajt jelentenek, míg ugyanez egy rövid kernel számára több él egymásutáni sorozatát jelenti, amelyek éleit egyenként megőrzi.





Medián szűrő



Medián szűrő



Zajcsökkenés



Zajcsökkenés

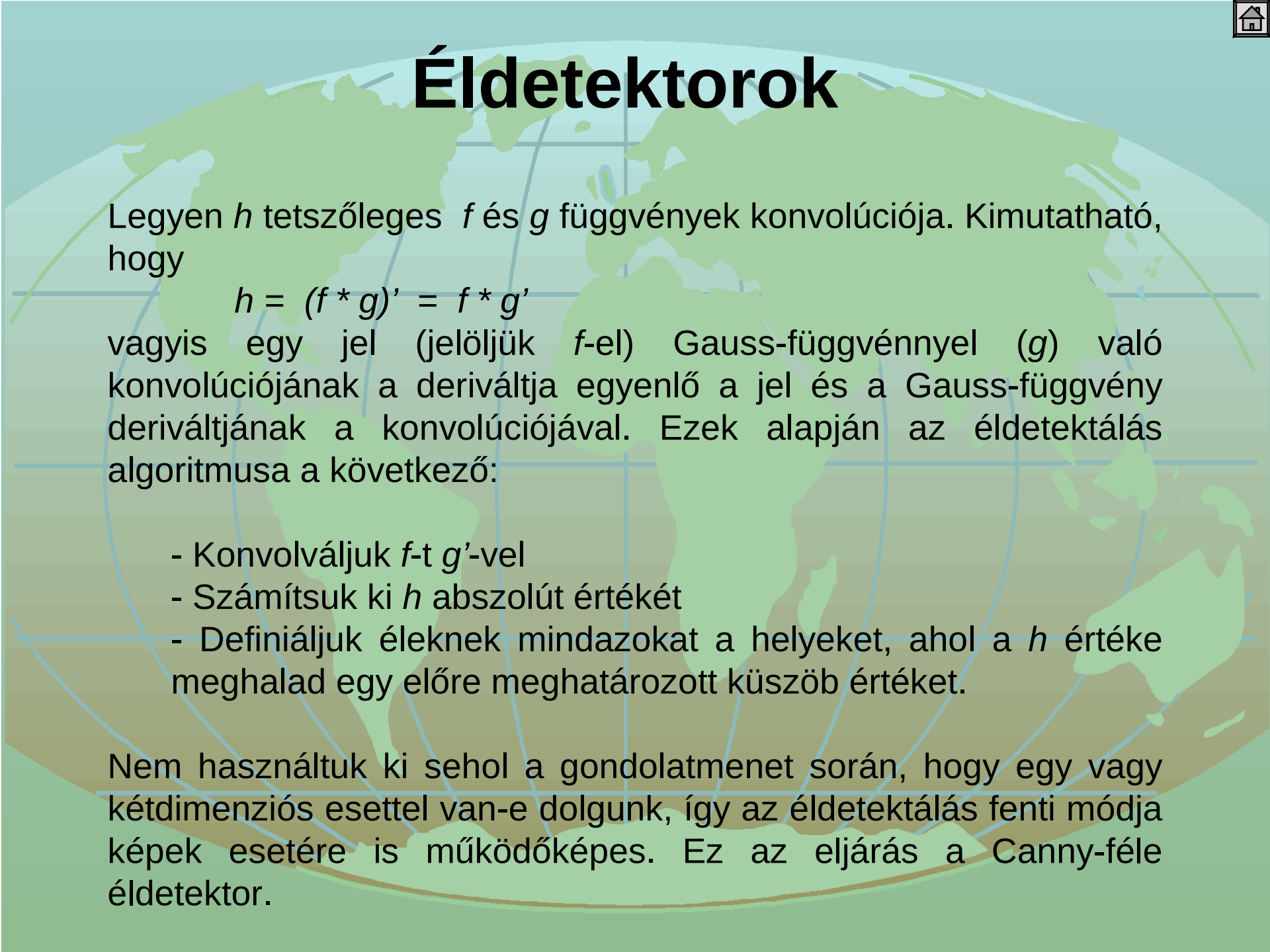




Éldetektorok

Az éldetektálás különösen fontos szerepet játszik az alakfelismerésben, a raszteres térképek vektorossá alakításában. Az élek a képnek azon helyei, ahol az intenzitás megváltozása a legnagyobb. Először is döntsük el, hogy mennyire kifinomult élek kimutatását szeretnénk. A legtöbbször érdemes simító vagy medián szűrésnek alávetni a képet, hogy ne mutassunk ki minden apró, jelentéktelen élt. Egyik ismert és egyszerű módja a simításnak a kép és egy Gauss-függvény konvolúciója

$$g_{\sigma}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-x^2/2\pi\sigma^2}$$



Éldetektorok

Legyen h tetszőleges f és g függvények konvolúciója. Kimutatható, hogy

$$h = (f * g)' = f * g'$$

vagyis egy jel (jelöljük f -el) Gauss-függvénnyel (g) való konvolúciójának a deriváltja egyenlő a jel és a Gauss-függvény deriváltjának a konvolúciójával. Ezek alapján az éldetektálás algoritmus a következő:

- Konvolváljuk f -t g' -vel
- Számítsuk ki h abszolút értékét
- Definiáljuk éleknek mindazokat a helyeket, ahol a h értéke meghalad egy előre meghatározott küszöb értéket.

Nem használtuk ki sehol a gondolatmenet során, hogy egy vagy kétdimenziós esettel van-e dolgunk, így az éldetektálás fenti módja képek esetére is működőképes. Ez az eljárás a Canny-féle éldetektor.



Emboss-szűrő

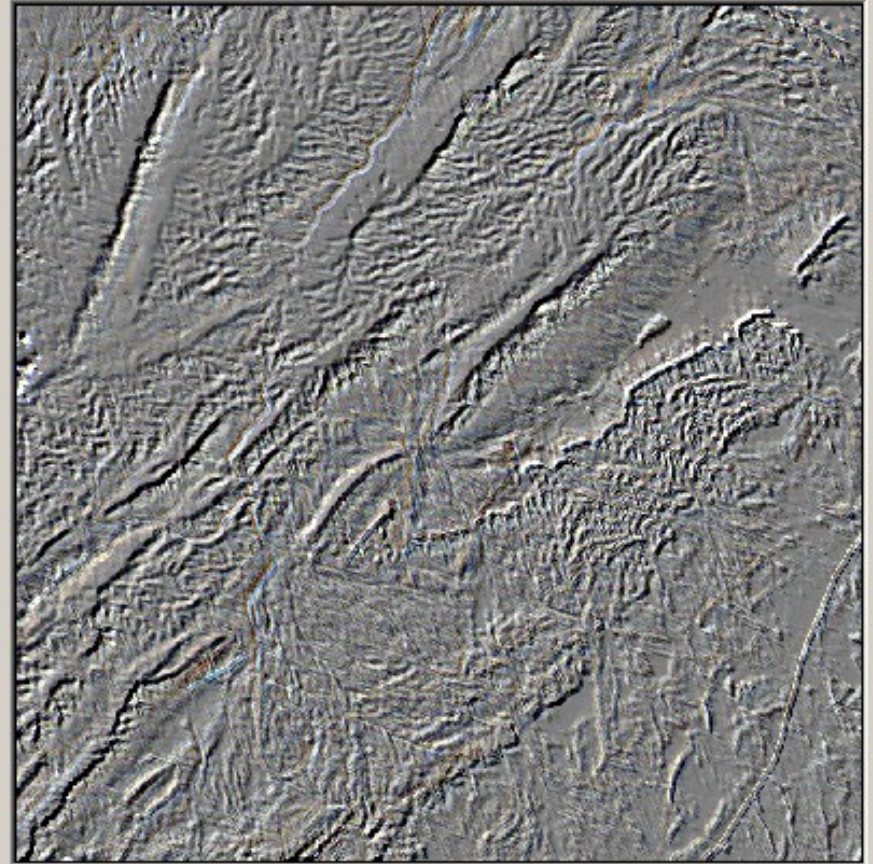
Sokféle éldetektáló kernel létezik még. Egy másik, ismert éldetektáló szűrő az emboss-szűrő.

Kernelje (3*3-as méretű esetben) a következő:

1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	-1.0



Feltűnő tulajdonsága, hogy az ÉNY-DK irány kitüntetett. Hatására a középponti kernel mező alatti képpixel lenullázódik, ellenben a kitüntetett irányba eső két pixel közül az egyik saját értékével, a másik pixel értékének ellentettjével esik latba. Ezzel a művelettel az ÉNY-DK irányba eső változások kiemelődnek, minden más elnyomódik. Ha másik irányt tüntetünk ki, akkor abba az irányba eső változások kapnak hangsúlyt.



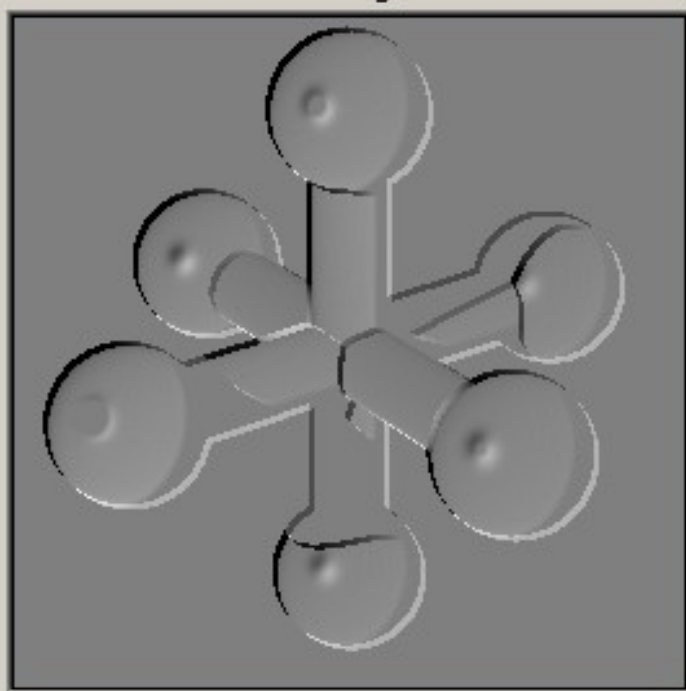
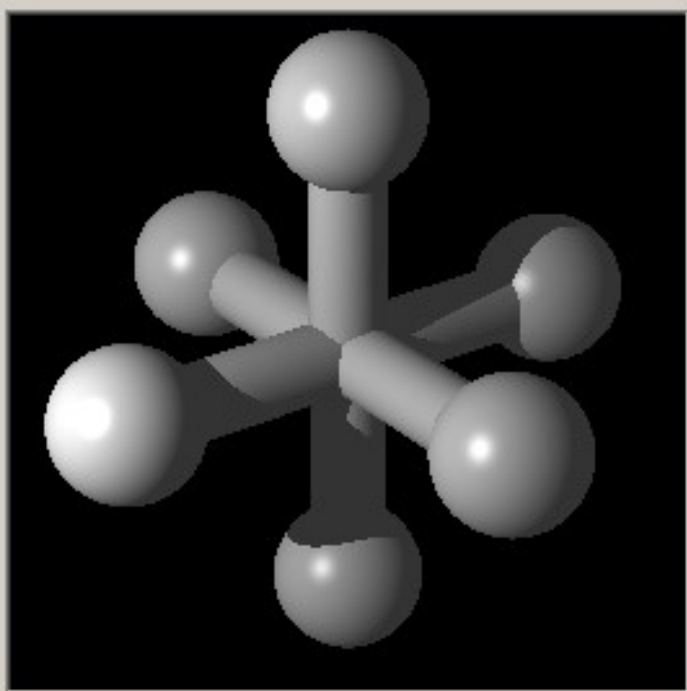
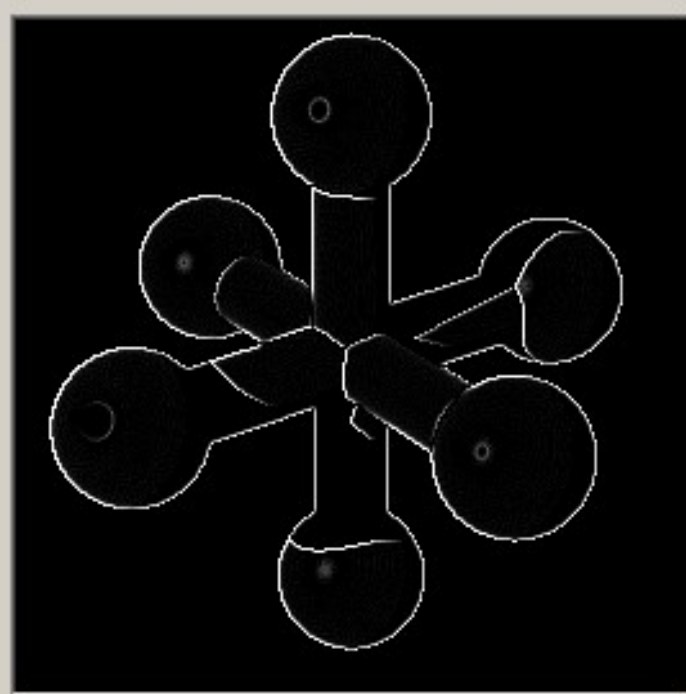
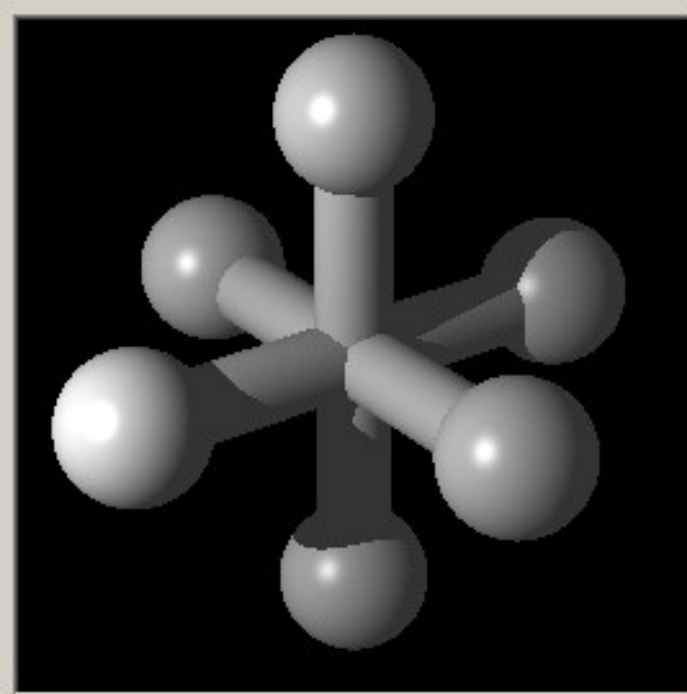


Laplace szűrő

Hatása hasonlít az emboss szűrőhöz, de nem tüntet ki irányokat. Mindenféle irányú éleket kiemel, minden mást elnyom. Kernelje is érdekes.

-1.0	-2.0	-1.0
-2.0	12.0	-2.0
-1.0	-2.0	-1.0

Hatását egy szintetikus képen érzékeltetjük

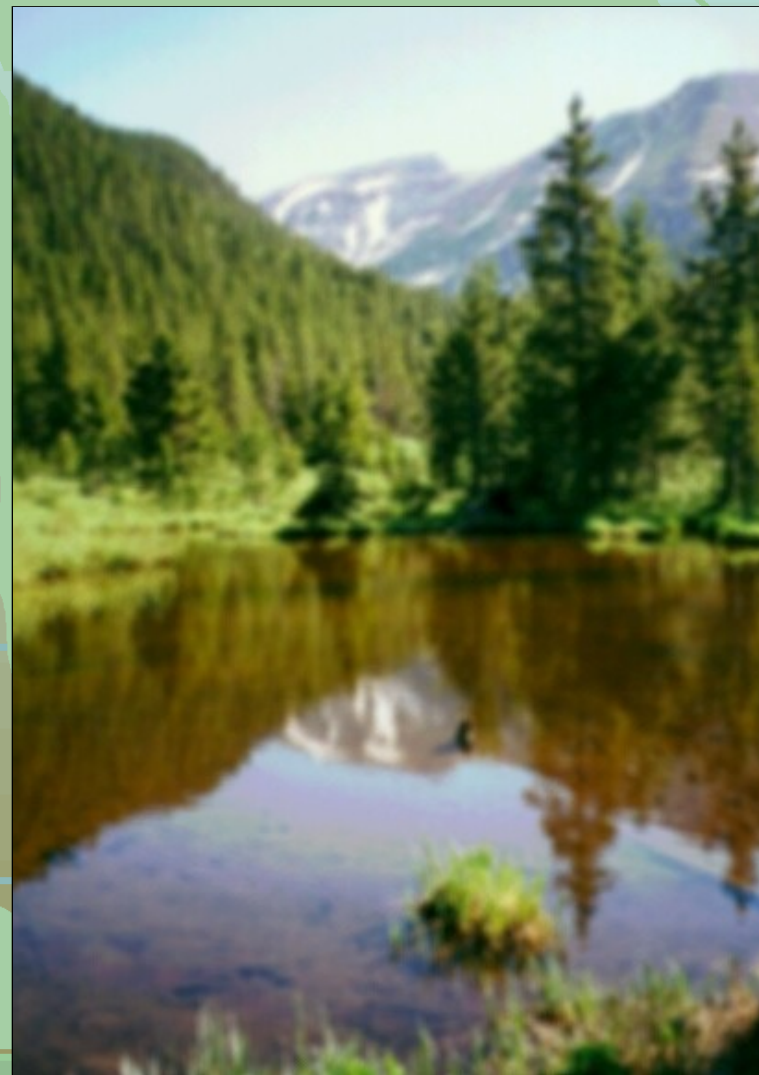
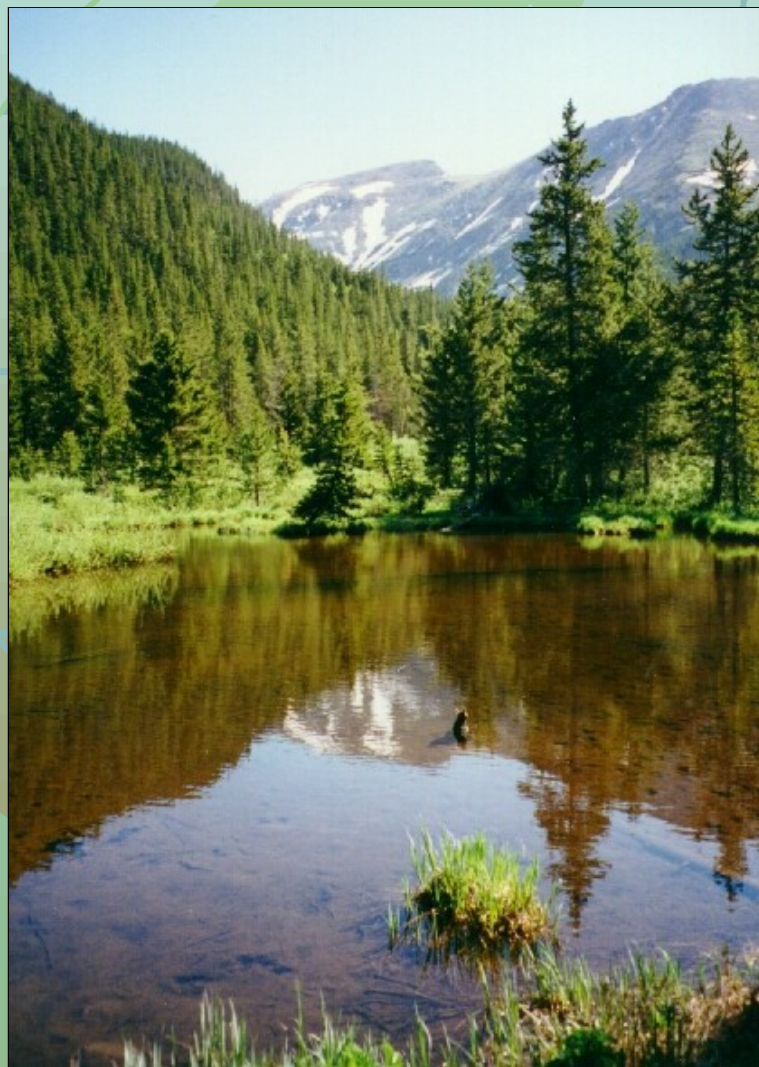




Példák képek szűrésére

0.066667	0.133333	0.066667
0.133333	0.200000	0.133333
0.066667	0.133333	0.066667

Felülvágott kép

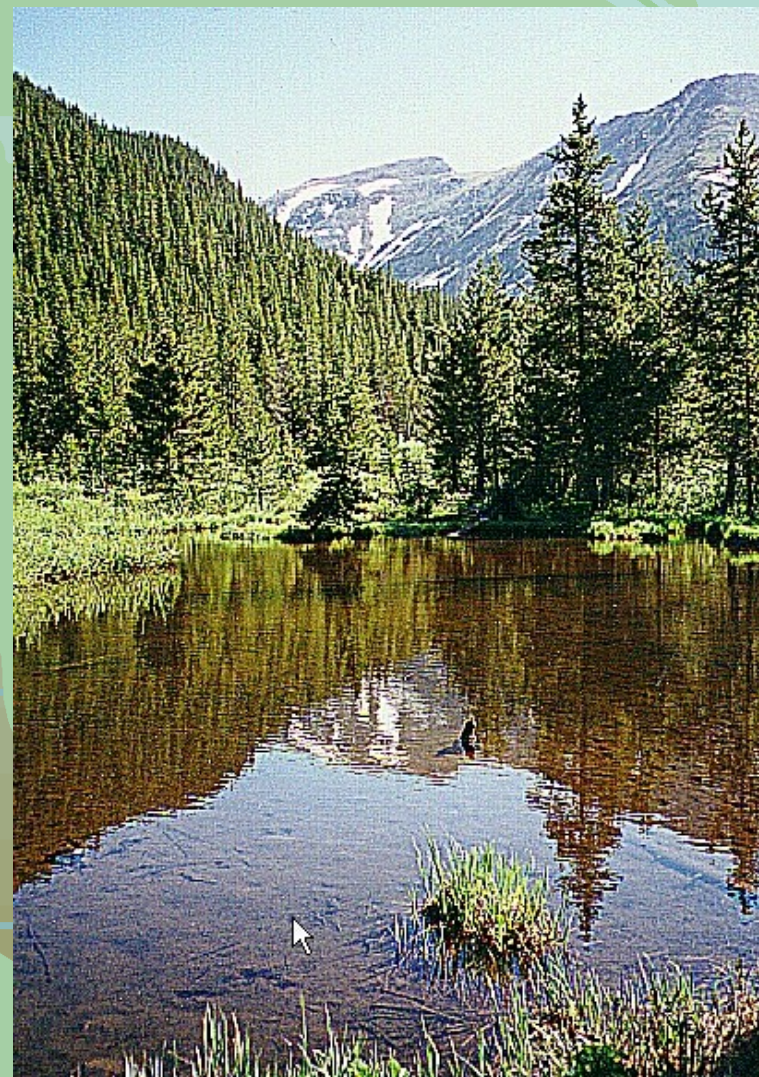
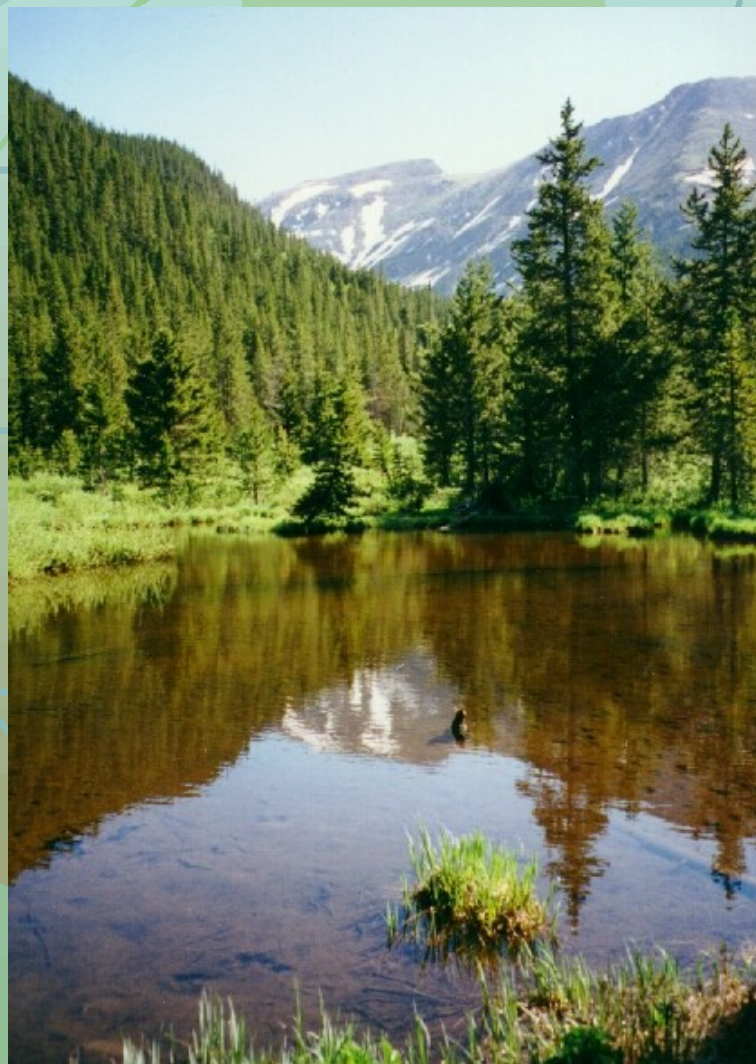




Példák képek szűrésére

-1.0	-1.0	-1.0
-1.0	9.0	-1.0
-1.0	-1.0	-1.0

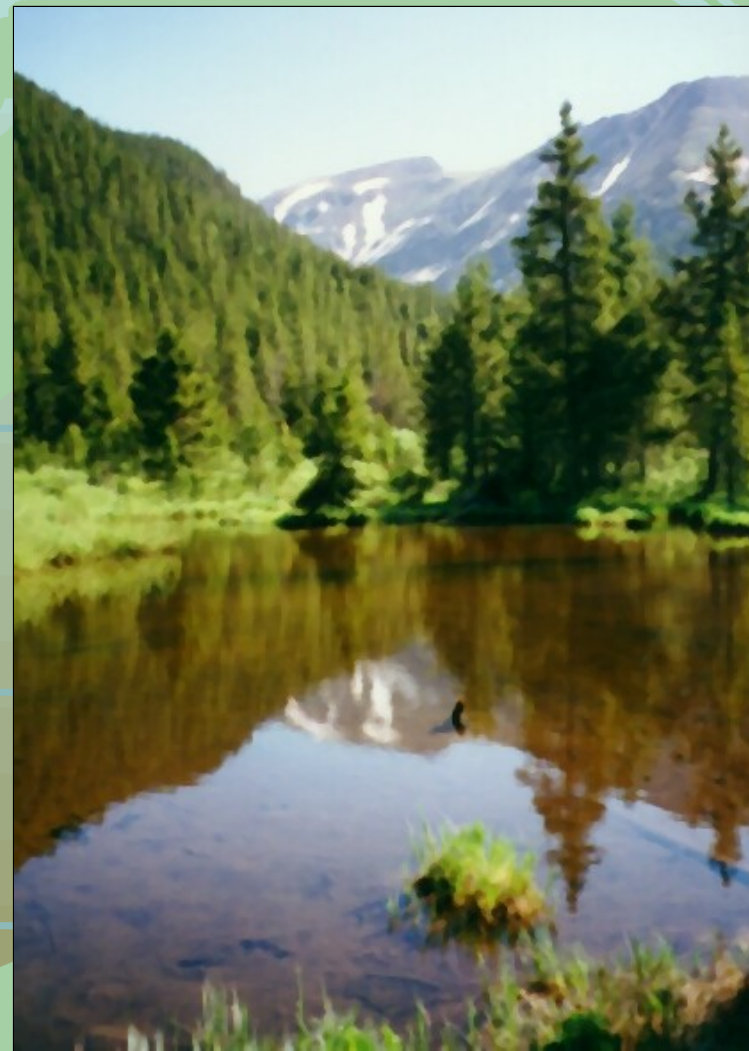
Alulvágott kép





Példák képek szűrésére

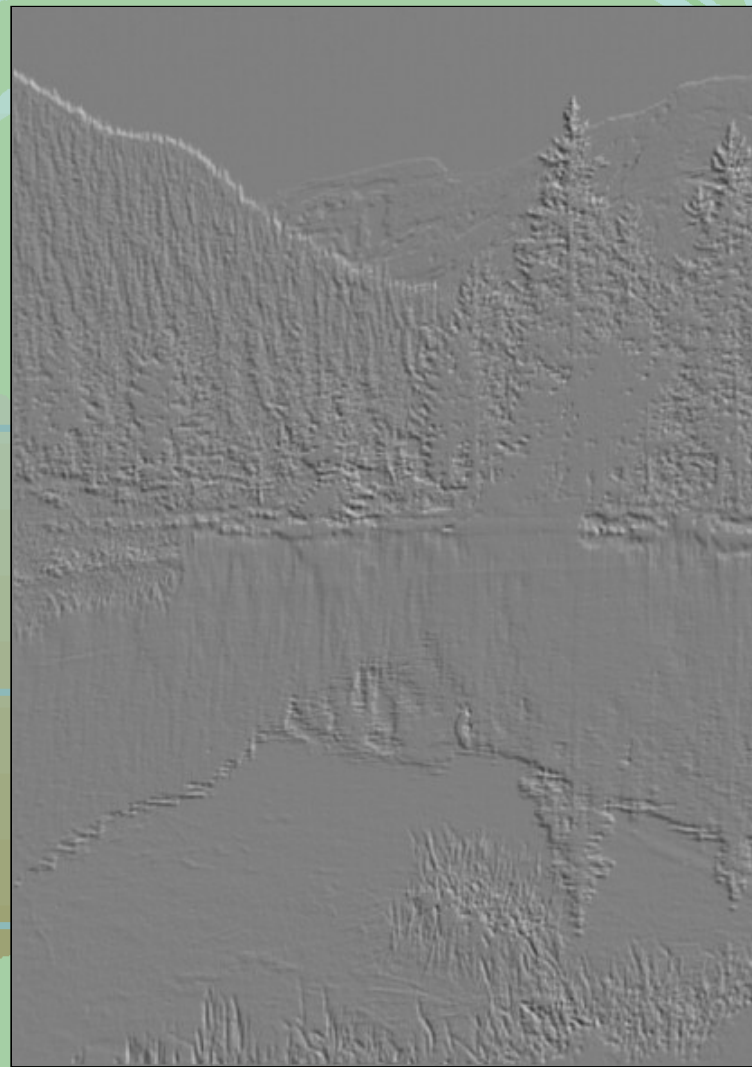
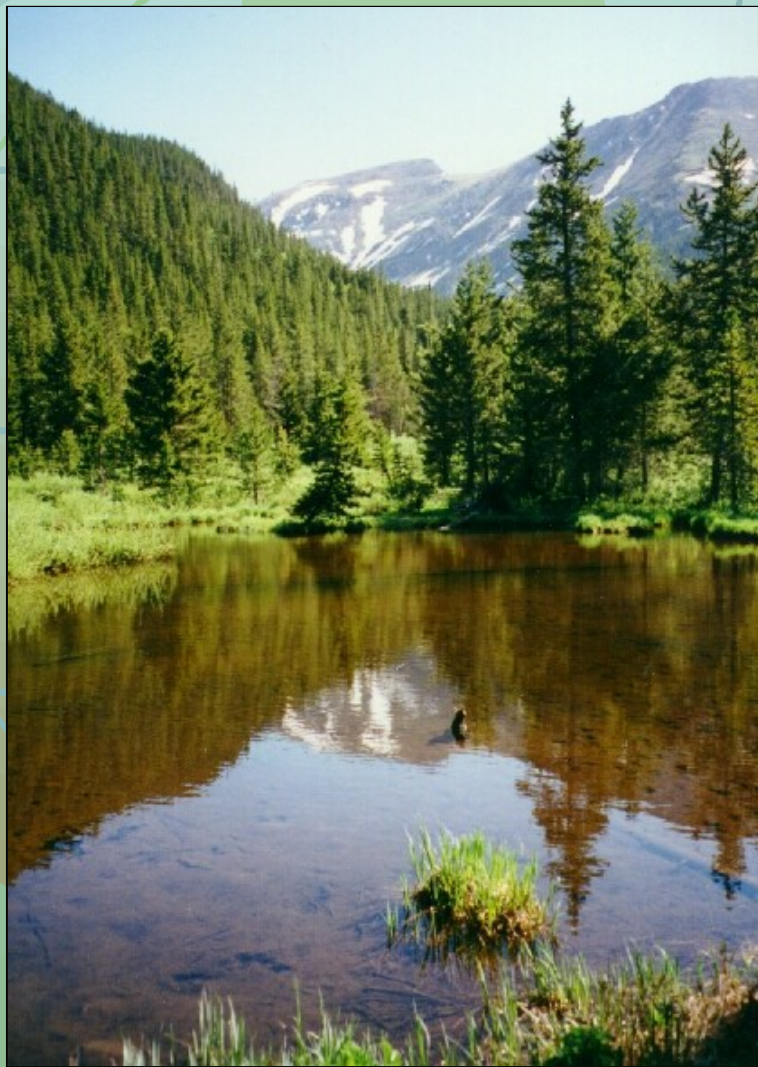
Medián szűrt kép





1.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	-1.0

**Végletesen alulvágott kép
(emboss)**

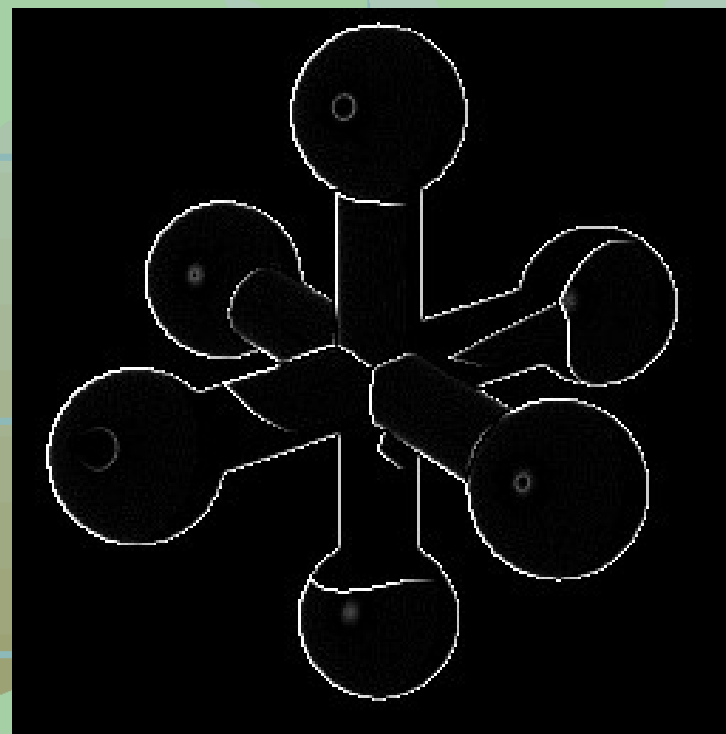
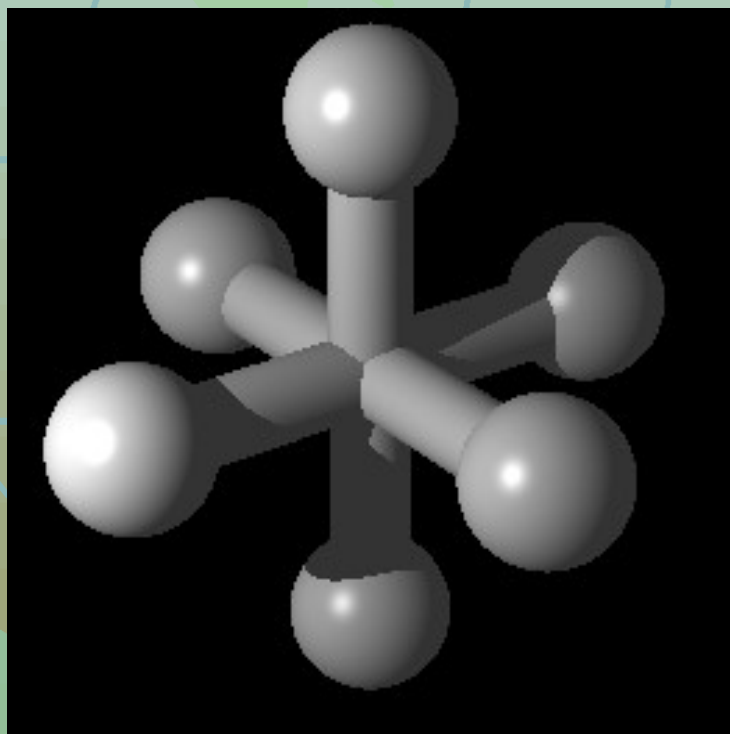




Példák képek szűrésére

-1.0	-2.0	-1.0
-2.0	12.0	-2.0
-1.0	-2.0	-1.0

Éldetektáló szűrés





Mintavételezés

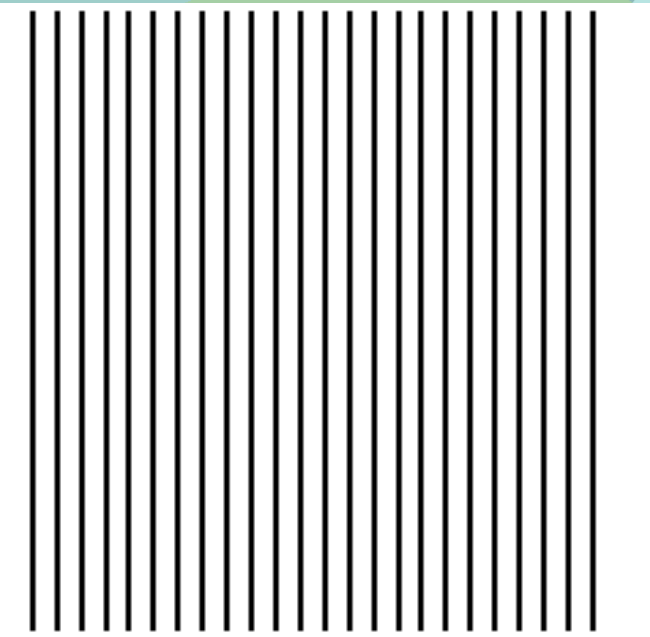


A szaktudományokban alapvető jelentőségű az adatnyerés folyamata, amely a technika mai színvonalán digitális adatnyerést vagy mintavételezést jelent (A/D konverzió). Mintavételezéskor gyakran analóg jelekből állítunk elő digitális adatokat, máskor eleve diszkrét, esetleg nem szabályosan elhelyezkedő mintavételi pontokban történik az adatnyerés. A mintavételezés folyamatának megértése nagy jelentőségű, mivel az adatokból levonható következtetések függhetnek a mintavételezés módjától.

Képzeljük el a mintavételezést, mint egy kétállású kapcsolóval szabályozott mérő berendezést, amely bekapcsolt állapotban rögzíti a mérendő paramétert, kikapcsolt állapotban pedig mit sem tud a környezetéről. Más szavakkal azt is mondhatjuk, hogy két mintavételi (idő)pont között bármi történik is, arról nem fogunk tudomást szerezni, mivel mérőberendezésünk ilyenkor kikapcsolt állapotban van. Ez a fajta hiányosság csökkenthető, ha sűrítjük a mintavétel gyakoriságát, vagyis csökkentjük az érzékelés nélkül töltött üzemmód részarányát a működő állapothoz képest. Nevezzük mintavételi távolságnak két érzékelés közötti intervallumot, amely, ha idősorokról van szó, akkor idő dimenziójú, de lehet távolság dimenziójú is, ha két mintavételi pont között térbeli távolságról van szó.

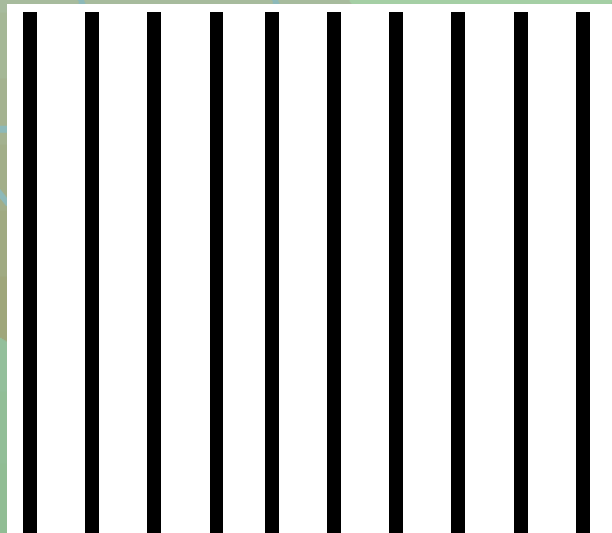


Az eredeti kép



Az átmintavételezett kép

Az átvihető legnagyobb frekvencia
a negyede az előbbi esetnek.





Nézzük meg most azt a speciális esetet, amikor a négyszög egységnyi területű, vagyis $a = 1$, vagyis $a = 1/\tau$. Ez szavakban kifejezve annyit jelent, hogy minél keskenyebb a jel, annál magasabb.

A Dirac-féle δ disztribúció

Nevezzük δ -nak azt a „függvényt”, amelyet a következőképpen definiálunk:

$$\delta(t) = 0, \quad \text{ha } t \neq 0$$

és

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$$

A Dirac δ szemléletes jelentése egy végtelenül keskeny, és végtelenül magas amplitudójú impulzus, amely görbe alatti területe egységnyi. Számunkra azért fontos a δ -val való foglalkozás, mert számos olyan tulajdonsága van, amely a jelfeldolgozás szempontjából alapvető.



Lássuk egyik fontos tulajdonságát, amelyet kiválasztó tulajdonságnak nevezhetünk. Szorozzunk meg egy függvényt a δ -val.

$$\delta(t - t_0) f(t) = \delta(t - t_0) f(t_0)$$

mivel

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) f(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) f(t_0) dt = f(t_0) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) dt$$

azaz

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) f(t) dt = f(t_0)$$

Ez a kiválasztási képesség, vagyis a $\delta(t_0)$ az $f(t)$ függvényből kiválasztotta a t_0 -hoz tartozó értéket



egy Dirac impulzus és Fourier-transzformáltja

origóban lévő impulzusra:

$$\mathcal{F} \{ \delta(t) \} = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) e^{-i2\pi ft} dt = 1$$

Nem az origóban lévő Dirac impulzus Fourier-transzformáltja pedig:

$$\mathcal{F} \{ \delta(t-a) \} = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t-a) e^{-i2\pi ft} dt = e^{-i2\pi fa}$$

ami az ismert összefüggés szerint

$$e^{-i2\pi fa} = \cos 2\pi fa - i \sin 2\pi fa$$



Dirac impulzus sorozat az időtartományban

A Dirac impulzus sorozat Fourier-transzformáltja

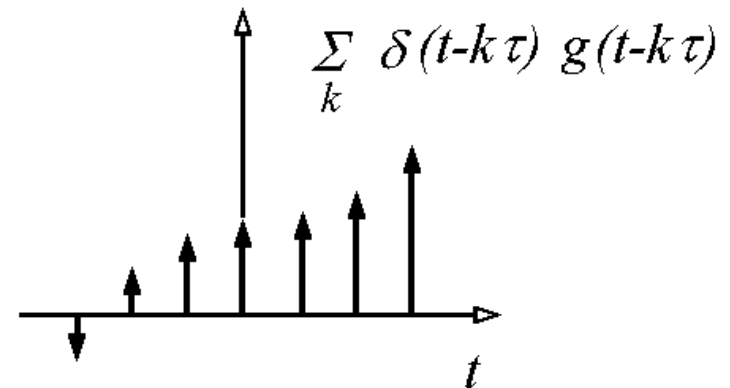
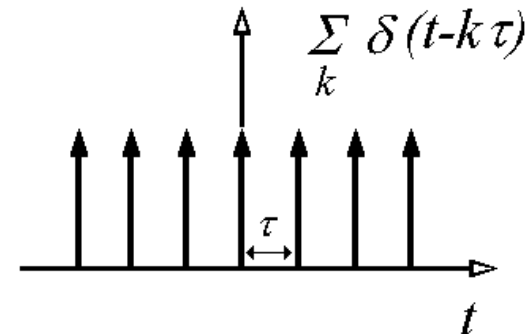
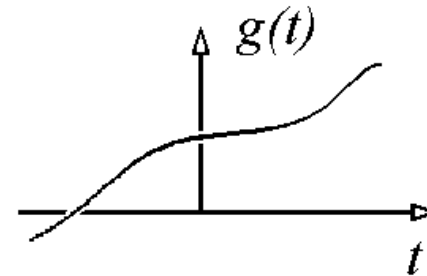
$$\mathcal{F} \left\{ \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - k\tau) \right\} = \frac{1}{\tau} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta\left(f - \frac{k}{\tau}\right)$$

Mintavételezés

Legyen τ az úgynevezett mintavételi távolság. Ábrázoljuk a $g(t)$ időfüggvényt és a mintavételezés eszközt, a Dirac impulzusok sorozatát, majd a mintavételezés eredményét, a digitalizált időfüggvényt.

A mintavételezés tehát a $g(t)$ időfüggvény és a Dirac impulzus sorozat szorzata:

$$g(t) \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - k\tau) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} g(k\tau) \delta(t - k\tau)$$





Vizsgáljuk meg az analóg függvény és a mintavételezett jel spektrumát. Jelöljük $G(f)$ -fel az eredeti, és $G_d(f)$ -fel a digitalizált függvény spektrumát. Mint tudjuk, két (idő)függvény szorzatának Fourier-transzformáltja konvolúciónak felel meg a frekvencia tartományban. Így a Dirac- δ Fourier-transzformáltjának és a konvolúció tételek felhasználásával felírható a mintavételezett függvény spektruma:

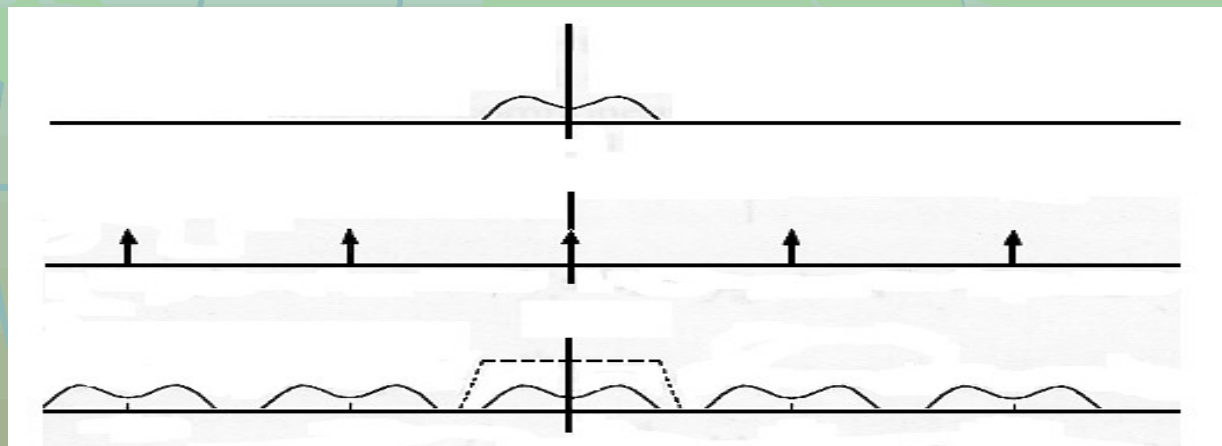
$$\mathcal{F}\left\{\sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - k\tau)\right\} = \frac{1}{\tau} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta\left(f - \frac{k}{\tau}\right)$$

$$G_d(f) = G(f) * \frac{1}{\tau} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta\left(f - \frac{k}{\tau}\right)$$

$$G_d(f) = \frac{1}{\tau} \sum_{k=-\infty}^{\infty} G\left(f - \frac{k}{\tau}\right)$$



A kifejezés jobb oldala szerint a digitalizált jel spektruma periodikus, ami azért érdekes, mert aperiodikus függvények spektruma nem periodikus függvény, vagyis a *mintavételezés az eredetileg nem periodikus spektrumot periodikussá teszi*. A spektrumnak a $-1/2\tau$ és $1/2\tau$ eső részét a spektrum fő részének, az $f_N = 1/2\tau$ értéket Nyquist-frekvenciának nevezzük. A spektrum többi részén a fő rész f_N periódussal ismétlődik.



Az analóg és a digitalizált függvény spektruma tehát jelentősen eltér egymástól, ha az analóg függvény tetszőleges frekvenciájú jeleket is tartalmazhat. Ha azonban létezik egy olyan felső határfrekvencia (f_f), amelynél nagyobb frekvenciájú jel nem fordulhat elő, akkor belátható, hogy a felső határfrekvencia és a τ mintavételi távolsággal még átvihető legnagyobb frekvencia között igaz a következő összefüggés:



$$f_f \leq f_N$$

$$\tau \leq \frac{1}{2f_f}$$

Ez az összefüggés a mintavételi tétel.

Jelentése, hogy mintavételezéskor a még átvihető legnagyobb frekvenciához, f_f -hez úgy kell megválasztanunk a mintavételi távolságot (τ), hogy a periódusonként legalább két mintavétel történjék.

Ha ennél kisebbre választjuk, akkor feleslegesen sűrűn mintavételezett adatrendszert kapunk, ha pedig ennél nagyobbra választjuk, akkor nem fog teljesülni az f_f felső határfrekvencia szerinti jelátvitel. Túlzottan ritka mintavételezéssel tehát felülvágást fogunk végrehajtani az adatrendszer spektrumán.

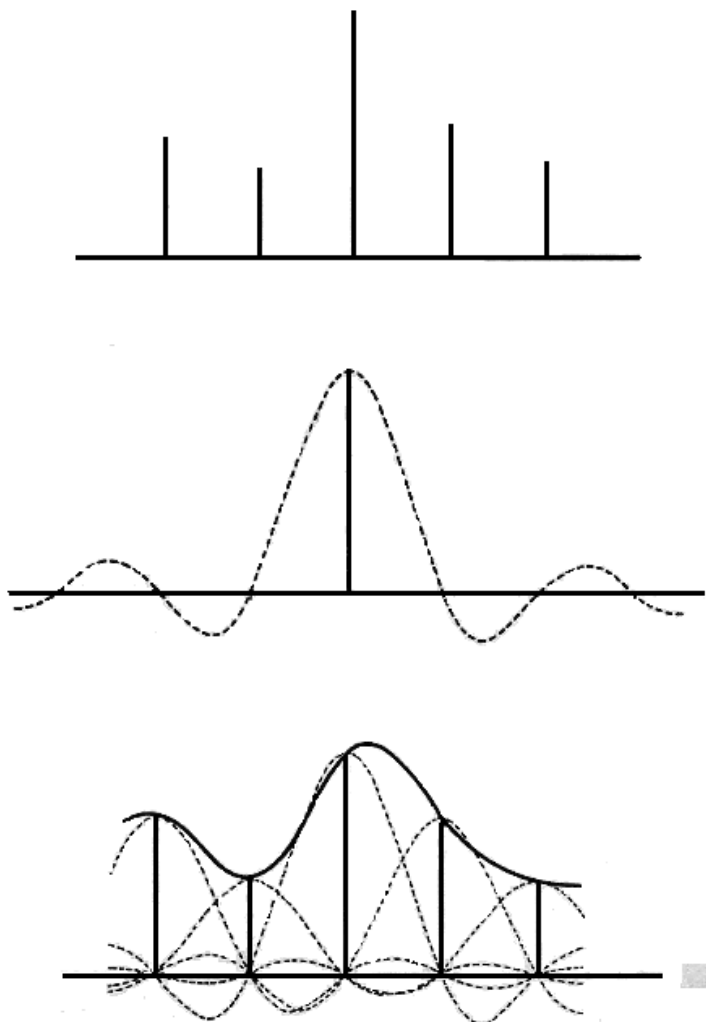


A mintavételi tétel néhány következménye

Láthattuk, hogy bizonyos esetekben a digitalizálás (mintavételezés) adatvesztéssel járhat. Tekintsük át, hogy mikor nem veszünk adatot.

Állítás: a megfelelően mintavételezett digitális adatrendszerből az eredeti analóg jel pontosan visszaállítható. (Akkor mondjuk megfelelően mintavételezettnek az adatrendszert, ha teljesült a mintavételi tétel.)

Az előző részben láthattuk, hogy a mintavételezés periodikussá teszi a spektrumot. Ha pontosan vissza kívánjuk állítani az eredeti analóg jelet a mintavételezett jel spektrumából ($G_d(f)$), akkor el kell tüntetnünk a spektrum fő részein kívüli részeit, vagyis meg kell szoroznunk $G_d(f)$ -t egy olyan négyszög függvényvel, amelynek magassága τ , szélessége $1/\tau$. Így egyszerűen levágjuk a spektrum periodikus részeit, vagyis kiküszöböljük a mintavételezéssel belevitt periodicitást, s így visszakapjuk az analóg jel spektrumát. Akkor kapjuk vissza a jelet az idő tartományban, ha levágott spektrumot inverz Fourier-transzformáljuk.



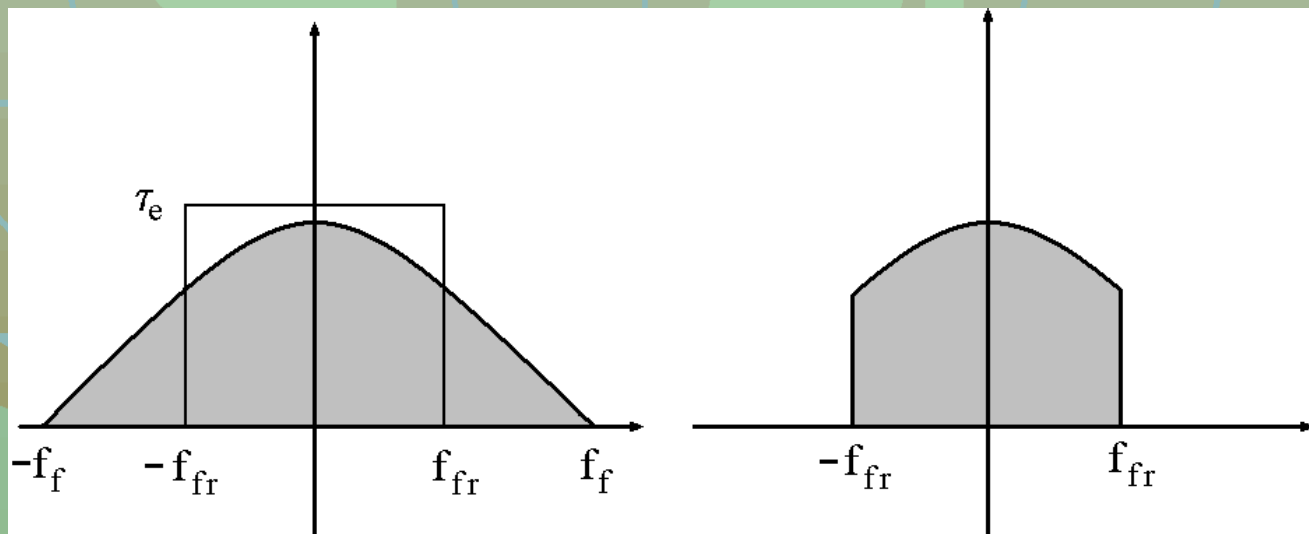
Ismerve a konvolúció tulajdonságait és a négyszög-függvény (inverz) Fourier-transzformáltját, belátható, hogy a τ magasságú és $1/\tau$ szélességű négyszög-függvénnyel való szorzás a frekvencia tartományban a *sinc* függvénnyel való konvolúciót jelent az időtartományban. Ez alapján a jel visszaállítása az időtartományban a következő módon lehetséges:

$$\left\{ \sum_{k=-\infty}^{\infty} g(t)\delta(t - k\tau) \right\} \text{sinc}(t/\tau) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} g(k\tau) \text{sinc}(t/\tau - k)$$



vagyis a visszaállított értékek a minták és a *sinc* függvény megfelelő argumentummal vett értékeinek szorzata. Ez egyrészt azt jelenti, hogy az így visszakapott értékek pontosan azonosak az egyes minták értékeivel, valamint az analóg függvény tetszőleges helyén felvett értékek előállíthatók a mintáknak és a megfelelő argumentummal megadott *sinc* függvényértékek szorzatának összegzésével. Természetesen csak akkor igazak ezek a megállapítások, ha digitalizáláskor teljesült a mintavételi tétel.

Túl keskenyre választott csonkító függvénnyel (az a négyszög függvény, amellyel a spektrumismétlődést levágtuk) az analóg jel spektruma nem állítható vissza pontosan, mivel a túl ritka mintavétel felülvágást hajtott végre a spektrumban.





Digitális fénykép, mint mintavételezett adat

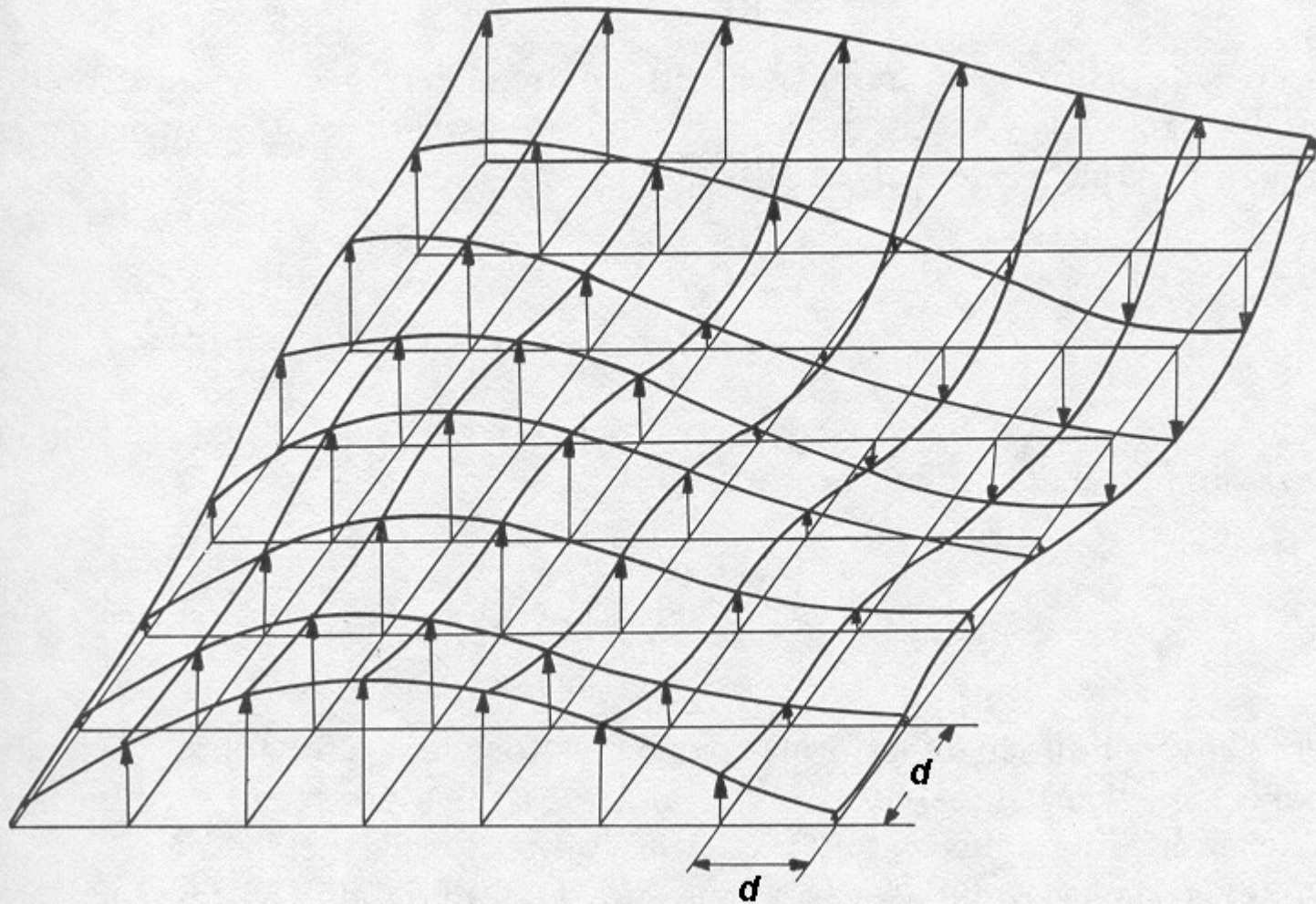
A rászteres rendszerek tipikus adatnyerési módja a műholdakról vagy repülőgépekről történő fényképezés. A bemutatott időfüggvényekhez képes ezekben az esetekben a mintavételezés kétdimenziós, mivel a mintavételezést egy kétdimenziós Dirac- δ sorozattal végezzük, amelynek τ a mintavételi távolsága, a minták értéke pedig az adott Dirac impulzus felett lévő intenzitás (RGB színérték). Mindez a gyakorlatban érzékelő kamerákkal valósítható meg, amelyeknek τ rácsállandójú fényérzékelői vannak. Ezen érzékelők mérete determinálja az elérhető legnagyobb térbeli felbontó képességet, vagyis a fényképeken nem mutatható ki 2τ -nál kisebb részlet.



Domborzati modellek és a mintavételezés

A domborzati modellek megalkotásának egyik fontos állomása, hogy ismerjük szabályos rácspontokban a felszíni magasság értékeket. Ezen adatnyerési technikák ismertetését mellőznénk, ugyanakkor fontosnak tartjuk kiemelni a mintavételi tétel ide vonatkozó következményeit.

A magasság értékek egy a felszínt leíró függvénynek egy „d” ráczállandójú Dirac impulzus sorozattal való szorzásával kaphatók meg:



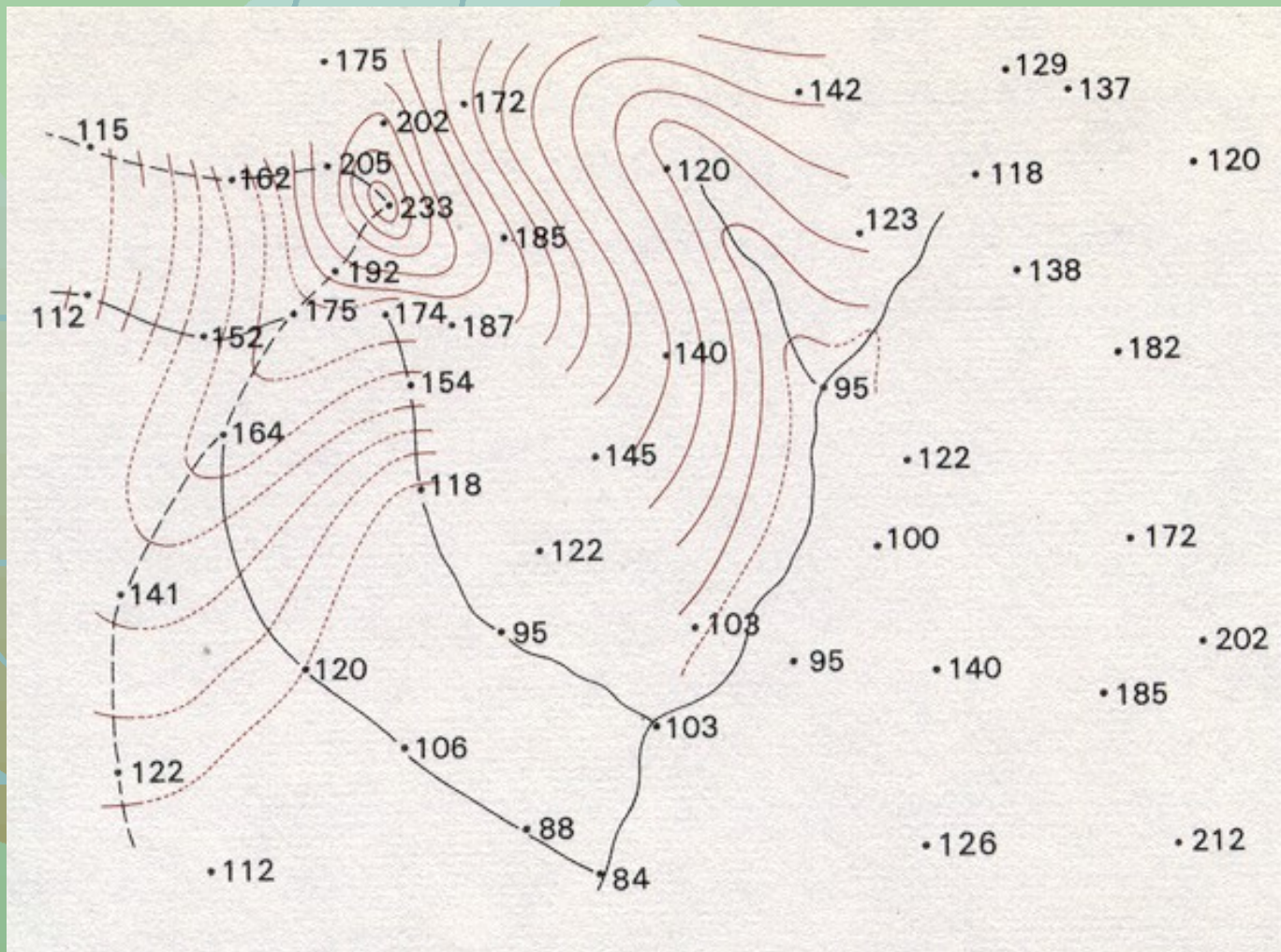
egy „ d ” rácsállandójú 2D-s Dirac- δ sorozat



3 dimenziós GIS

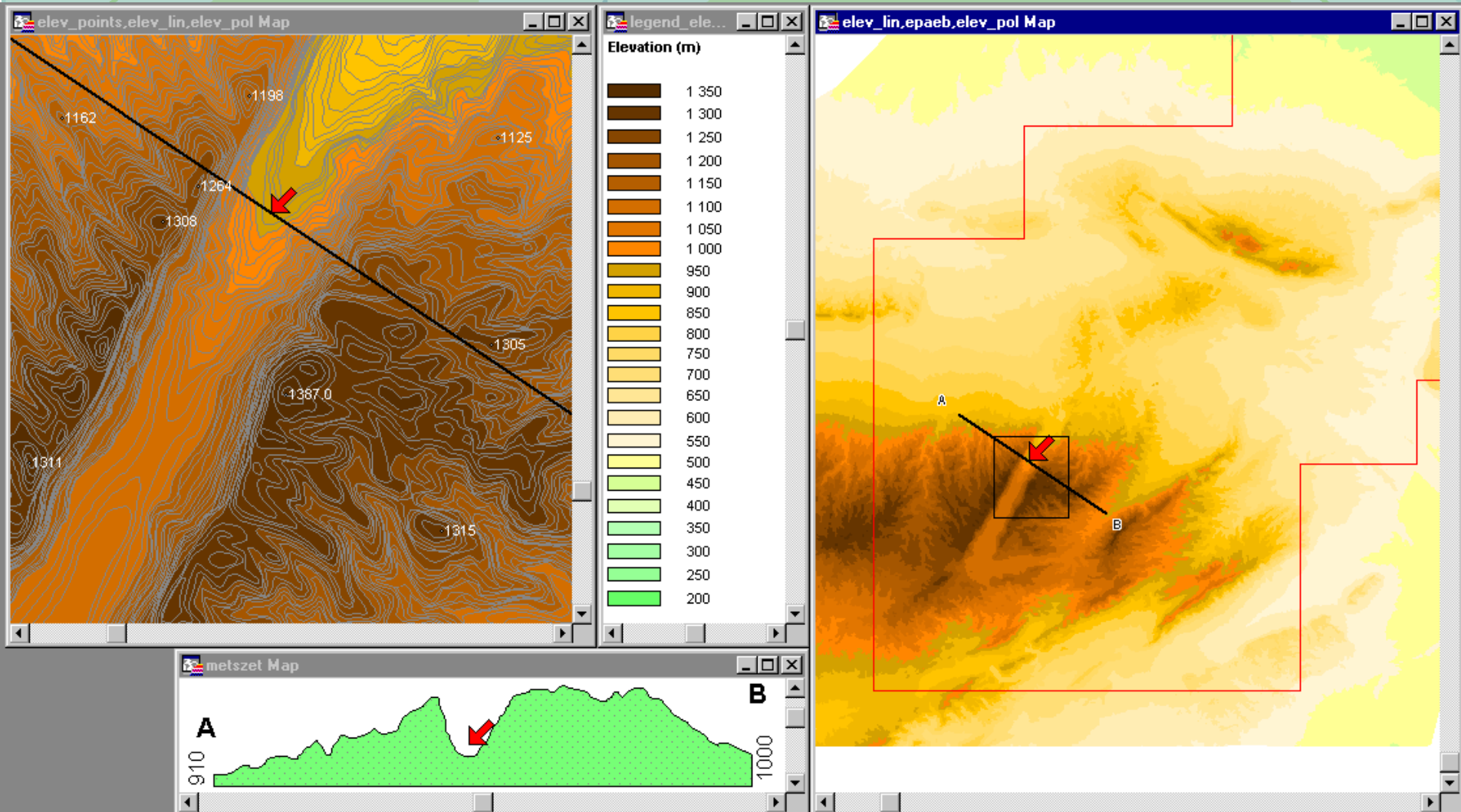


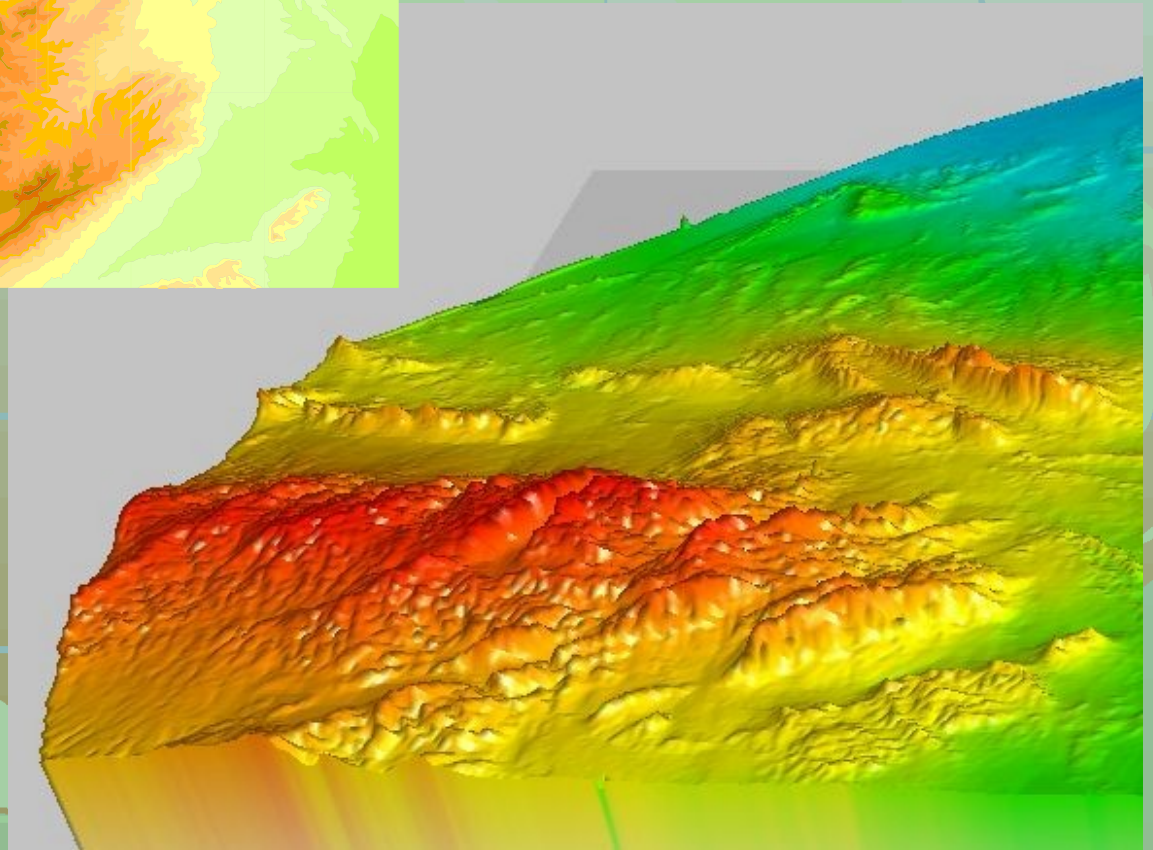
Magassági pontok, szabálytalan mintavételi helyek. Szintvonal szerkesztés.



3 dimenziós GIS

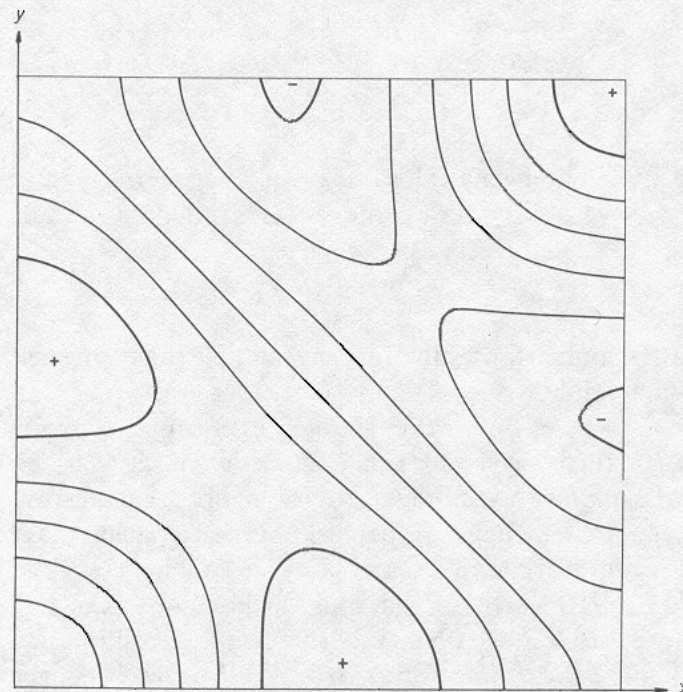
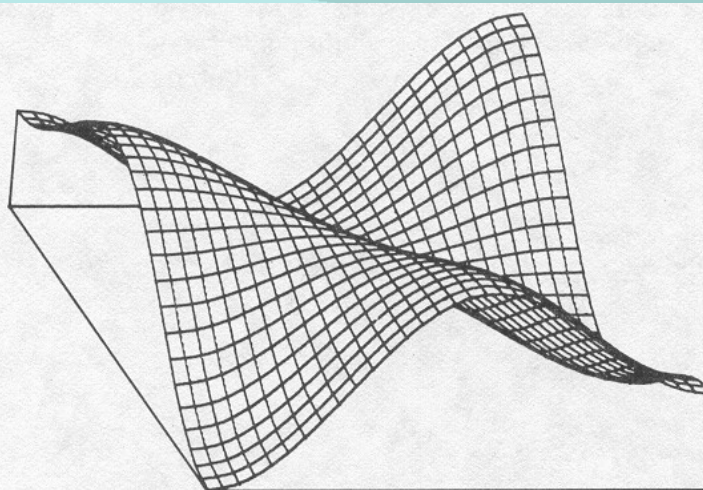
Domborzat színezés a szintvonalak alapján.



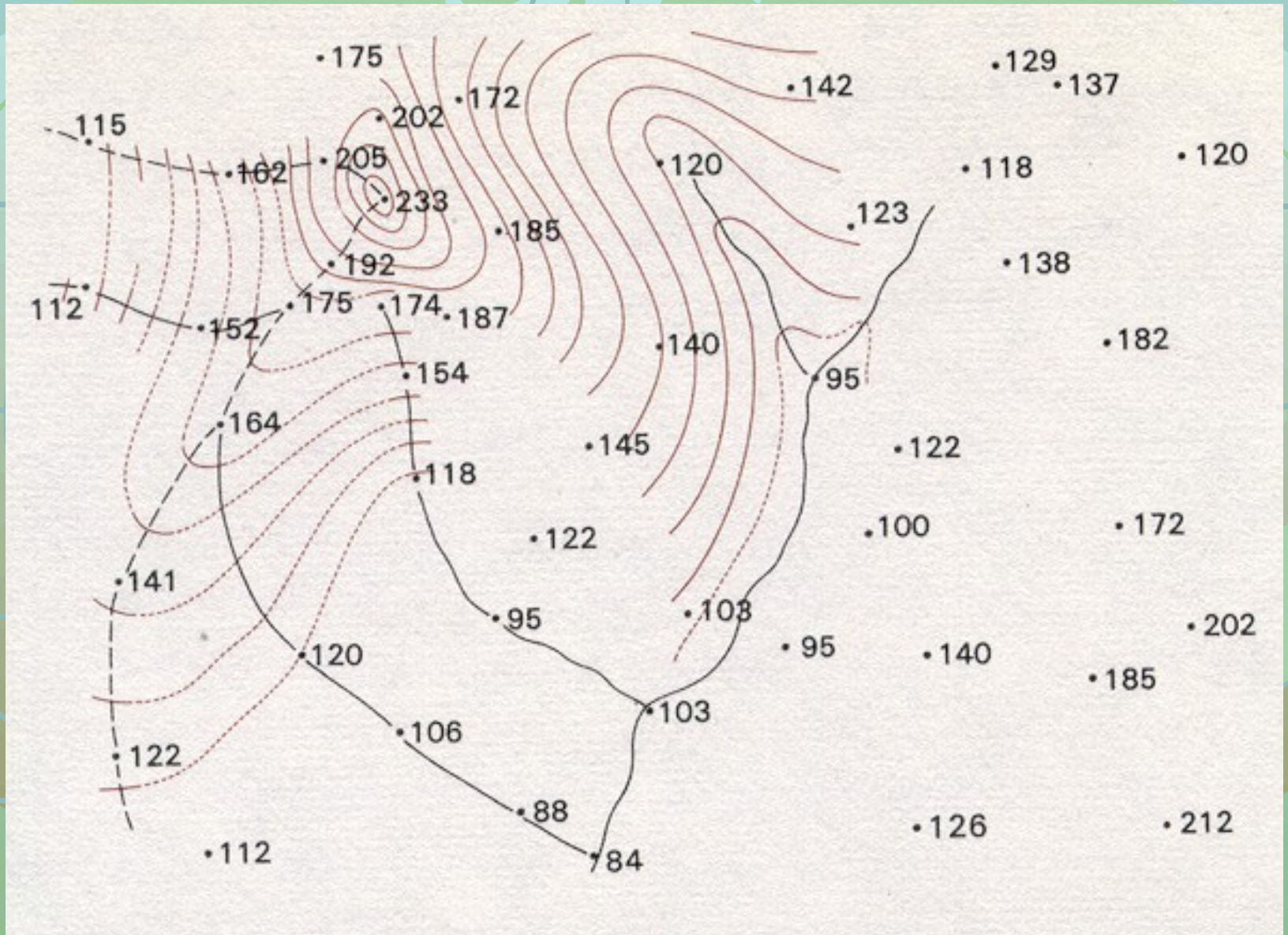




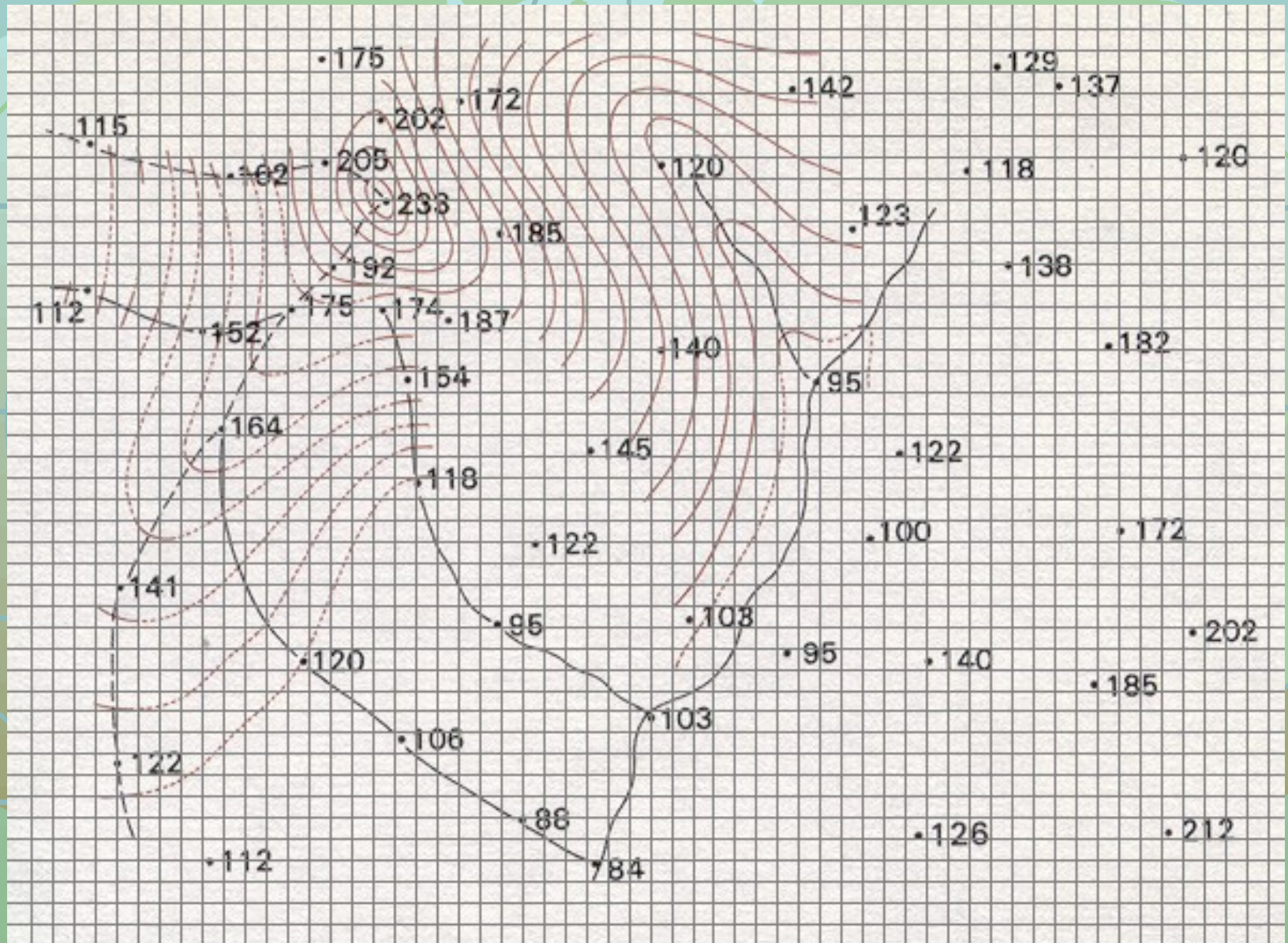
Felületek és szintvonalak



Grid



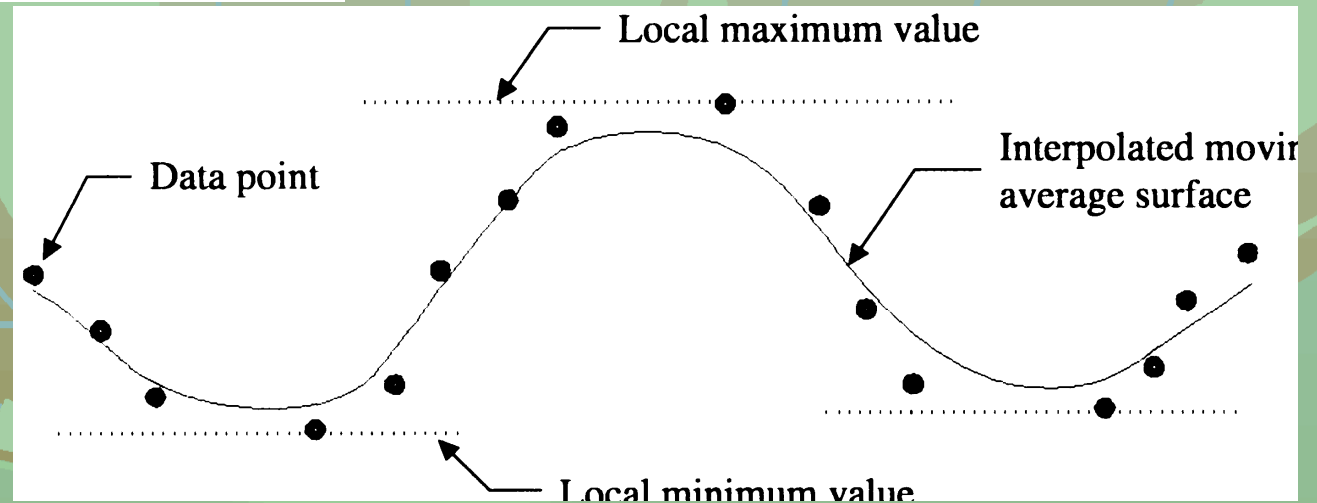
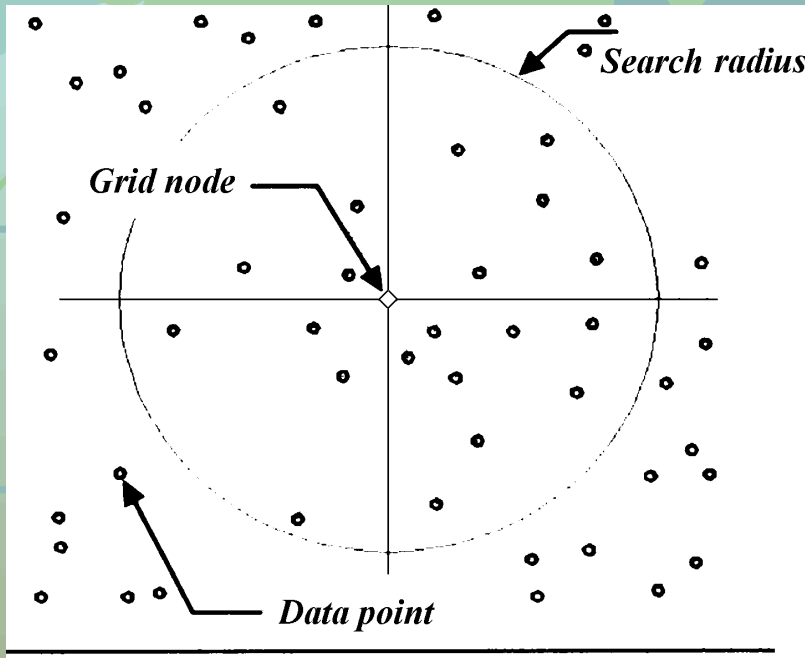
Grid





Interpoláció

Inverse distance weighting





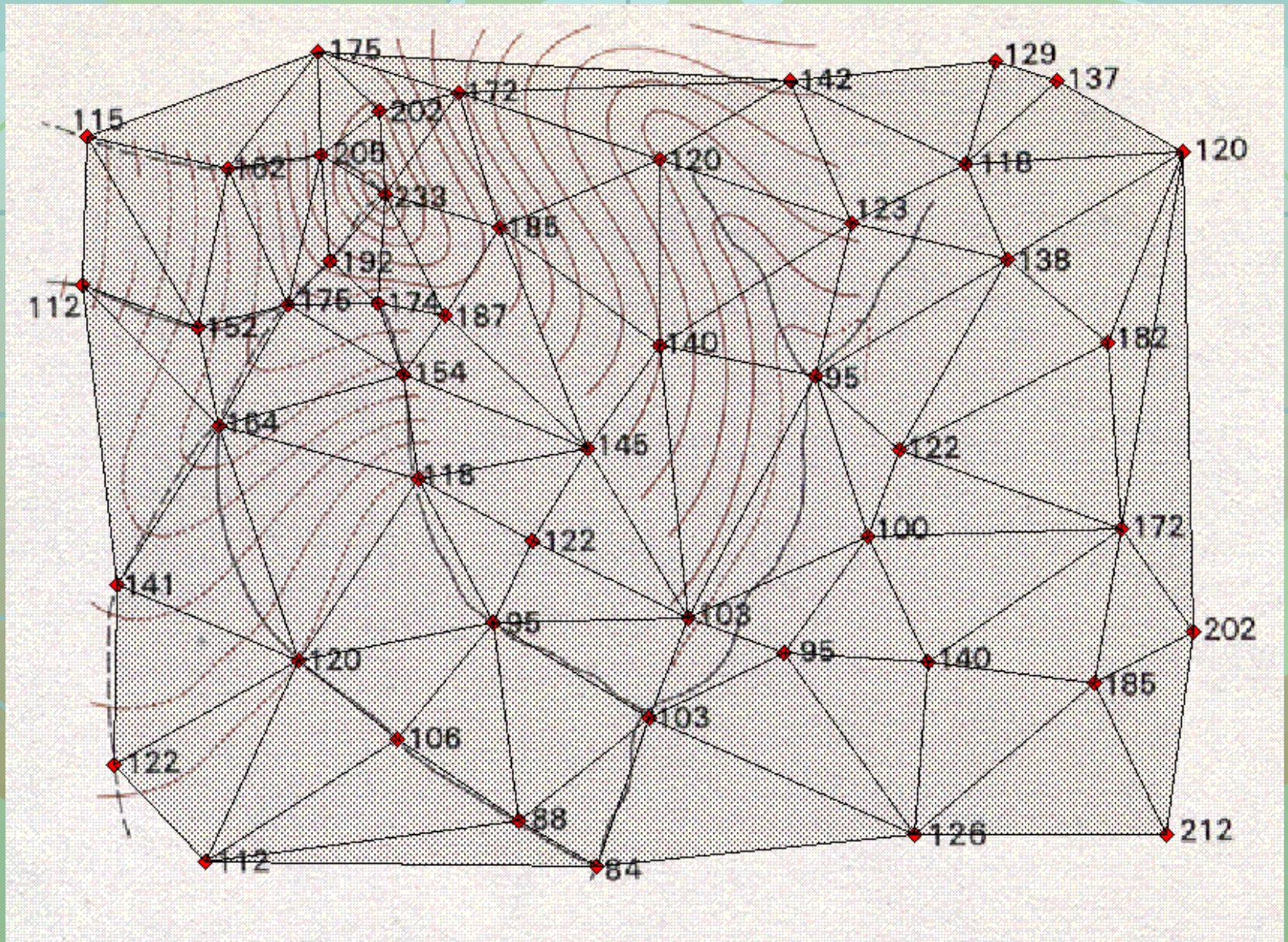
Az interpoláció hátrányai

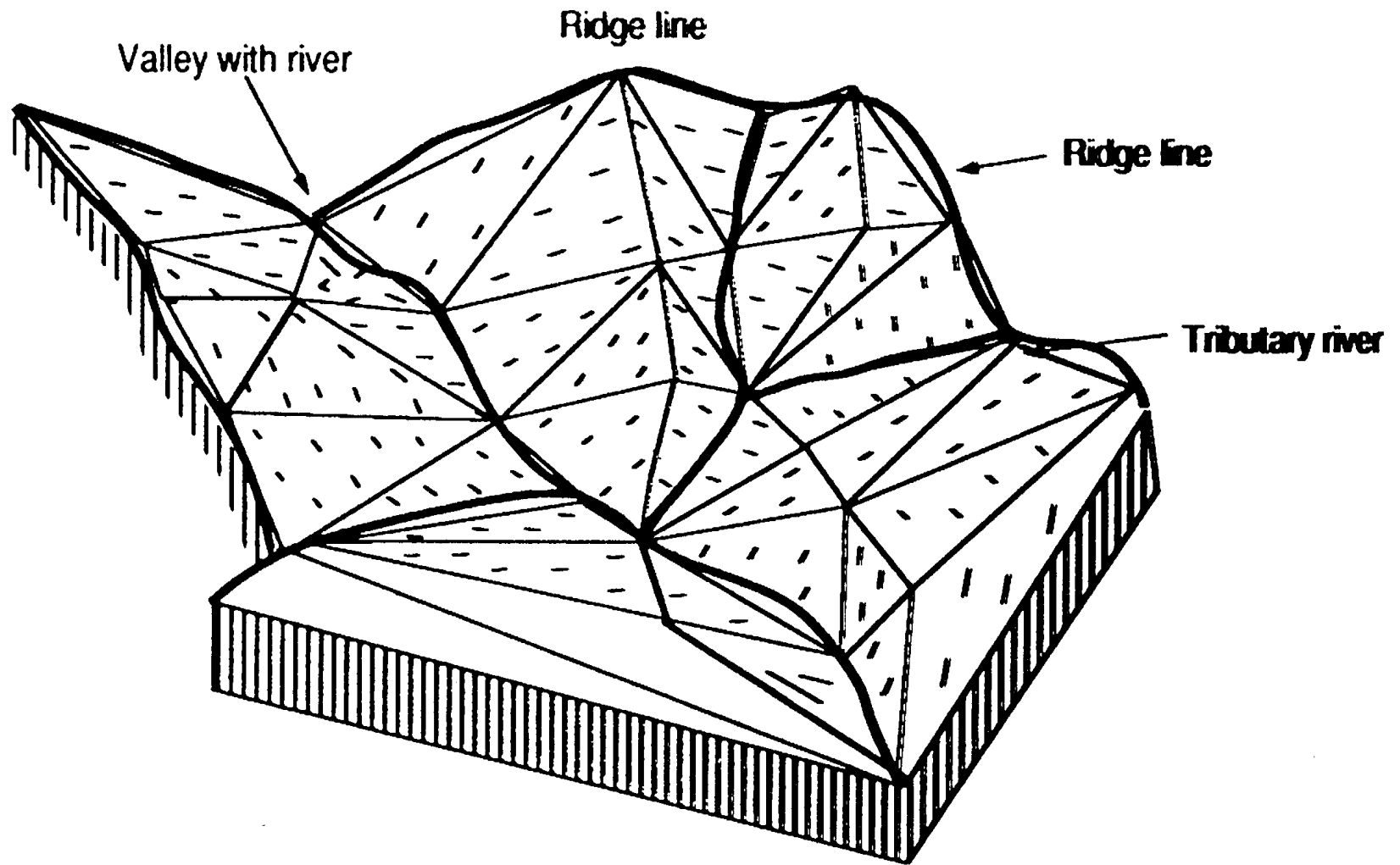
- Pontosság csökkenés
- Az eredeti adatpontok elvesztése

Megoldás:

az eredeti mérési pontokból háromszöghálózat létrehozása, mert így megmaradnak az eredeti pontok.

Szabálytalan elhelyezkedésű magassági pontok, és háromszögek

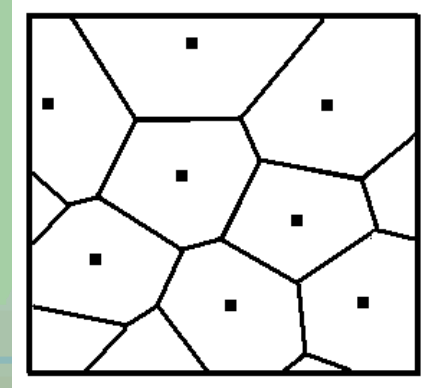






Delaunay-háromszögek, Voronoy-sokszögek

Szabálytalan elrendezésű pontjaink vannak a síkon. Minden pont körül szerkeszthető egy *olyan sokszög, melynek belső pontjai közelebb vannak a kérdéses ponthoz, mint az összes többi ponthoz (tesszelláció).*



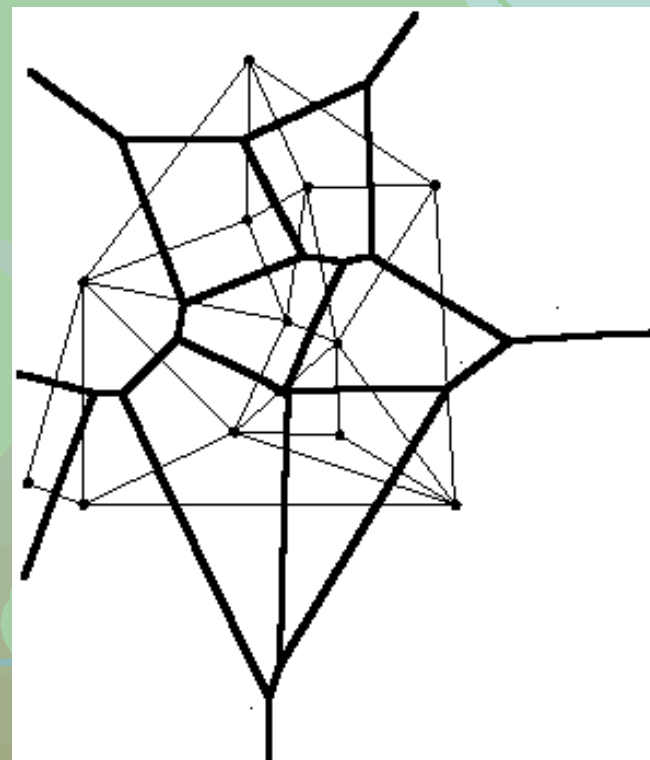
Az ilyen tulajdonsággal rendelkező sokszögek *konvexek és folytonosan töltik ki a síkot*. A meghatározásból következik, hogy a sokszög oldalai merőlegesek a körülvevő pontot a többi ponttal összekötő egyenesekre és felezik azokat. Természetesen nem minden sugár felező merőleges egyenes lesz a sokszög része hanem csak azok, melyek metsződéseiből a zárt konvex sokszög létrejön. A sokszög oldalak egyben meghatározzák az egy-egy pontból figyelembe veendő szomszédos pontokat is, hiszen csak azok a pontok befolyásolják a sokszög kialakulását, amelyekre menő sugarak felező merőlegesei részei a sokszögnek.



Delaunay-háromszögek, Voronoy-sokszögek

Ha minden pontot összekötünk a róla a fentiek szerint figyelembe veendő szomszédos pontokkal, úgy síkbeli esetben, egyértelmű és bizonyos szempontból optimális háromszög-felbontást kapunk.

Ezt a felbontást nevezik Delaunay háromszögelésnek. Térbeli esetben a szomszédosként meghatározott pontok összekötése egyértelmű, optimális tetraéder felbontást eredményez.

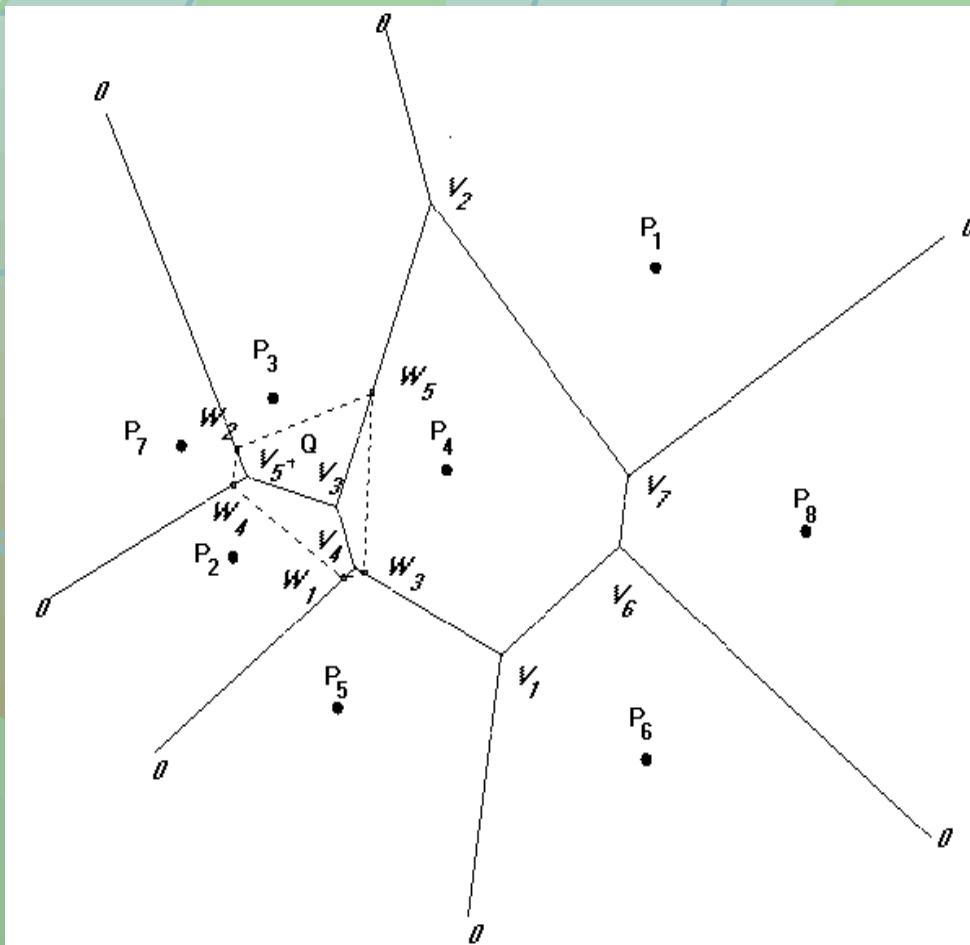


A Voronoy-sokszögek sarokpontjai, 2D-s esetben, a Delaunay háromszög csúcspontjaihoz tartozó három terület találkozási helyein találhatóak, meghatározás szerint egyenlő távolságra e három ponttól, azaz a sarokpontok a háromszögekre szerkeszthető körök középpontjai.



Delaunay-háromszögek, Voronoy-sokszögek

Minden csúcsponthoz két három elemű lista tartozik: az egyik tartalmazza a kérdéses Delaunay háromszög adatpontjait, a másik a szomszédos csúcspontokat.



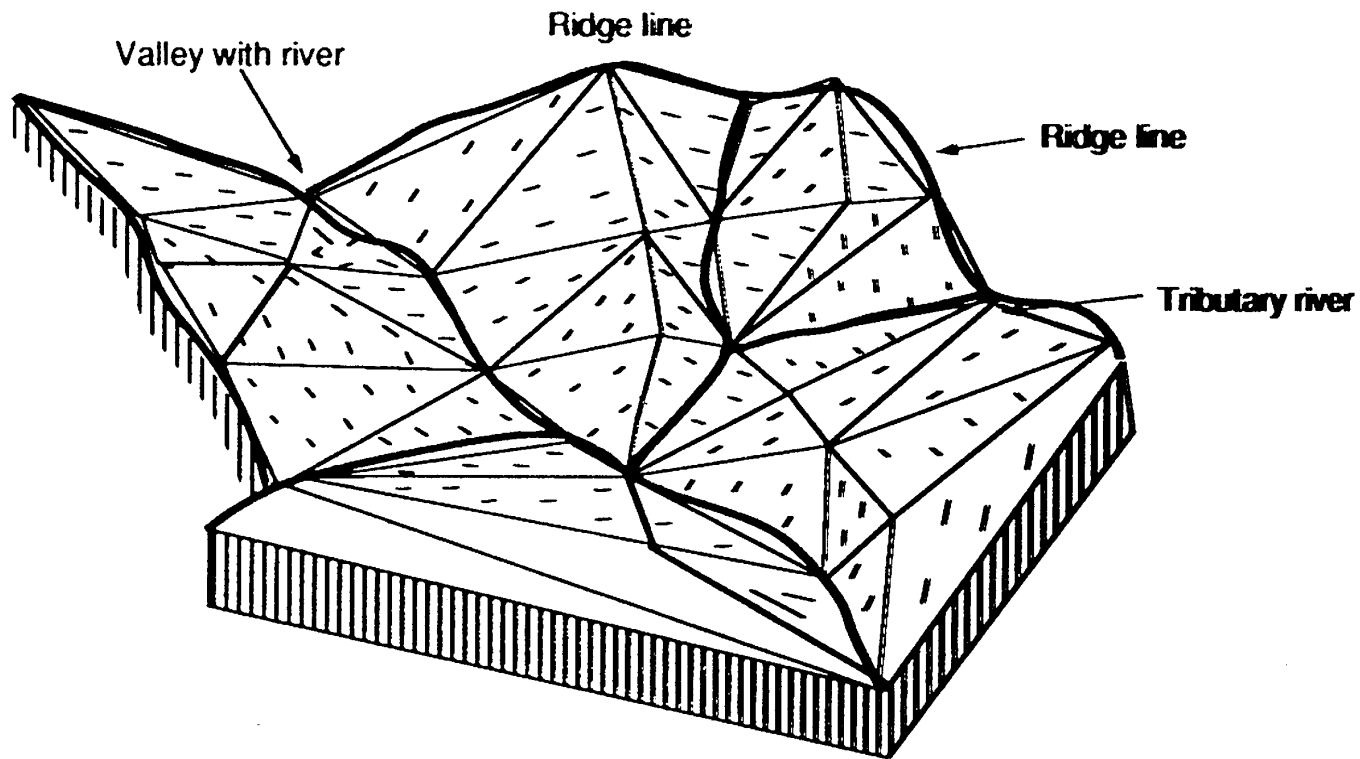
A Delaunay háromszögelést leíró listák

csúcspontok	háromszög alkotó pontok	szomszédos csúcspontok
	első második harmadik	első második harmadik
V_1	$P_6 P_4 P_5$	$V_4 0 V_6$
V_2	$P_1 P_4 P_3$	$V_3 0 V_7$
V_3	$P_2 P_3 P_4$	$V_2 V_4 V_5$
V_4	$P_2 P_3 P_4$	$V_1 V_3 0$
V_5	$P_7 P_3 P_2$	$V_3 0 0$
V_6	$P_6 P_8 P_4$	$V_7 V_1 0$
V_7	$P_1 P_8 P_4$	$V_6 V_2 0$



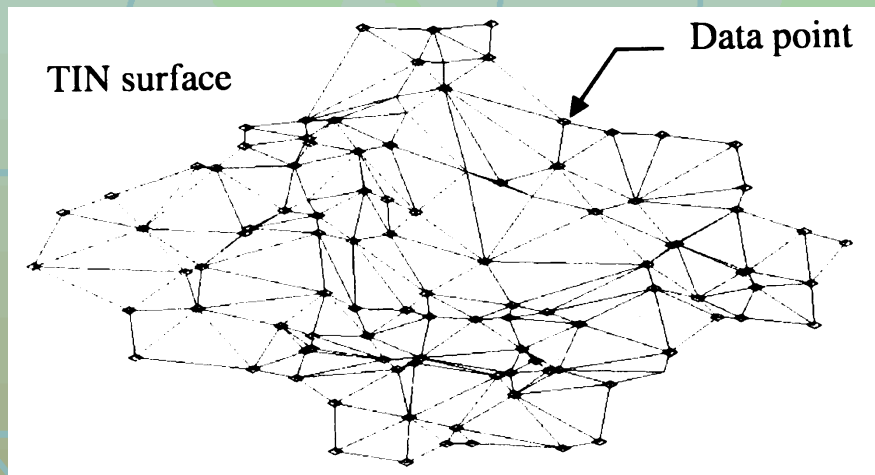
Delaunay-háromszögek, Voronoy-sokszögek

Térben ez a tulajdonság úgy módosul, hogy a poliéderek sarokpontjai a megfelelő tetraéderekre szerkeszthető gömbök középpontjai.

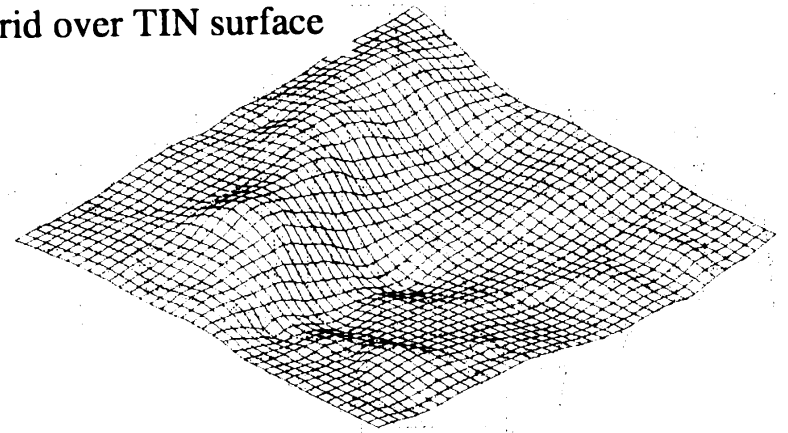


3 dimenziós GIS

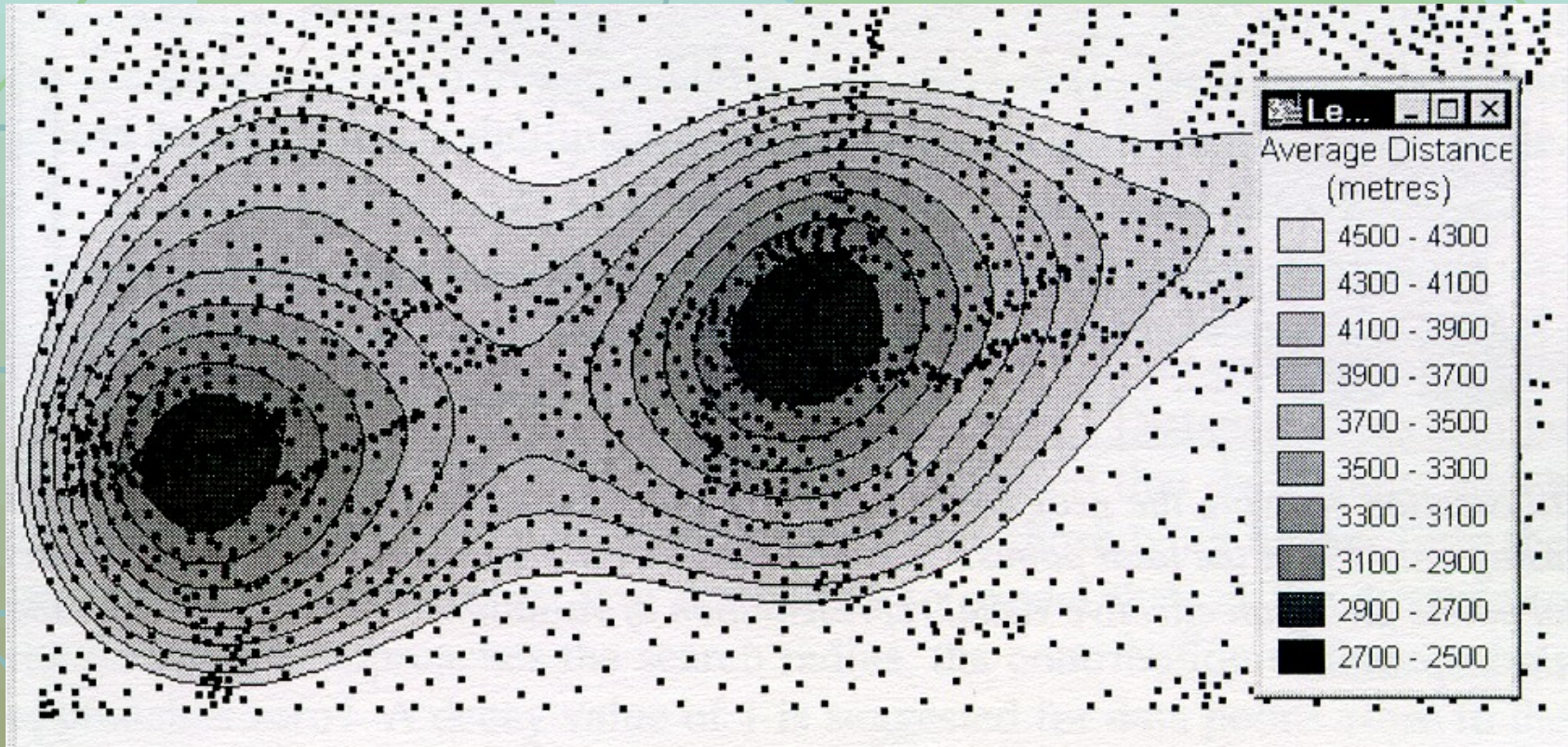
Triangulation



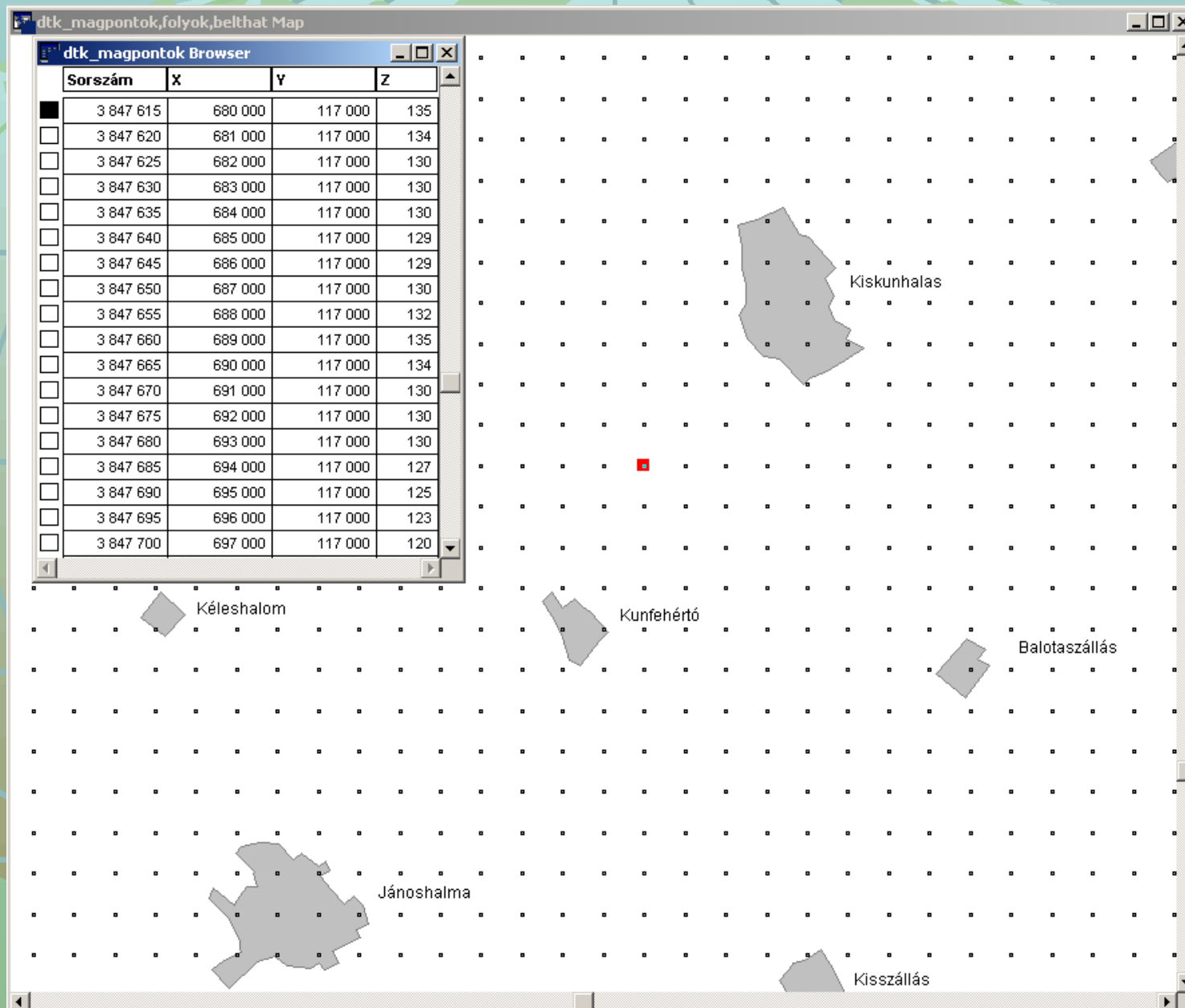
Grid over TIN surface



3 dimenziós GIS

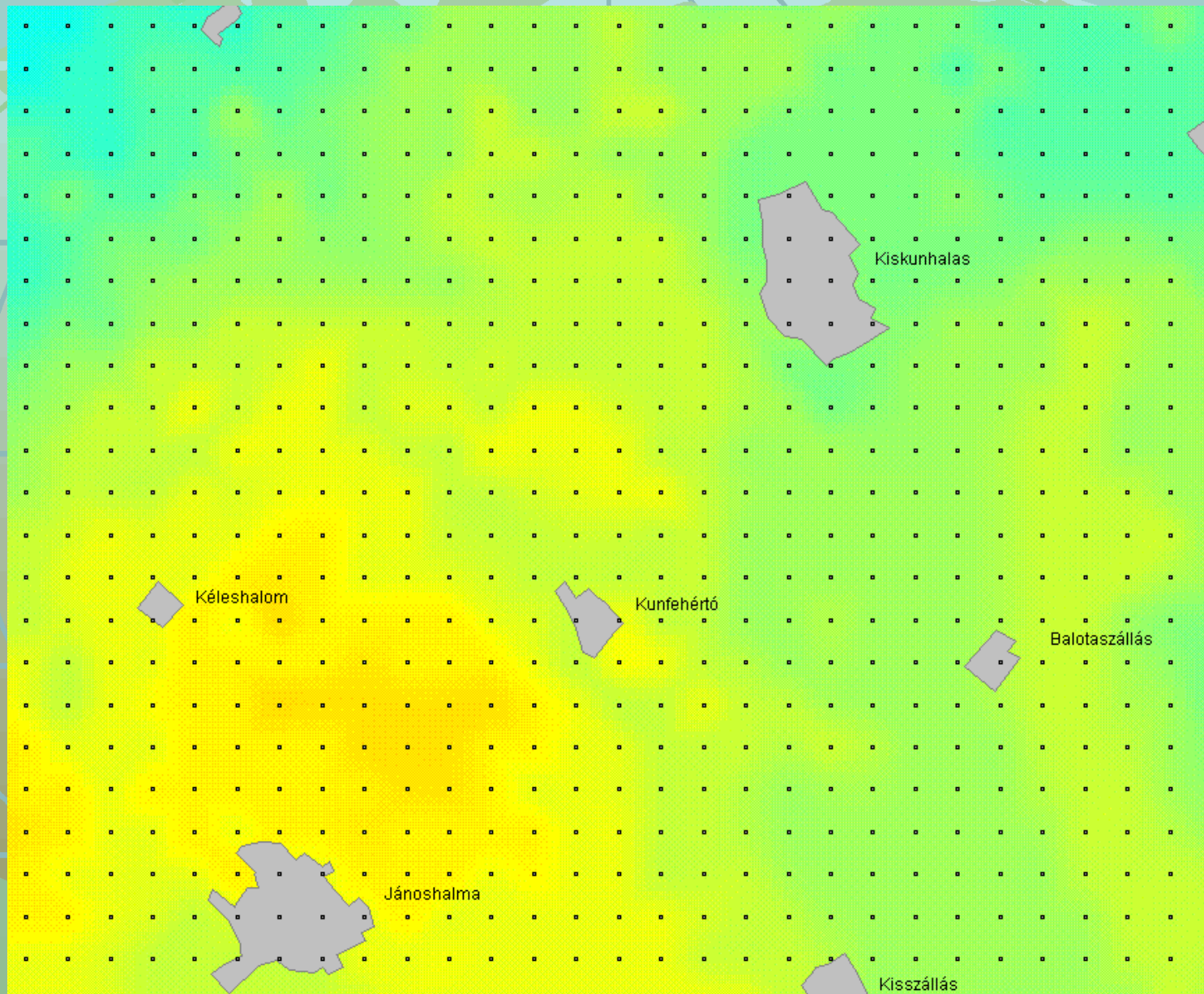


3 dimenziós GIS

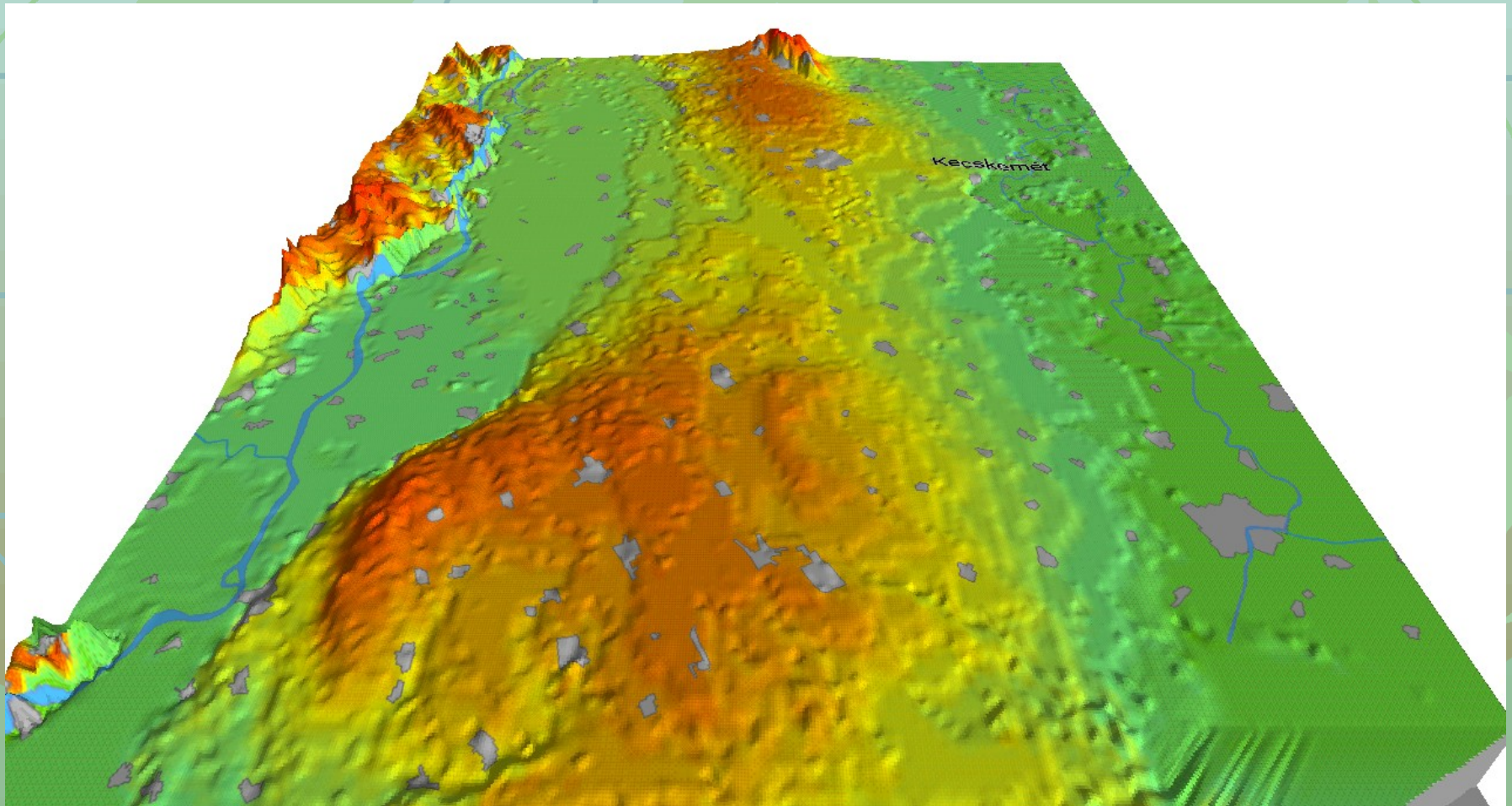




3 dimenziós GIS



3 dimenziós GIS



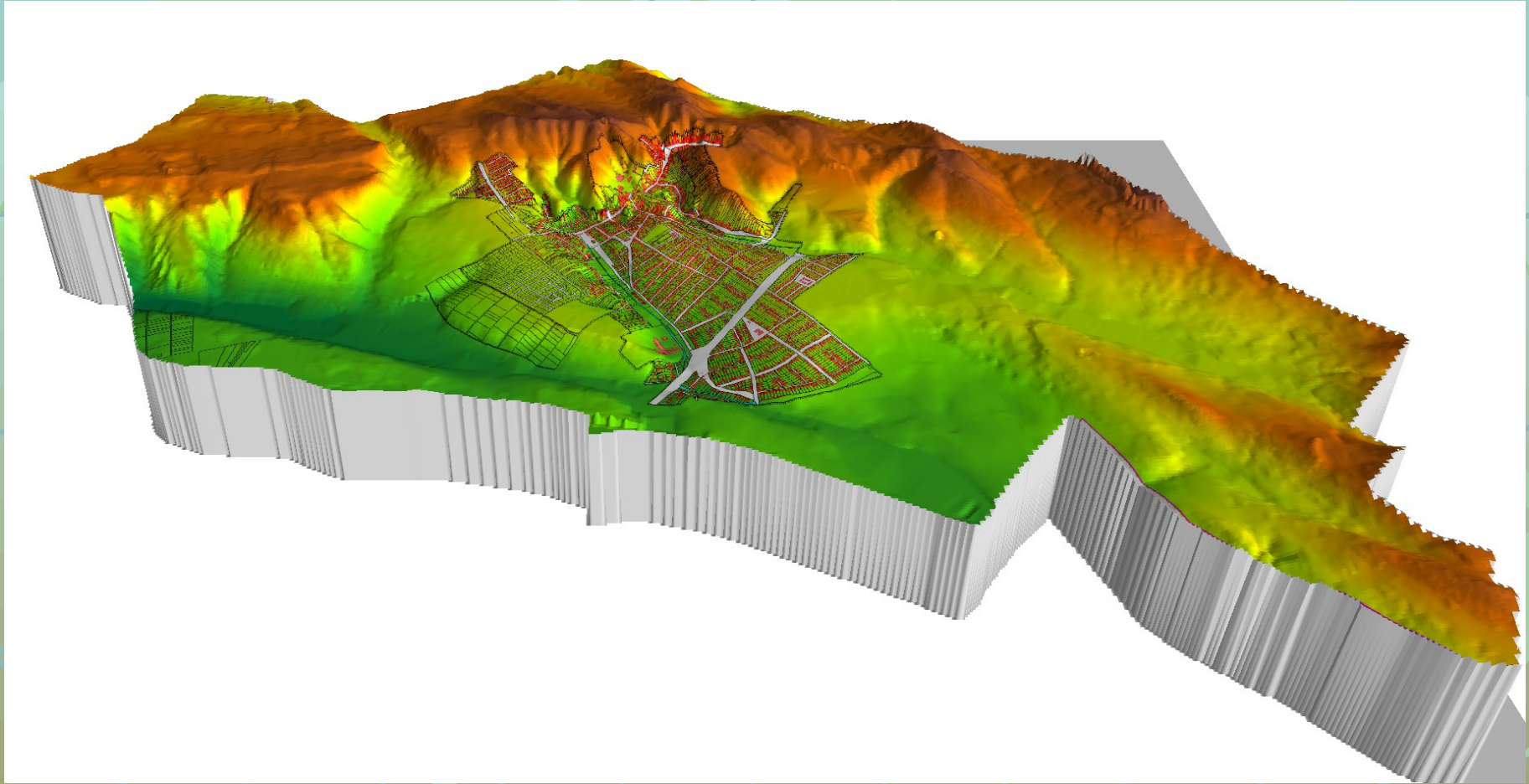
3 dimenziós GIS

A magassági színezett
raszteres állomány (mint kép)
emboss-szűrt változata.

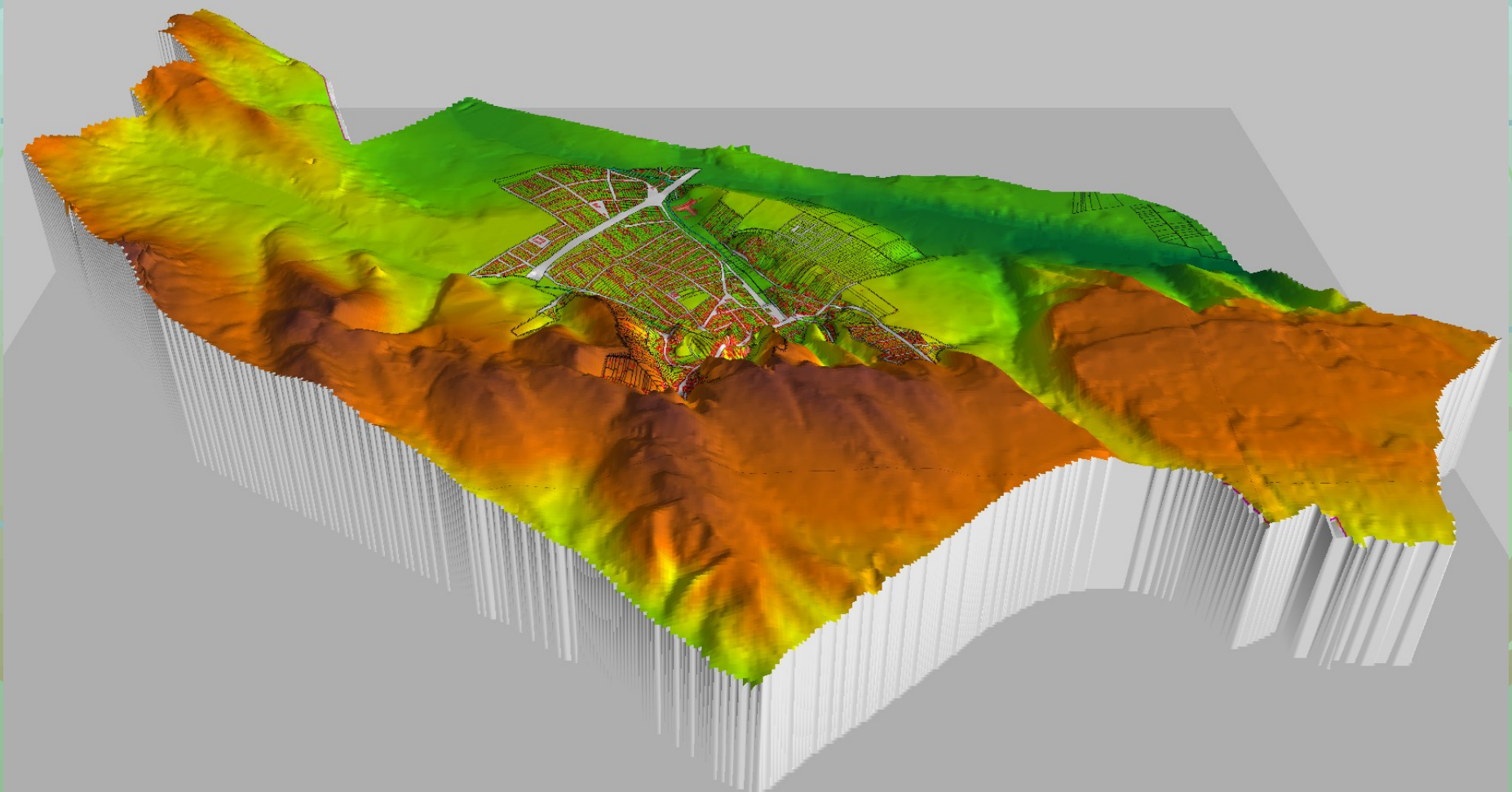
Mint látható a raszteres
adatmodell nemcsak digitális
képekre alkalmazható, hanem
a szabályos rácsban (grid)
rendelkezésre magassági
modellekre is.



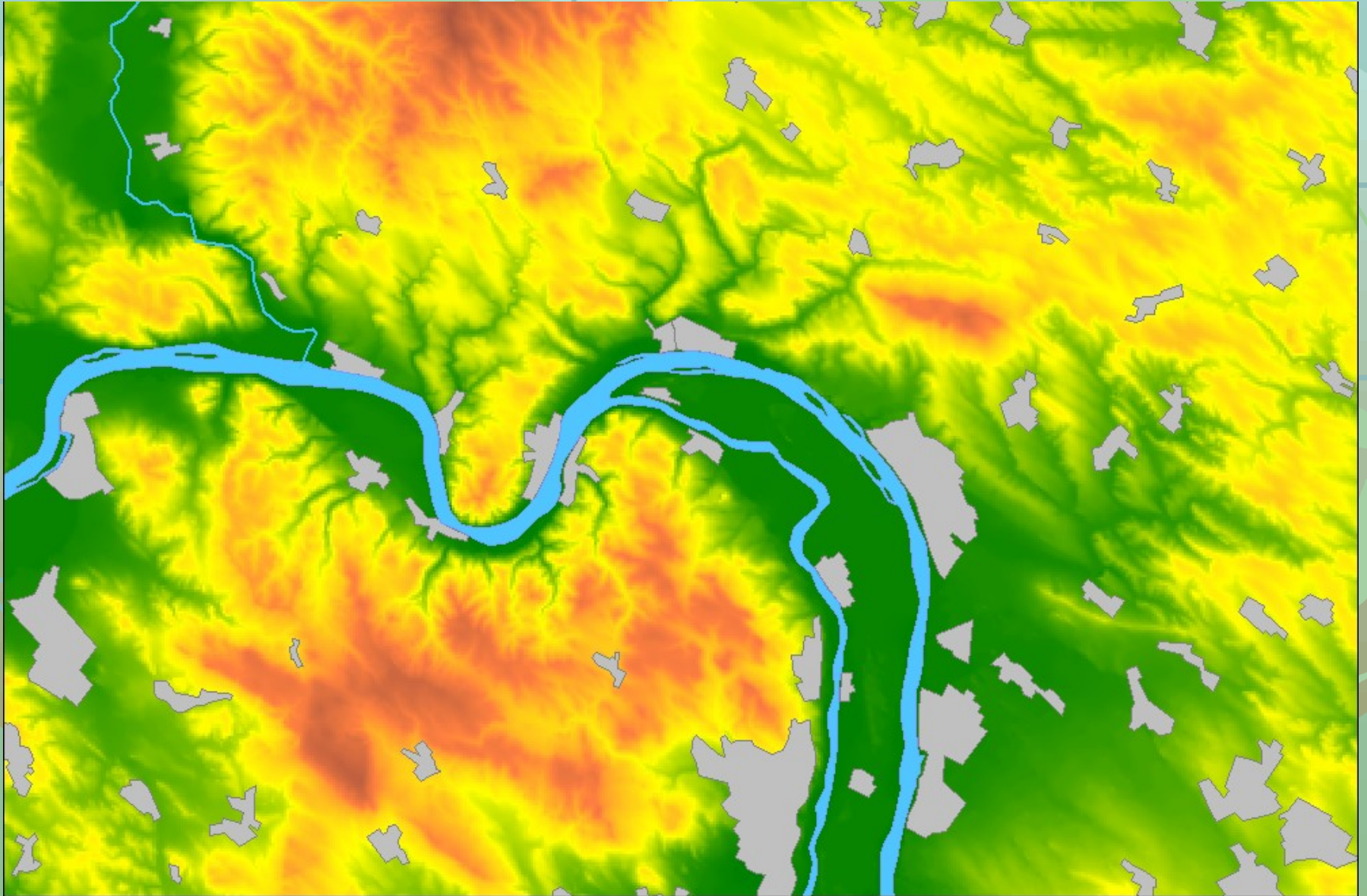
3 dimenziós GIS



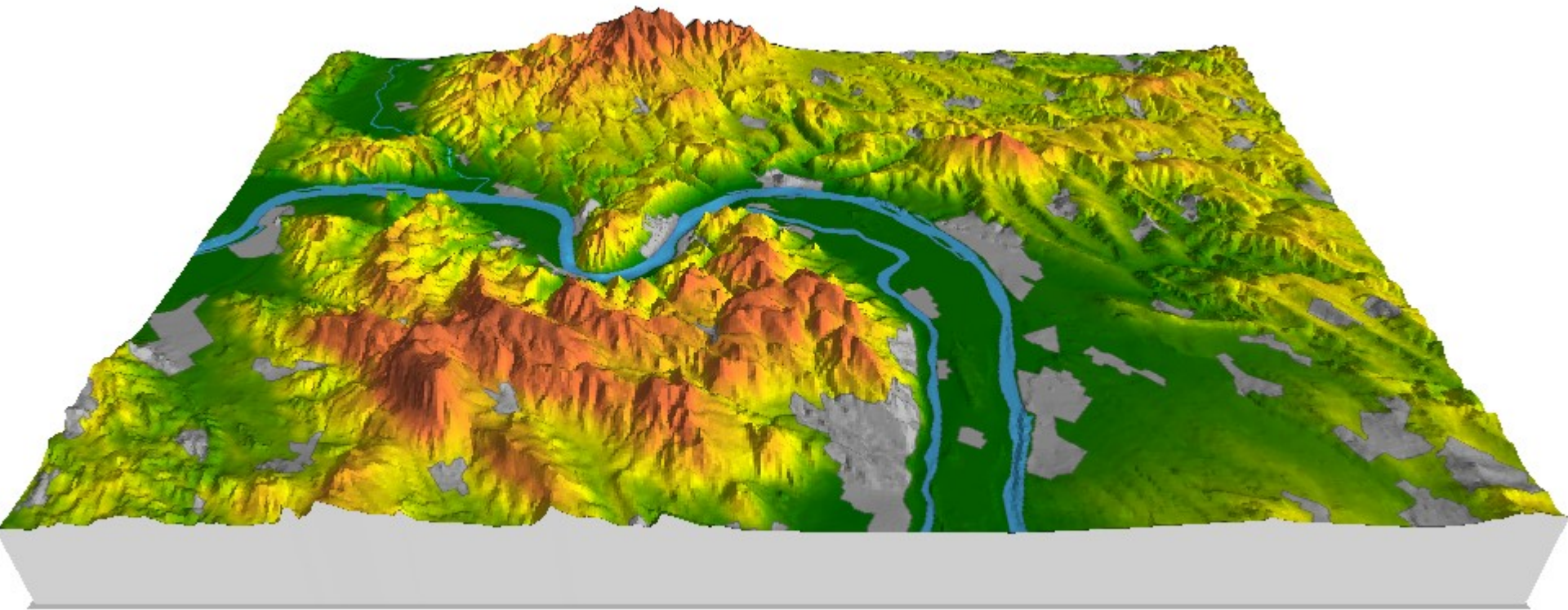
3 dimenziós GIS



3D rétegszinezés

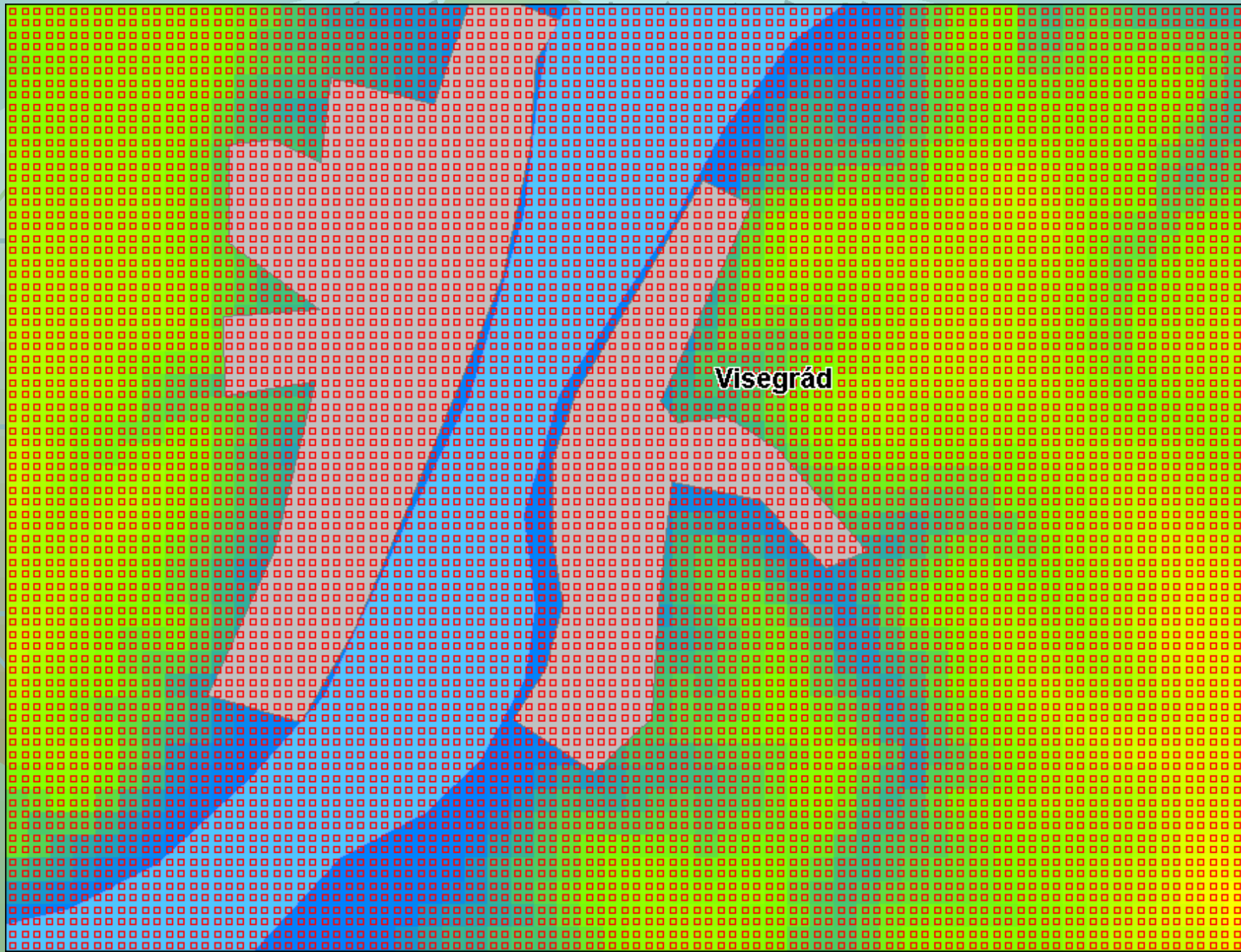


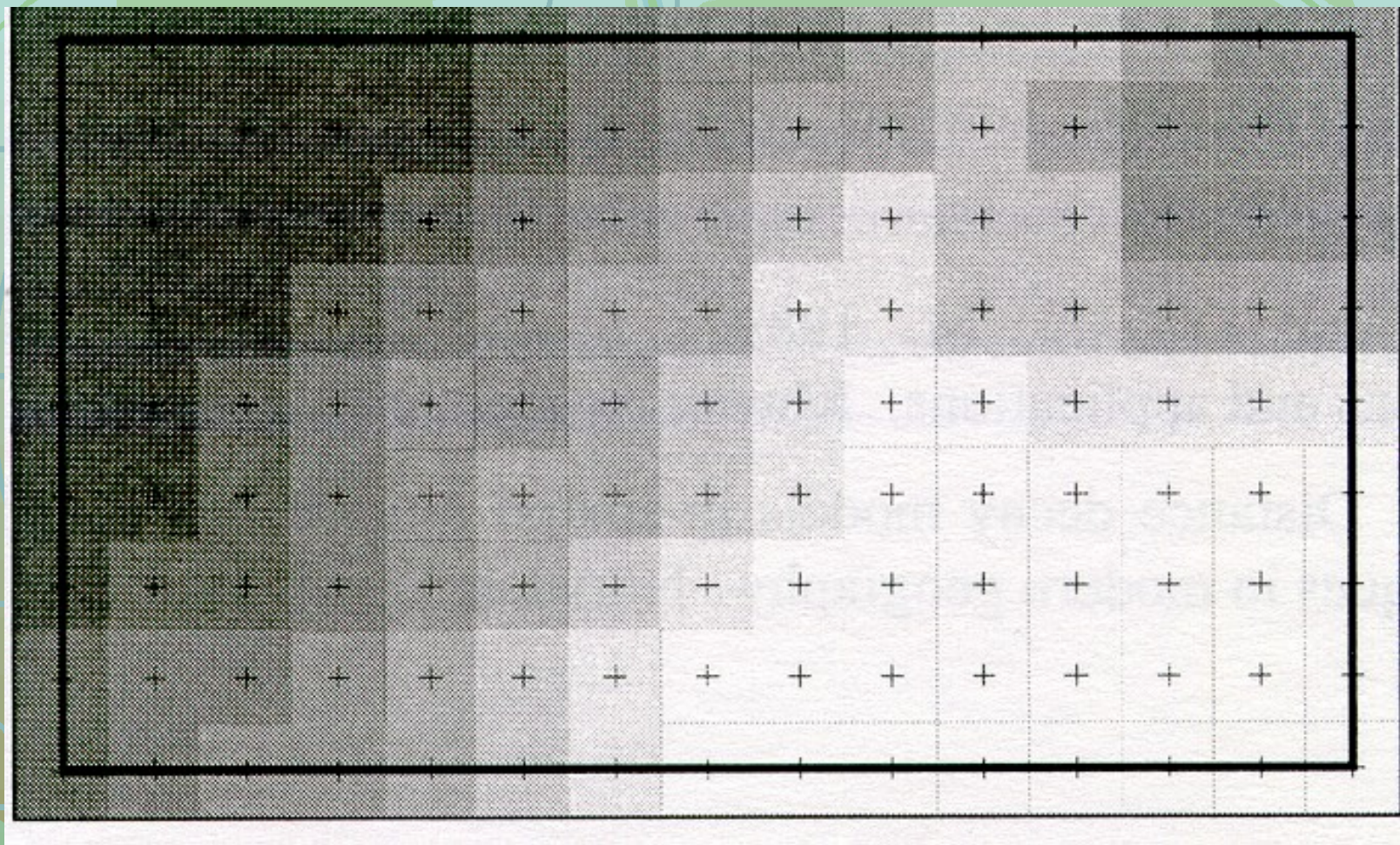
3D perspektivikus

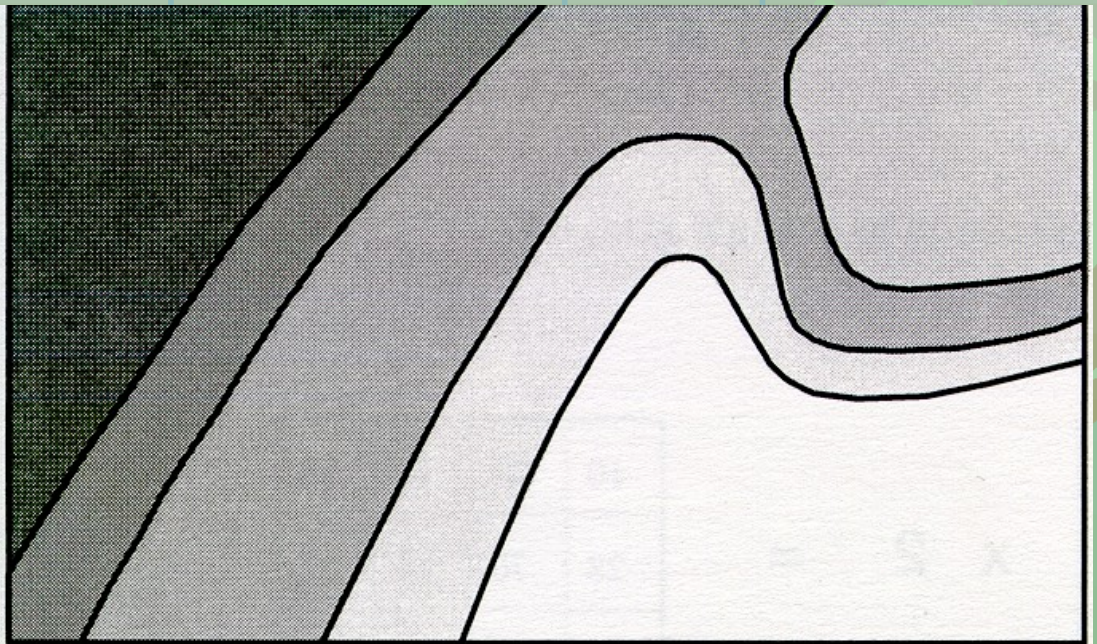
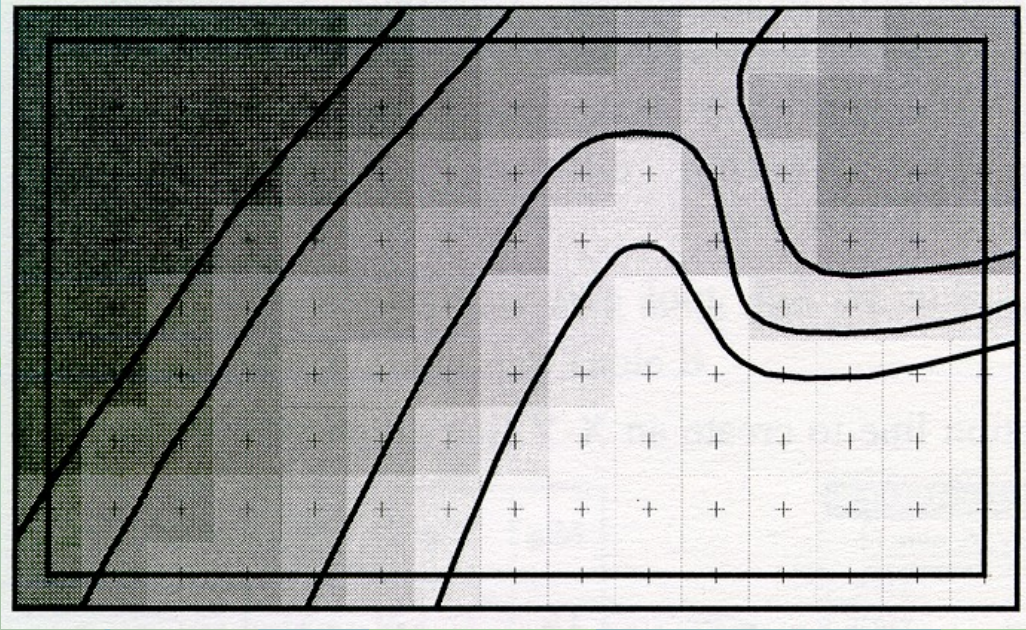


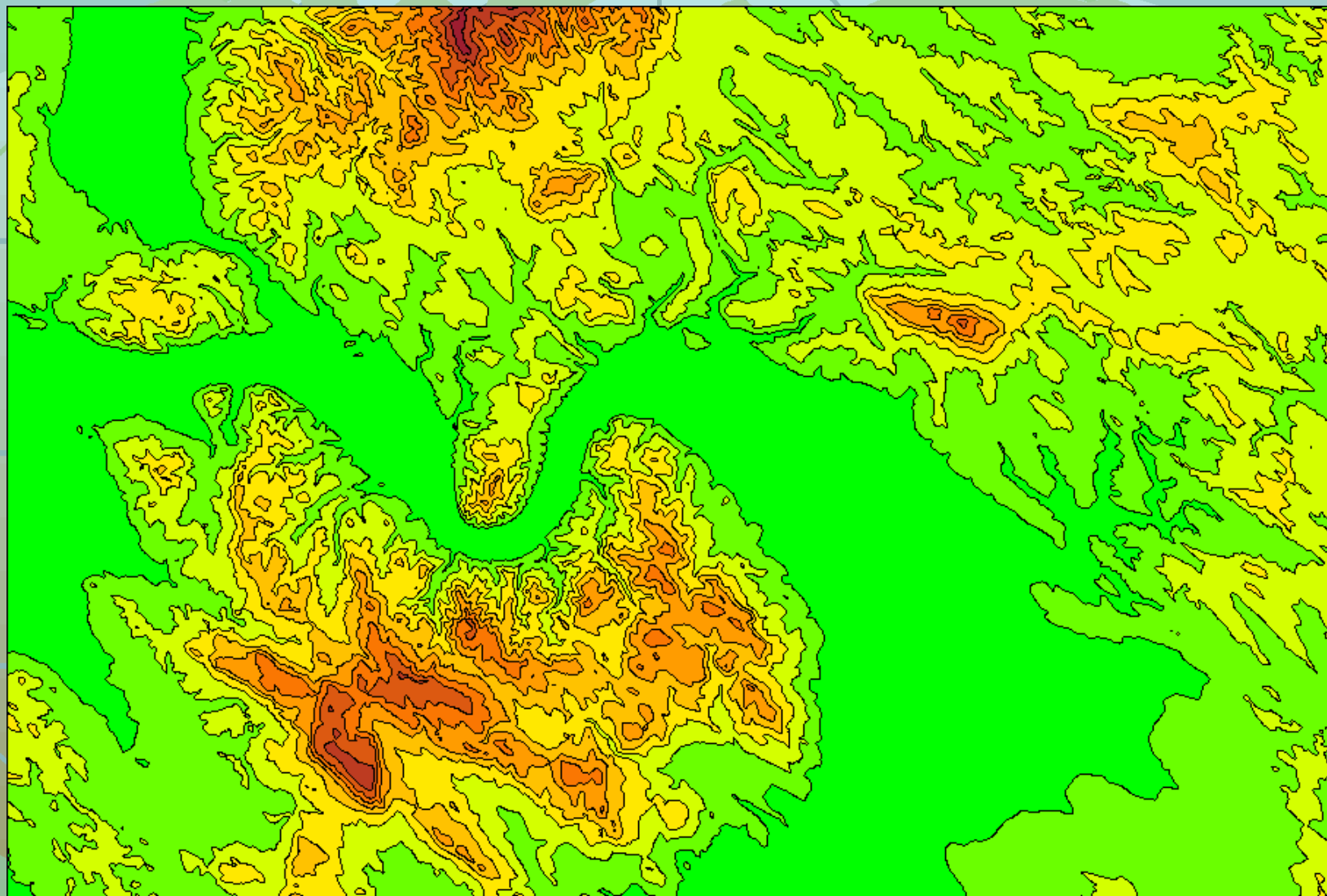


Grid adatbázis









Szintvonal generálás



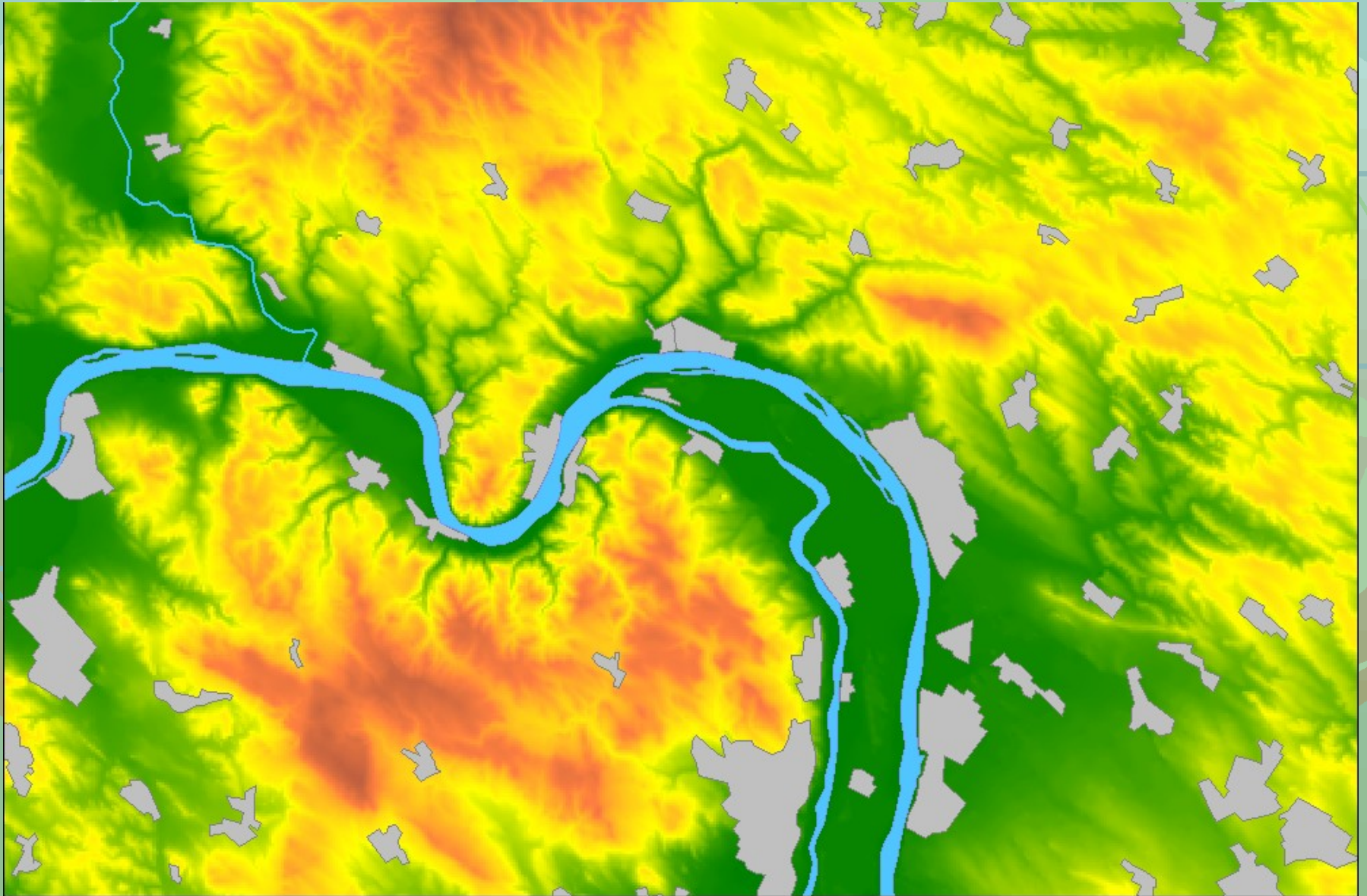
A 3D alkalmazásai

- Domborzat elemzés, összeláthatóság, mobil telefonía
- Út- vasútépítés (térfogatszámítás)
- Bányászat
- Környezetvédelem (lejtőelemzés, erózió)
- Árvízvédelem
- Katasztrófa elhárítás
- Hadügy
- Üzleti alkalmazások, térbeli statisztika
- Építészet, tájtervezés
- ...



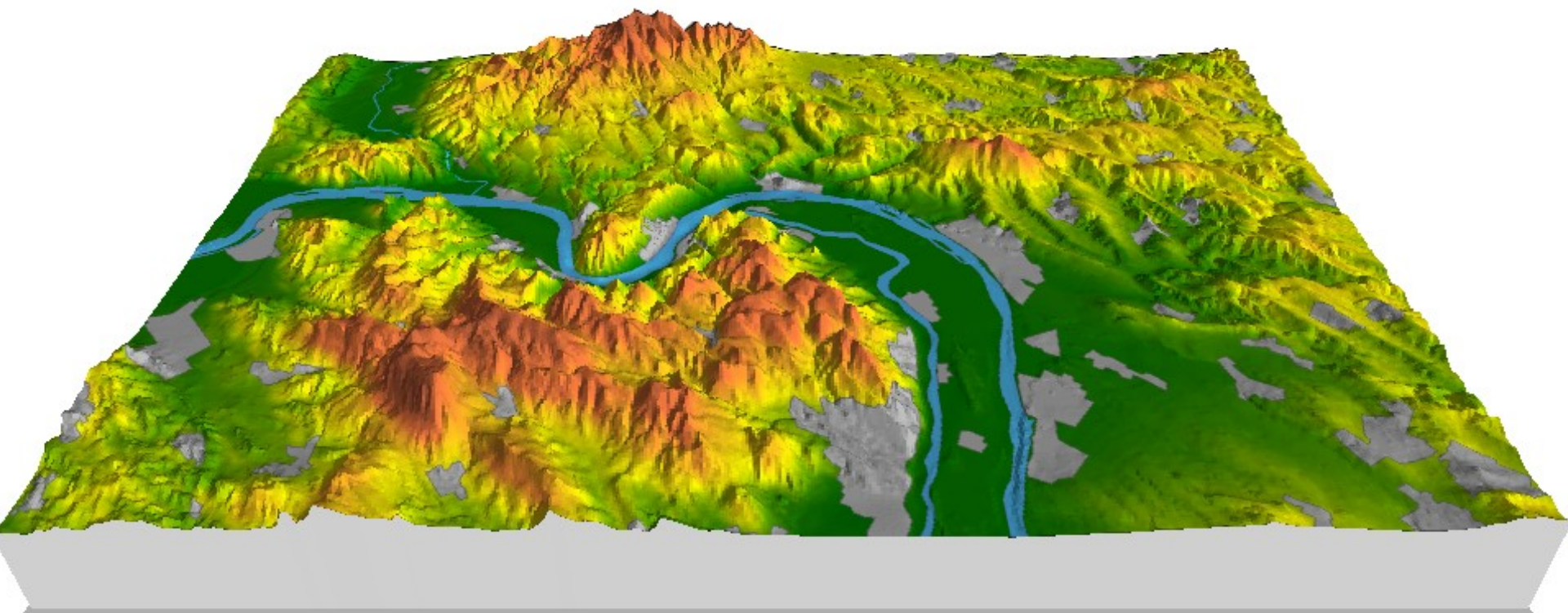
Generalizálás

Eredeti adatrendszer





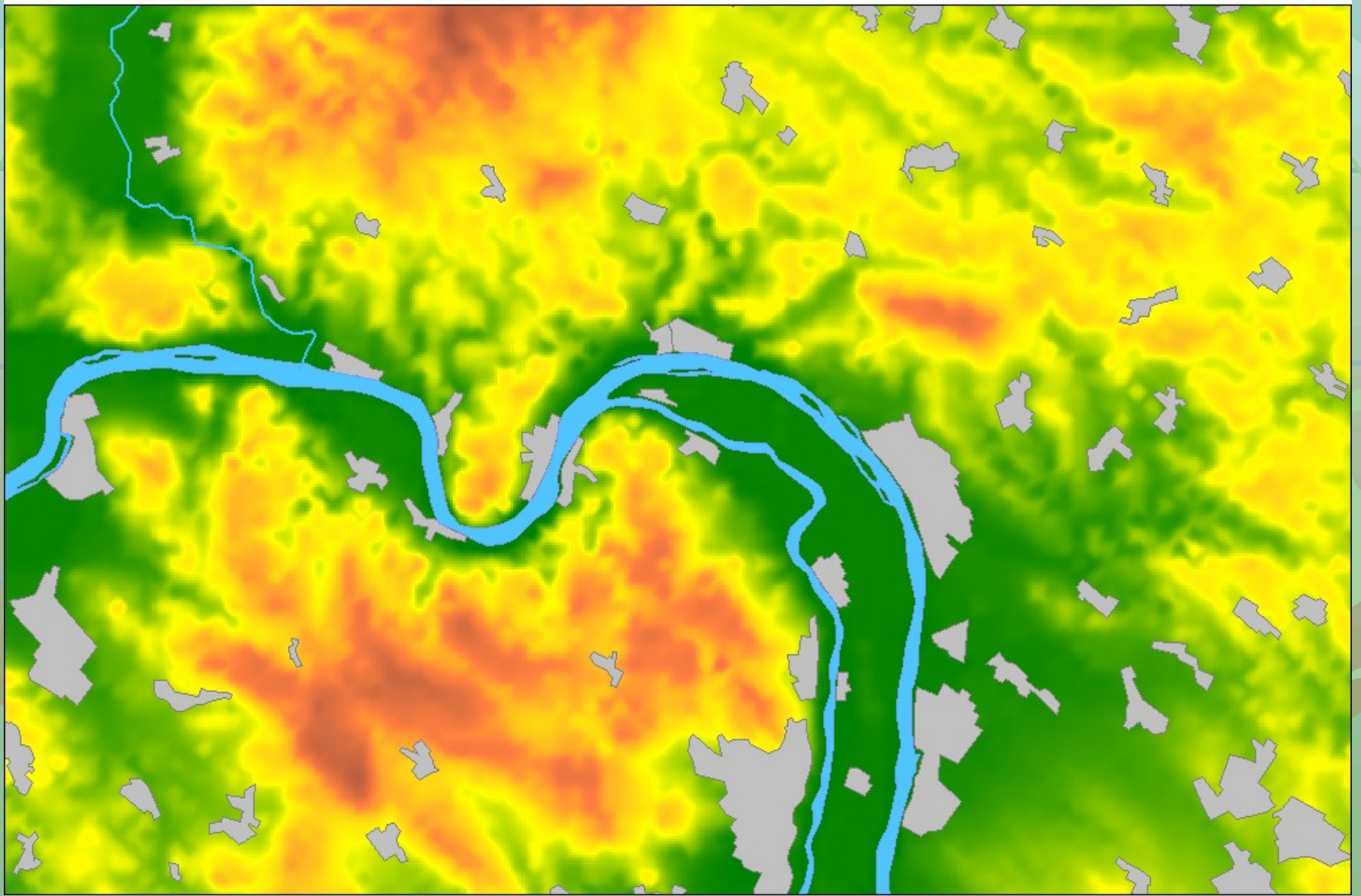
Eredeti adatrendszer

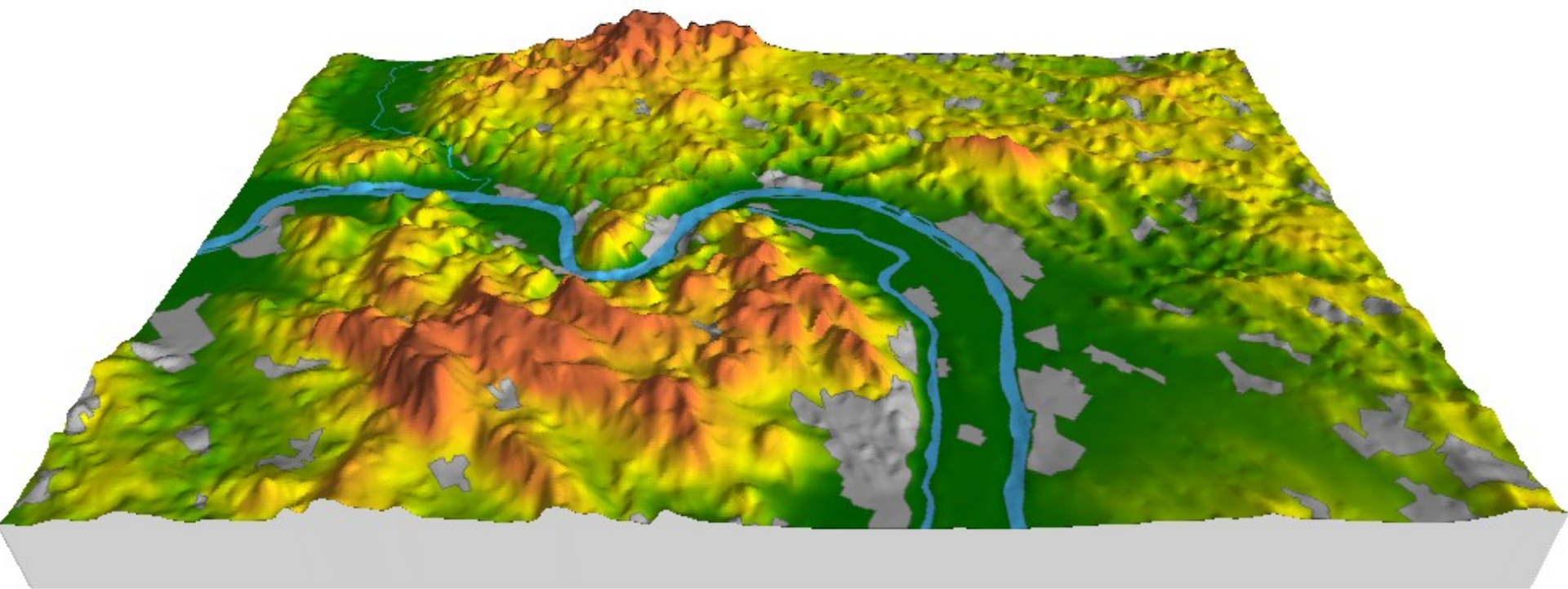




Generalizálás

Ritkított adatrendszer







Klaszterezés, dimenziócsökkentés



Klaszterezés

Egy adathalmaz pontjainak az adatrekordok hasonlósága alapján történő diszjunkt csoportokba sorolását *klaszterezésnek* nevezzük.

A csoportosítás jósága egy jó *hasonlóság definíció*n és egy jó *algoritmus*on múlik, amely a hasonlóságon alapulva valamilyen kritériumok alapján megállapítja a klasztereket.



Klaszterezés

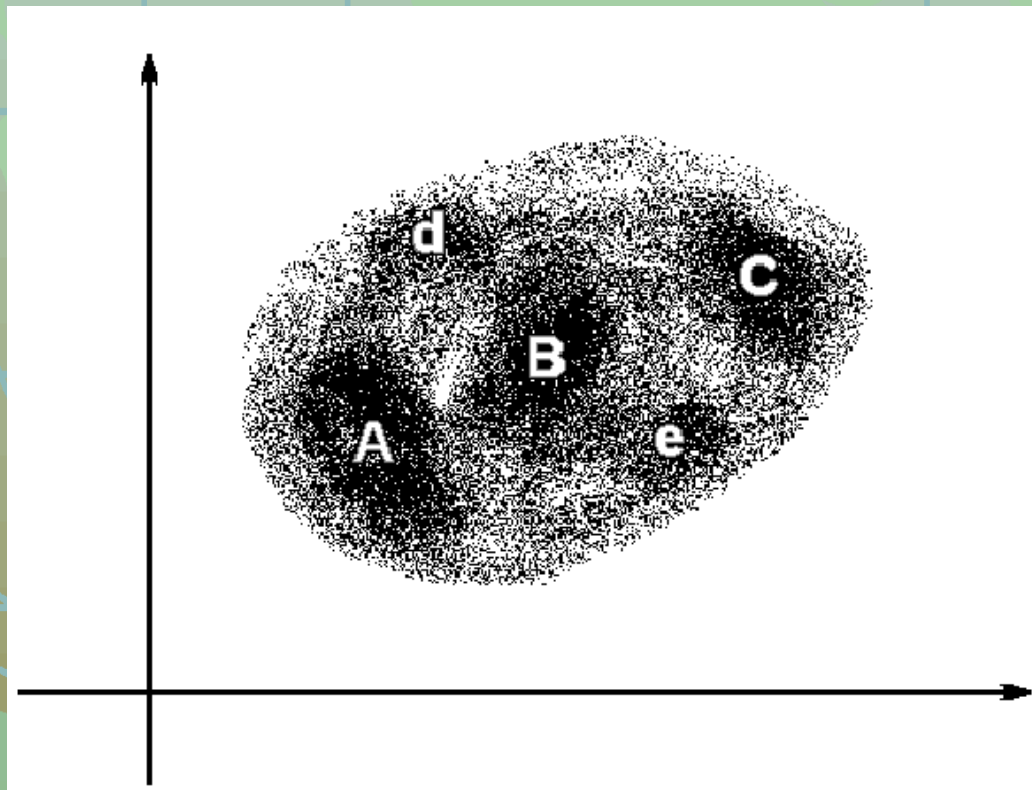
Sokszor használjuk az *osztályozás* kifejezést is, ami majdnem ugyanazt jelenti, mint a klaszterezés.

Míg a klaszterezés nem felügyelt csoportosítás, addig az osztályozás felügyelt. Ebben az összefüggésben a felügyelt jelző azt jelenti, hogy a csoportok minőségi paraméterei előre definiáltak, míg a nem felügyelt esetben nem tudjuk, hogy milyen minőségi osztályba fognak tartozni az előálló csoportok, sőt ezek határai sem tudhatók előre.



Klaszterezés

Kétdimenziós esetben ábrázolva az adatpontokat, már szemrevételezéssel is el tudunk különíteni csoportokat az adatok sűrűsödése alapján.





Klaszterezés

Az euklideszi távolság
u és ***v*** pont között:

$$d(u, v) = \left(\sum_{i=1}^d [u_i - v_i]^2 \right)^{1/2}$$

A távolság mátrix: d_{ij}

$$\mathbf{D} = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{pmatrix}$$



Klaszterezés

Hasonlóság: hasonló, ami közel van

Távolság → **Hasonlóság**

**Az egymáshoz hasonló pontok
legyenek egy csoportban.**



Klaszterezés

Particionáló eljárások

A particionáló eljárások iterációs elven működnek, vagyis úgy érik el a megfelelő klaszterek megállapítását, hogy a folyamatosan kapott újabb és újabb kasztereket pontosítják. Egy pillanatnyilag kialakult klasztert valamilyen módon tömören reprezentálunk (pl. súlypont), a klaszterek és az adatpontok közti távolságokat kiszámítjuk. Az adatpontokat újra particionáljuk és a pontokat a hozzájuk legközelebb eső klaszterhez rendeljük. Az eljárás akkor áll le, amikor a soron következő iteráció után a partíció egy megadott értéknél kisebb mértékben változik.



Klaszterezés

Hierarchikus

eljárások

A hierarchikus eljárások az adatelemeket fába rendezik el. Az adatok a fák leveleiben helyezkednek el, míg a fa minden belső pontja megfelel egy klaszternek. Ezek a klaszterek a fában alattuk lévő lévő pontokat tartalmazzák. Egyes eljárások abból indulnak ki, hogy kezdetben minden adat egy külön klaszter, és az eljárás előrehaladása során a klaszterek csökkenéstése révén találja meg a megfelelő felosztást. Más eljárások éppen fordítva, abból indulnak ki, hogy kezdetben egyetlen klaszter van, amely valamennyi adatpontot tartalmazza. Az eljárás előrehaladása során, valamely leál-lási kritérium szerint, megáll, és az így kapott klaszterek jelentik a végeredményt.

Akár a felhalmozó, akár a lebontó jellegű algoritmusokat nézzük, számos eljárás létezik az adatok klaszterekbe történő beosztásához.



Klaszterezés

Az ismertetett eljárások valamennyi rendelkezésre álló adatot figyelembe vesznek a csoportosítás elvégzéséhez. Az algoritmusok működési mechanizmusából látható, hogy a távolságok és a klaszter középpontok állandó számítása rendkívüli számítási igényt támaszt, különösen olyankor, amikor sokdimenziós az adatrendszer. Nem ritka, hogy több tíz adatféleség áll rendelkezésünkre objektumonként, amely elfogadhatatlan mértékben megnövelheti a számítási időt. Ilyen esetekben alkalmazunk dimenzió csökkentő eljárásokat.



Dimenziócsökkentés

A dimenzió csökkentés egyik lehetséges módja a főkomponens analízis, amely a többváltozós matematikai statisztika egy széleskörűen elterjedt eljárása. Legyen p számú megfigyelési egységünk, amelyek egyenként n számú adatot tartalmaznak (p számú megfigyelési vektorunk van).

$\mathbf{x}^1$	$\mathbf{x}^2$	...	$\mathbf{x}^p$
x_1^1	x_1^2	...	x_1^p
x_2^1	x_2^2	...	x_2^p
$\vdots$			$\vdots$
x_n^1	x_n^2	...	x_n^p



Dimenziócsökkentés

Tekintsük az x^j vektorokat valószínűségi változóknak, a vektorok elemeit a valószínűségi változók realizációinak. Standardizáljuk a változókat:

$$\tilde{x}_i^j = \frac{x_i^j - \bar{x}^j}{s^j}$$

ahol $\bar{x}^j$ a j -edik vektor elemeinek átlaga (a várható érték becslése), és s^j az empirikus szórása. Így tehát 0 várható értékűvé, és 1 szórásúvá tettük a valószínűségi változóinkat.

Ezek után számítsuk ki az adatrendszerünk korrelációs mátrixát:



Dimenziócsökkentés

$$\underline{\mathbf{R}} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pp} \end{pmatrix}$$

ahol r_{ij} az i és j -edik megfigyelési egységek korrelációs együtthatója.

$$r(x,y) = \frac{M[(x-M(x)).(y-M(y))]}{D(x).D(y)}$$



Dimenziócsökkentés

Határozzuk meg a korrelációs mátrix sajátértékeit és sajátvektorait, vagyis oldjuk meg a következő sajátérték egyenletet:

$$\underline{\mathbf{R}}\mathbf{v} = \lambda\mathbf{v}$$

ahol

$$|\lambda_1| > |\lambda_2| > \dots > |\lambda_p|$$

a sajátértékek

$$\mathbf{v}^1, \mathbf{v}^2, \dots, \mathbf{v}^p$$

a sajátvektorok



Dimenziócsökkentés

Számítsuk ki a főkomponenseket a következő módon, legyen a j -edik főkomponens a következő:

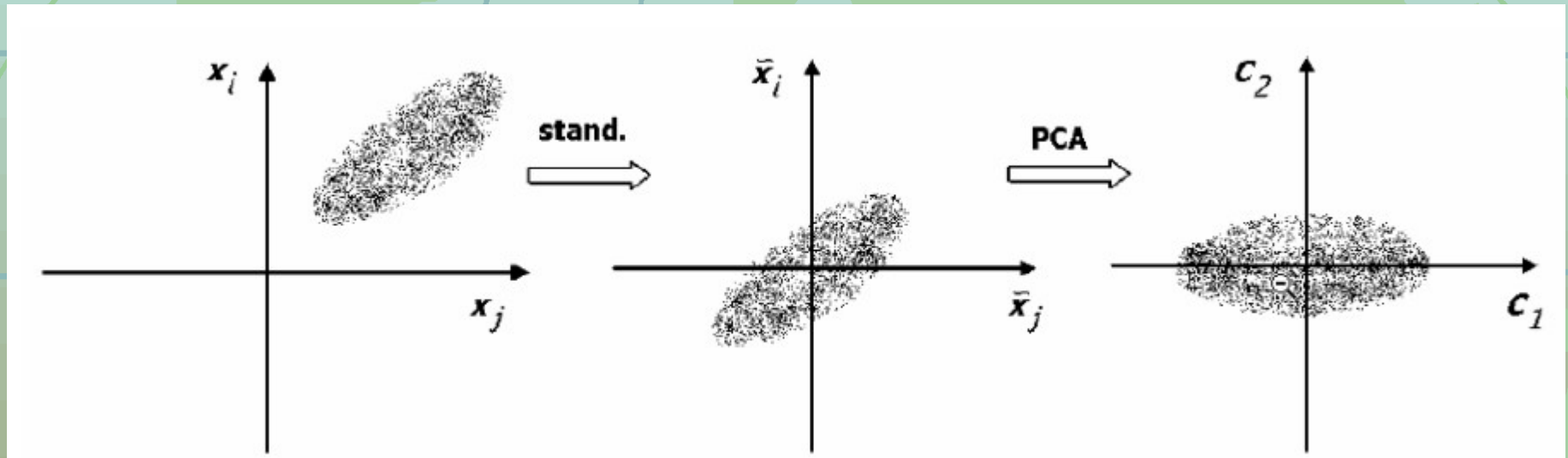
$$C_i^j = \sum_p x_i^p v_p^j$$

ahol ahol $i=1,n$ és $j=1,p$.

A főkomponensek ortogonális rendszert alkotnak, vagyis korrelálatlanok, azaz korrelációs mátrixuk

$$\underline{\mathbf{R}}_C = \begin{pmatrix} \lambda_1 & & & 0 \\ & \lambda_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & \lambda_p \end{pmatrix}$$

Dimenziócsökkentés



A PCA geometriai jelentése



Dimenziócsökkentés

Ha az első főkomponens képes magába sűríteni a megfigyelési egységek varianciáinak nagy részét, akkor megtehetjük, hogy az egész adatrendszert csak az első főkomponensével helyettesítjük. Ezzel végül is nem követünk el túl nagy hibát, viszont jelentős mértékben csökkentjük az adatrendszer dimenziószámát, ezzel adatszámát, és így meggyorsítottuk, megkönnyítettük egy soron következő eljárás, például a klaszter analízis működését.

Az így bekövetkezett adatvesztés optimálisnak mondható.



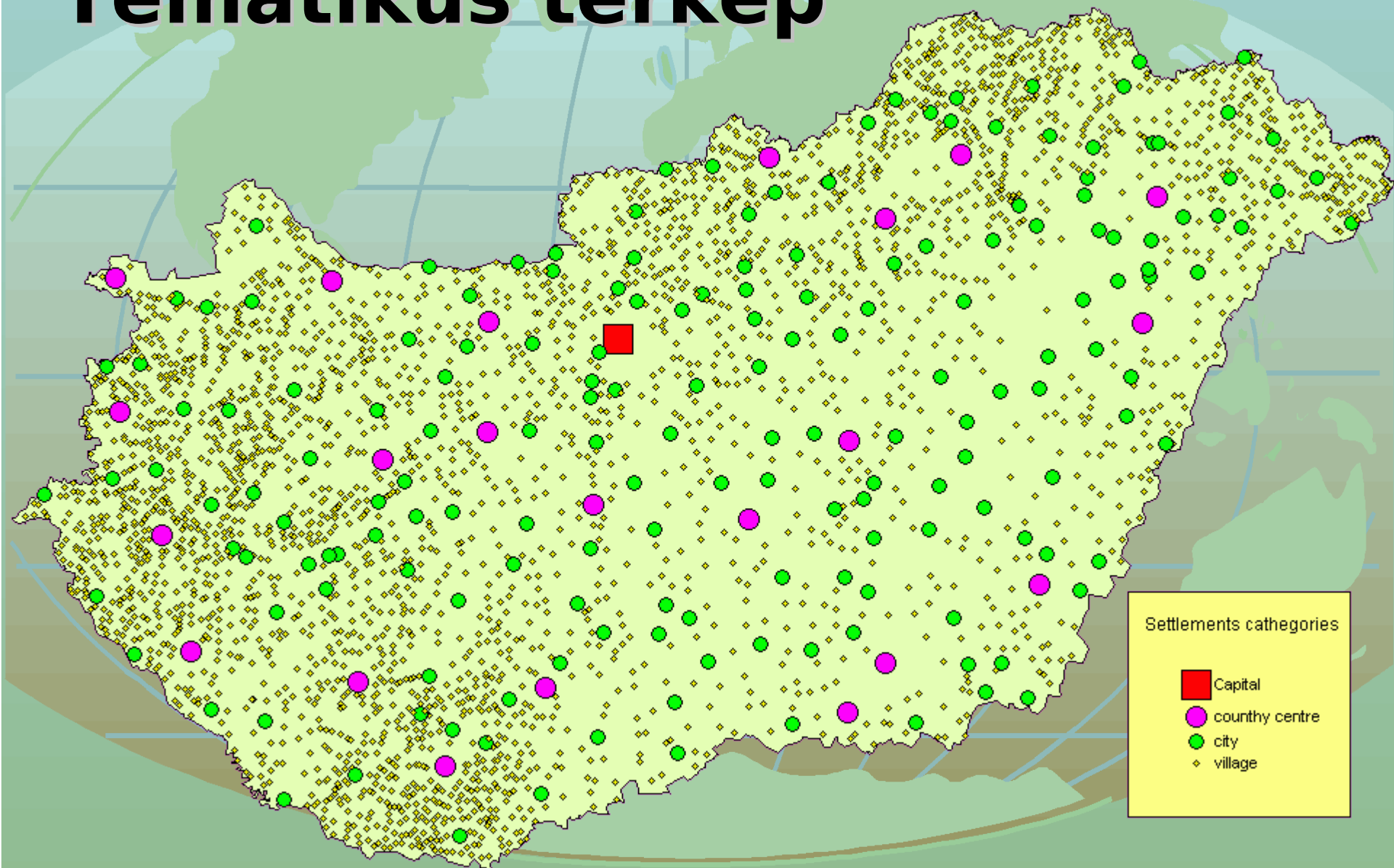
Dimenziócsökkentés

A R_C fontos tulajdonsága, hogy a főkomponensek és a standardizált változók összvarianciája azonos:

$$\sum_{j=1}^p \lambda_j = \sum_{i=1}^p \tilde{s}_i^2 = \sum_{j=1}^p s_j^2 = p$$

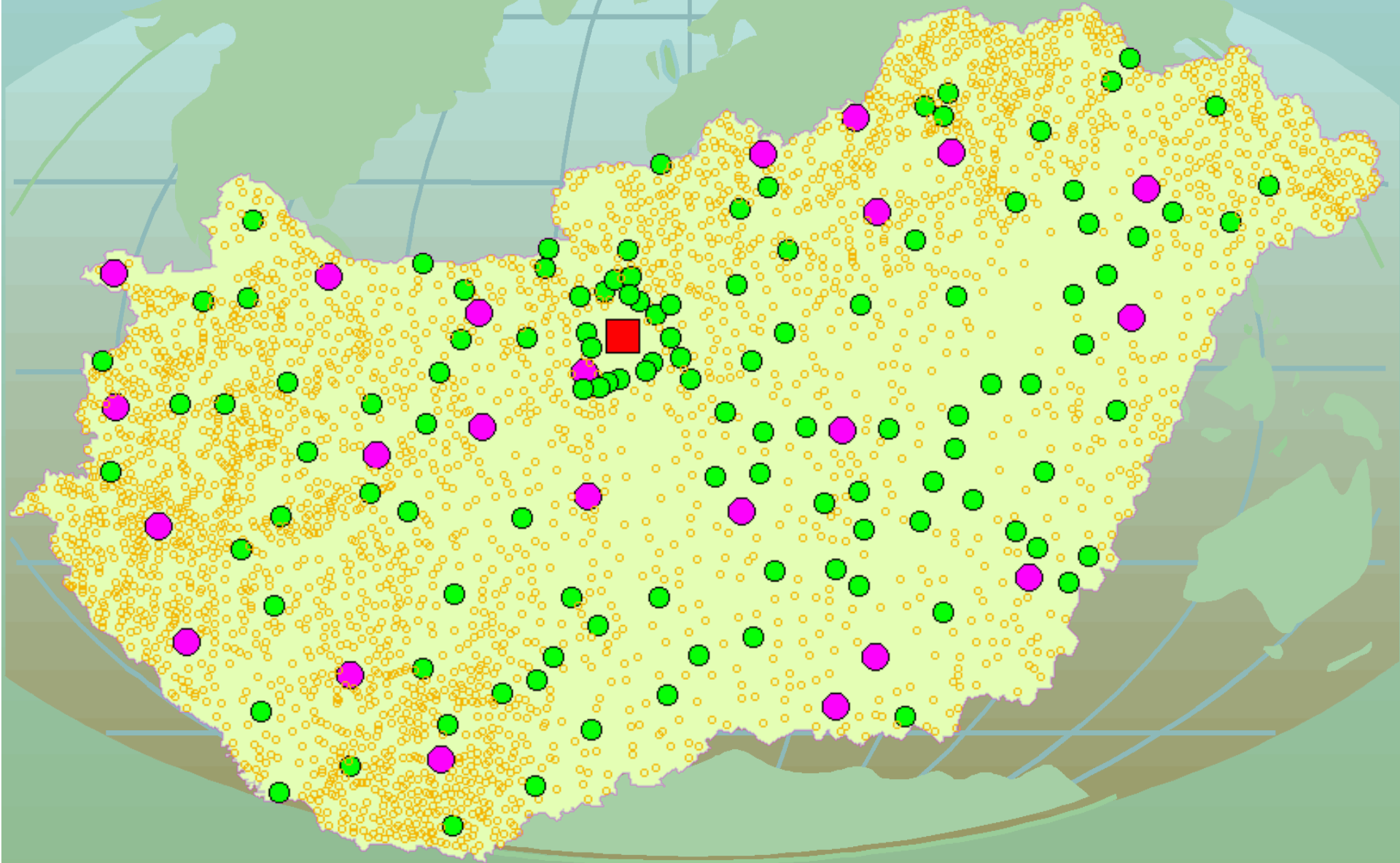
Amint látható, a főkomponensek kiszámításával nagymértékben átrendeztük a varianciákat, mivel, ha ez lehetséges volt, összevontuk őket az első (néhány) főkomponensben.

Tematikus térkép



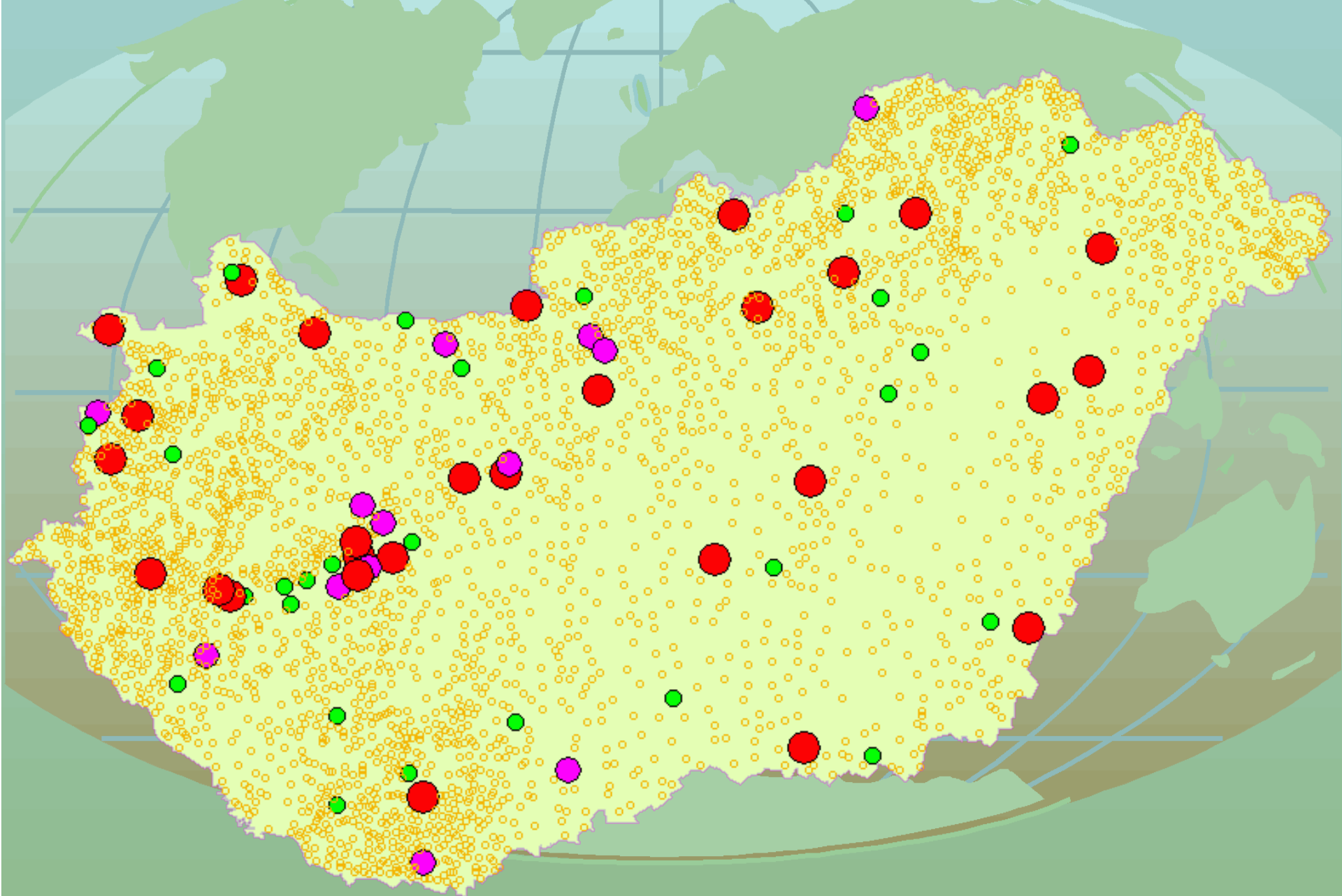


Examples: thematic classes on population



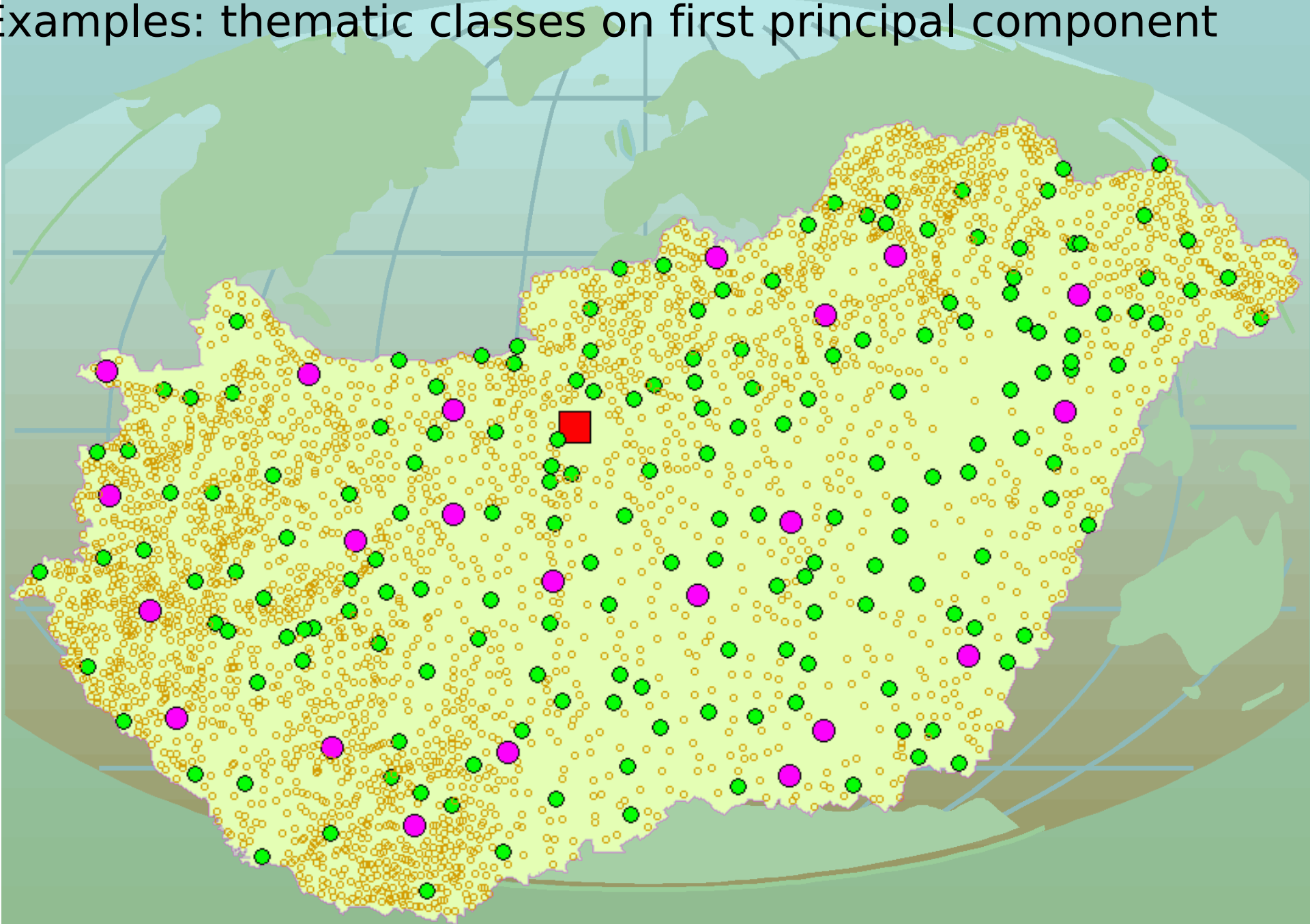


Examples: thematic classes on hotel vacancies



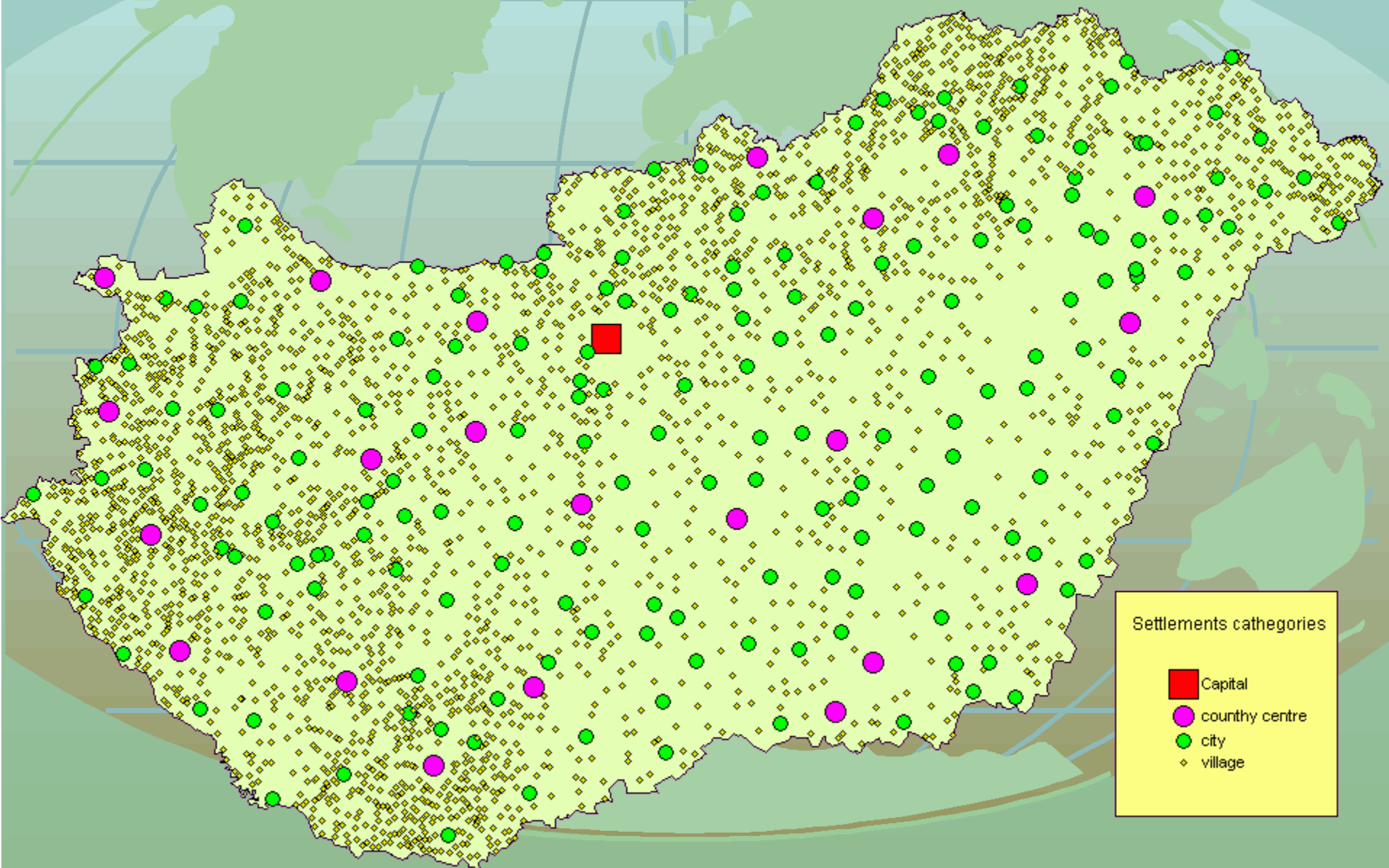


Examples: thematic classes on first principal component





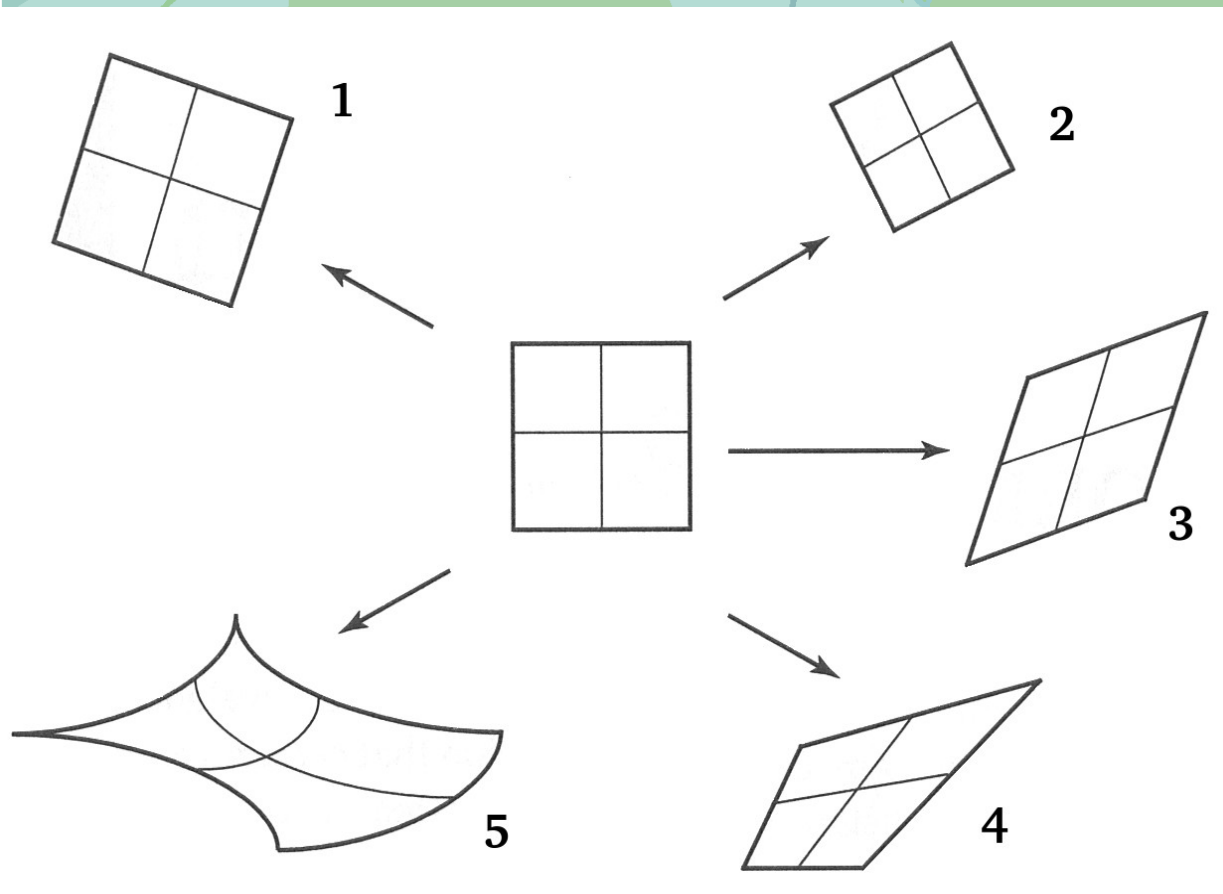
Examples: settlement categories





**Georeferencia,
rektifikálás,
illesztés,
kalibrálás**

Transzformációk



1. Egybevágóság

2. Hasonlóság

3. Affin

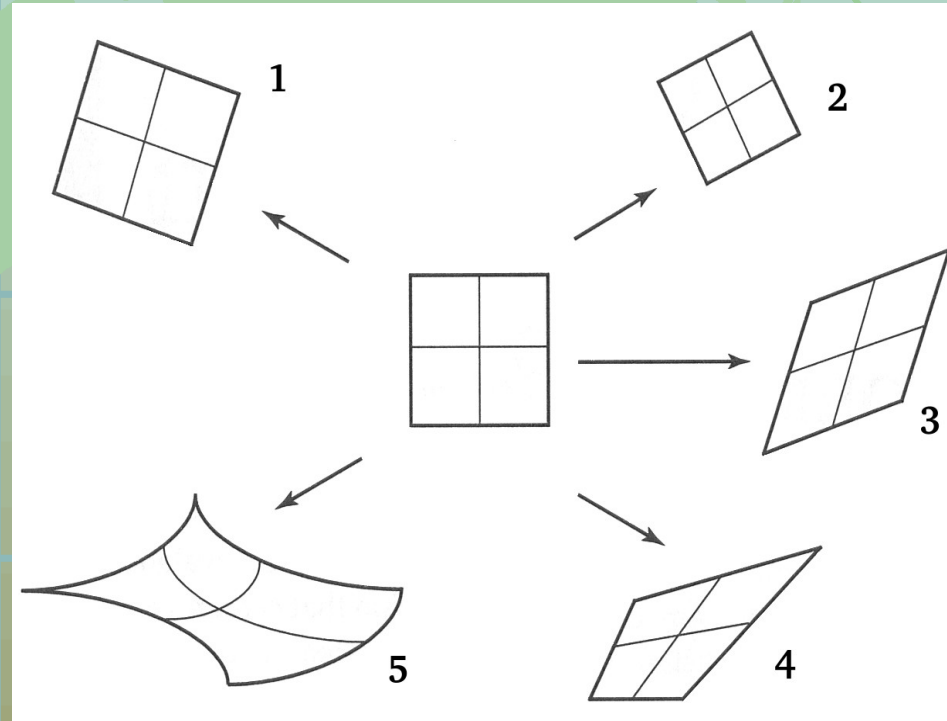
4. Projektív

5. Topológikus

invariánsok

Transzformációk

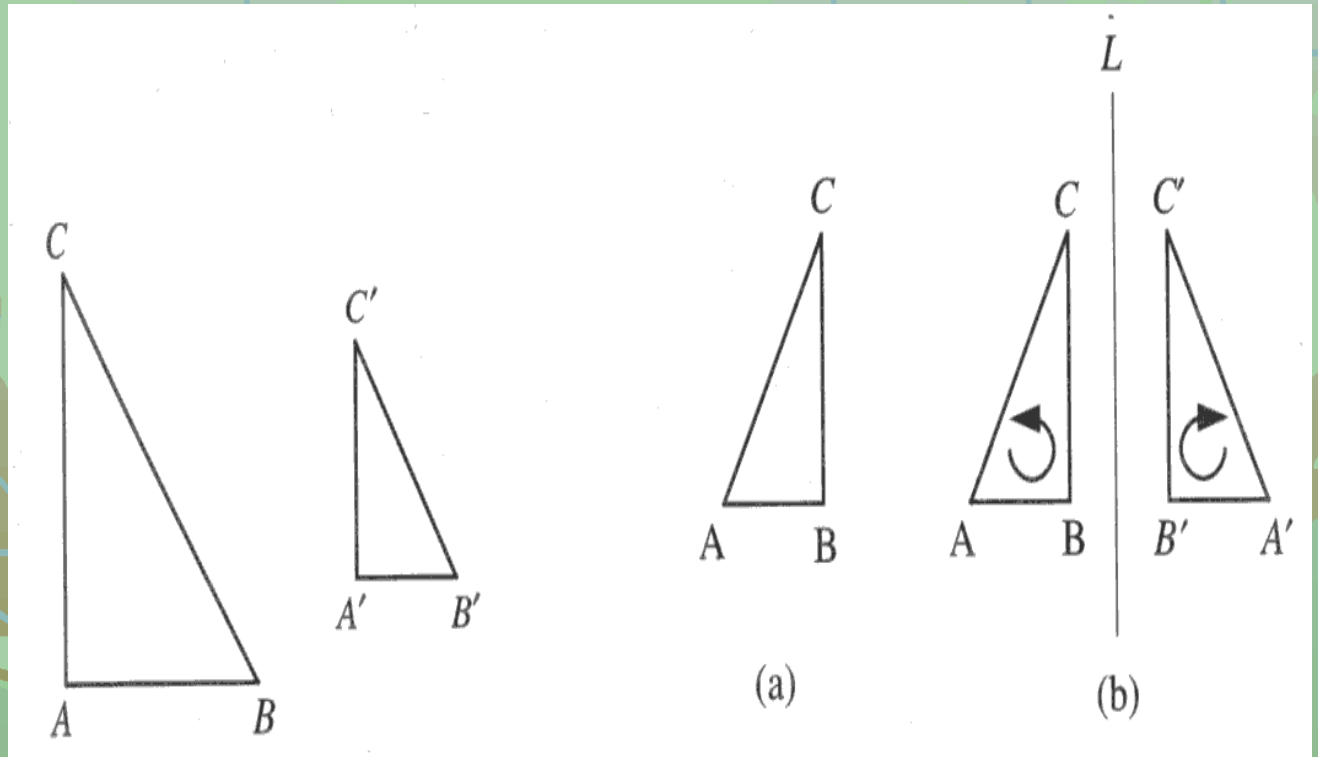
- Egybevágó transzformáció: azonos méret és alak
- Konform transzformáció: eltérő méret, de a megfelelő szögek azonosak
- Affin transzformáció: ugyanazon egyenesen két pont távolsága megmarad, de a párhuzamosság és a bezárt szögek nem
- Projektív transzformáció: a párhuzamosság sem őrződik meg, de az egyenes vonalak egyenesek maradnak
- Topológikus transzformáció: semmi nem marad meg, kivéve a folytonosságot, és a sorrendet, a szomszédságot



Transzformációk

Konform transzformációk

- megőrzi a távolságot, a szöveget, a területet, így a méretet és az alakot is
- csak a szöget őrzi meg



Transzformációk

Izometria

- tükrözés
- elforgatás
- eltolás

$$x' = ax + by$$

$$y' = cx + dy$$

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \neq 0$$

Transzformációk

Pont eltolása:

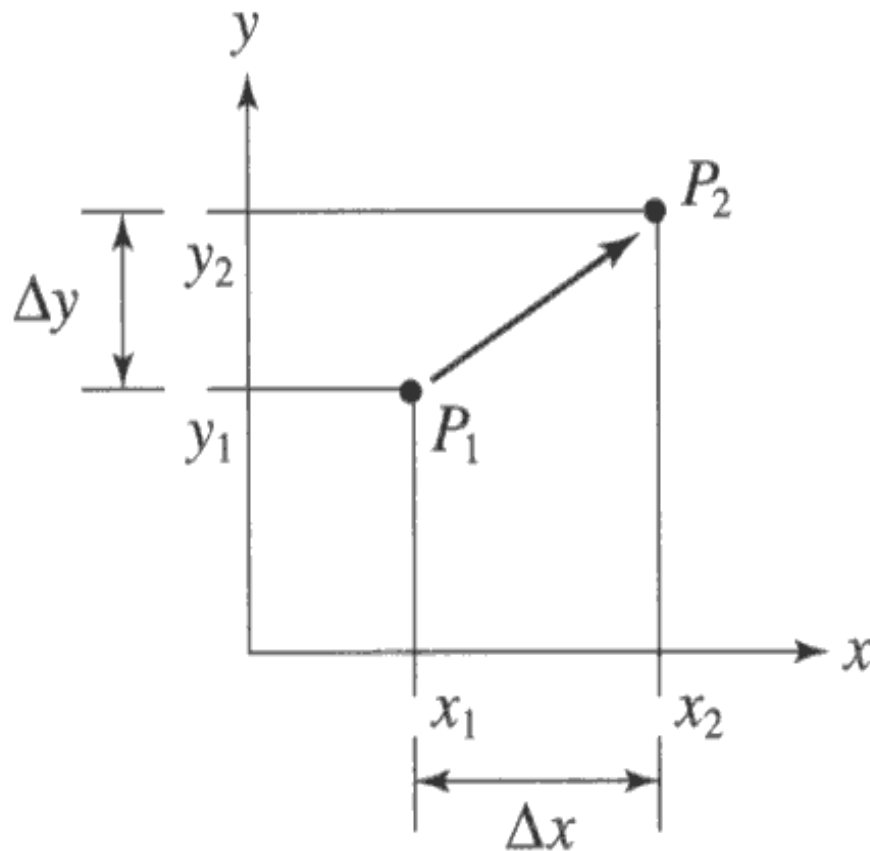
$$x' = x + a$$

$$y' = y + b$$

Eltolás megadása két ponttal:

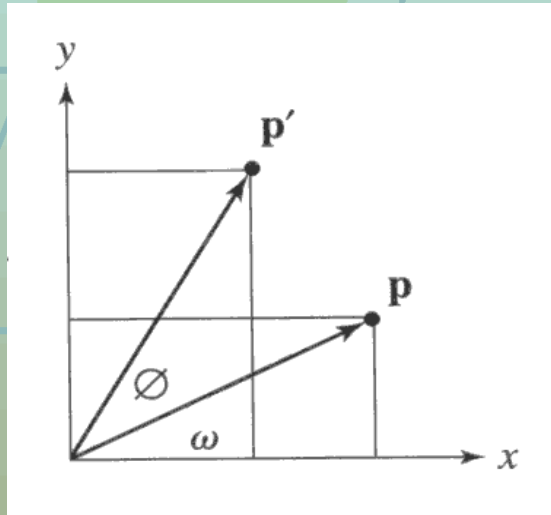
$$x' = x + \Delta x$$

$$y' = y + \Delta y$$



Transzformációk

Pont helyvektorának elforgatása ϕ szöggel



$$x' = |\mathbf{p}'| \cos(\omega + \phi)$$

$$y' = |\mathbf{p}'| \sin(\omega + \phi)$$

$$\cos \omega = \frac{x}{|\mathbf{p}|} \quad \sin \omega = \frac{y}{|\mathbf{p}|}$$

$$\cos(\omega + \phi) = \cos \omega \cos \phi - \sin \omega \sin \phi$$

$$\sin(\omega + \phi) = \sin \omega \cos \phi + \cos \omega \sin \phi$$



$$x' = x \cos \phi - y \sin \phi$$

$$y' = x \sin \phi + y \cos \phi$$



$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

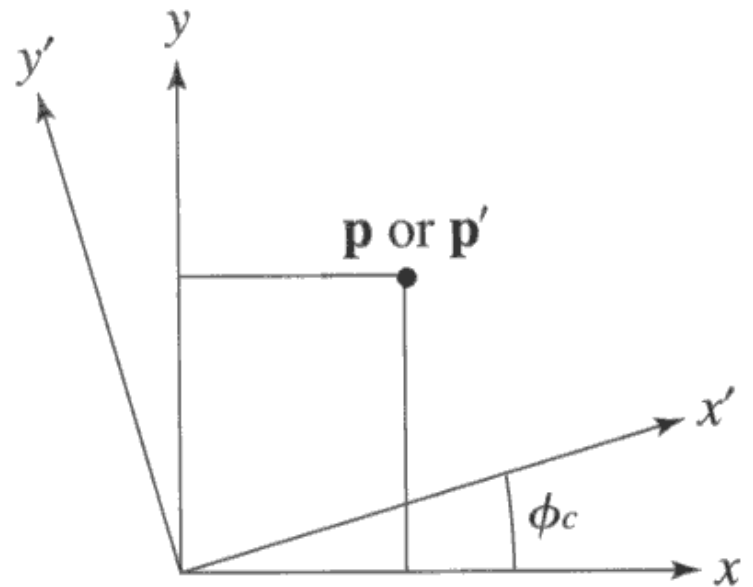


$$\mathbf{P}' = \mathbf{R}_\phi \mathbf{P}$$

$$\mathbf{R}_\phi \mathbf{R}_{-\phi} = \mathbf{I}, \text{ azaz } \mathbf{R}_{-\phi} = \mathbf{R}_\phi^{-1}$$

Transzformációk

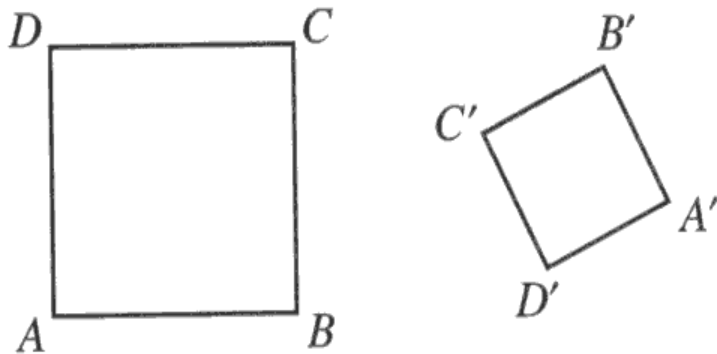
Koordináta rendszer
elforgatása ϕ_c szöggel



$$\mathbf{R}_{-\phi_c} = \begin{bmatrix} \cos \phi_c & \sin \phi_c \\ -\sin \phi_c & \cos \phi_c \end{bmatrix}$$

Transzformációk

Hasonlósági transzformáció egy olyan konform transzformáció, amely megváltoztatja a méretet, de nem változtatja meg az alakot.



$$x' = ax - by$$

$$y' = \pm(bx + ay)$$

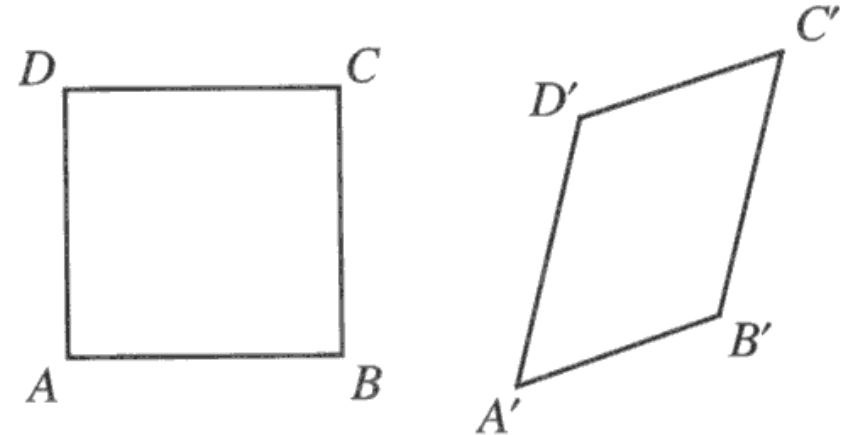
$$\sqrt{a^2 + b^2} = k$$

$$k \neq 0 \begin{cases} k > 0 & \text{direkt hasonlóság} \\ k < 0 & \text{fordított hasonlóság} \end{cases}$$

Transzformációk

Az affin transzformációk során megőrződik a párhuzamosság, de elvesz a távolság és a szög invariancia (izometrikus transzf.: $|a_{ij}|=1$, általános affin: $|a_{ij}|<>0$)

Affin transzformációk	
	Megszorítások a koefficiensekre
Általános	$ad - bc \neq 0$
Azonos	$a = 1, b = c = 0, d = 1$
Izometrikus	$\begin{cases} a^2 + c^2 = 1 \\ b^2 + d^2 = 1 \\ ab + cd = 0 \end{cases}$
Hasonló	$\begin{cases} a^2 + c^2 = b^2 + d^2 \\ ab + cd = 0 \end{cases}$
Területtartó	$ ad - bc = 1$
nyújt	x irányban $a = 1, b = k_y, c = 0, d = 1$ y irányban $a = 1, b = 0, c = k_x, d = 1$
csavar	x irányban $a = k_x, b = c = 0, d = 1$ y irányban $a = 1, b = c = 0, d = k_y$
Megnyújt (x,y)	$a = k, b = c = 0, d = k$
Inverzió	$a = -1, b = c = 0, d = -1$



(a)

(b)

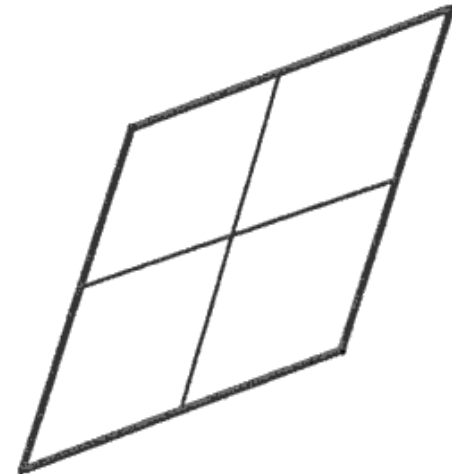
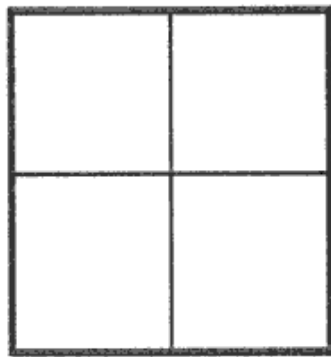
$$x' = ax + by$$

$$y' = cx + dy$$

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \neq 0$$

Georeferencia

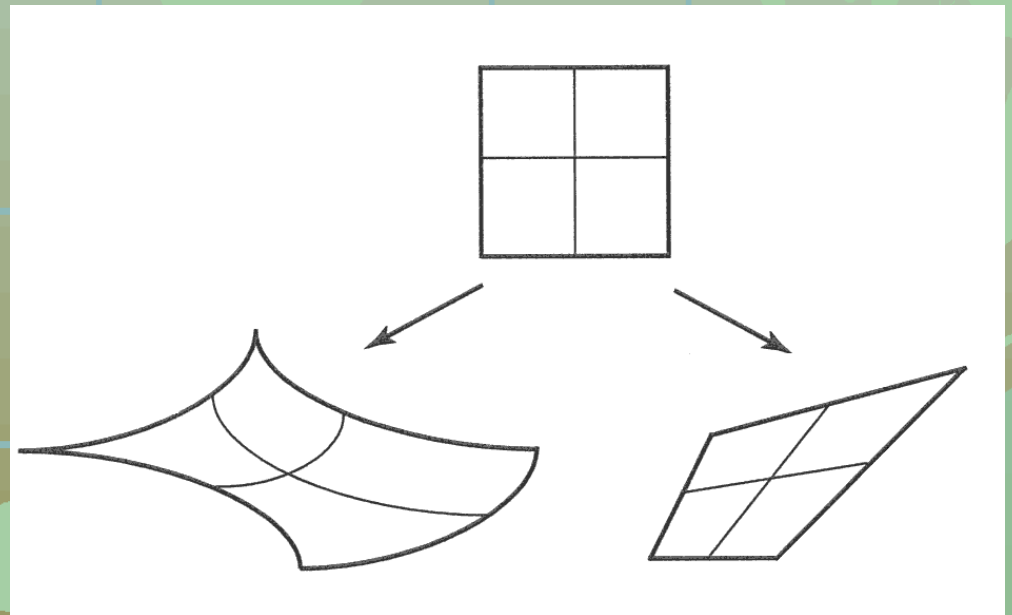
A georeferencia a grafikus objektumok (vektoros vagy raszteres) elhelyezése, kalibrációja valamely földi (sík) koordináta rendszerben. Raszteres esetben a raszteres adatfájl egészéhez hozzárendelünk egy transzformációs egyenletet (általában valamely affin transzformációt), sarokpontjaihoz pedig egy-egy koordináta párt ebben a rendszerben. Ettől kezdve a raszteres adatfájl térbeli pozíciója meghatározott, a távolság, mint mérték definiált.



Rektifikáció

A georeferálás eredménye nem mindig kielégítő (az adatforrás pontossága kisebb, mint a felszíni kontroll pontoké, mérési hibák, szkennelés hibái, stb.). Ilyenkor ismert pozíciójú, és megfelelő pontosságú felszíni kontroll pontokkal javítunk a georeferálás minőségén.

Ilyenkor az elvégzendő művelet nem affin transzformáció, hanem topológiai transzformáció. Ebben a műveletben csak a folytonosság és szomszédsági viszonyok invariánsok, minden más változhat.





A rendszerépítés módszertana



GIS projektek 7 alapkérdése

- Mely entitásokkal
- mely funkciókkal
- milyen alapszoftverrel
- milyen operációs rendszerrel
- milyen hardverrel
- mennyi idő alatt
- mennyiért

lehet megépíteni az információs rendszert



RENDSZERTERVEZÉS

A rendszer teljes életciklusa

A rendszertervezés magában foglalja a rendszerrel szemben támasztott követelmények architektúrális modelljének elkészítését és karbantartását, a rendszer teljes "életciklusának" nyomonkövetését. Mint ahogy a problémák megértése is szakaszosan történik, úgy a rendszer építése is lépcsőzetesen, fázisokra bontva valósul meg:

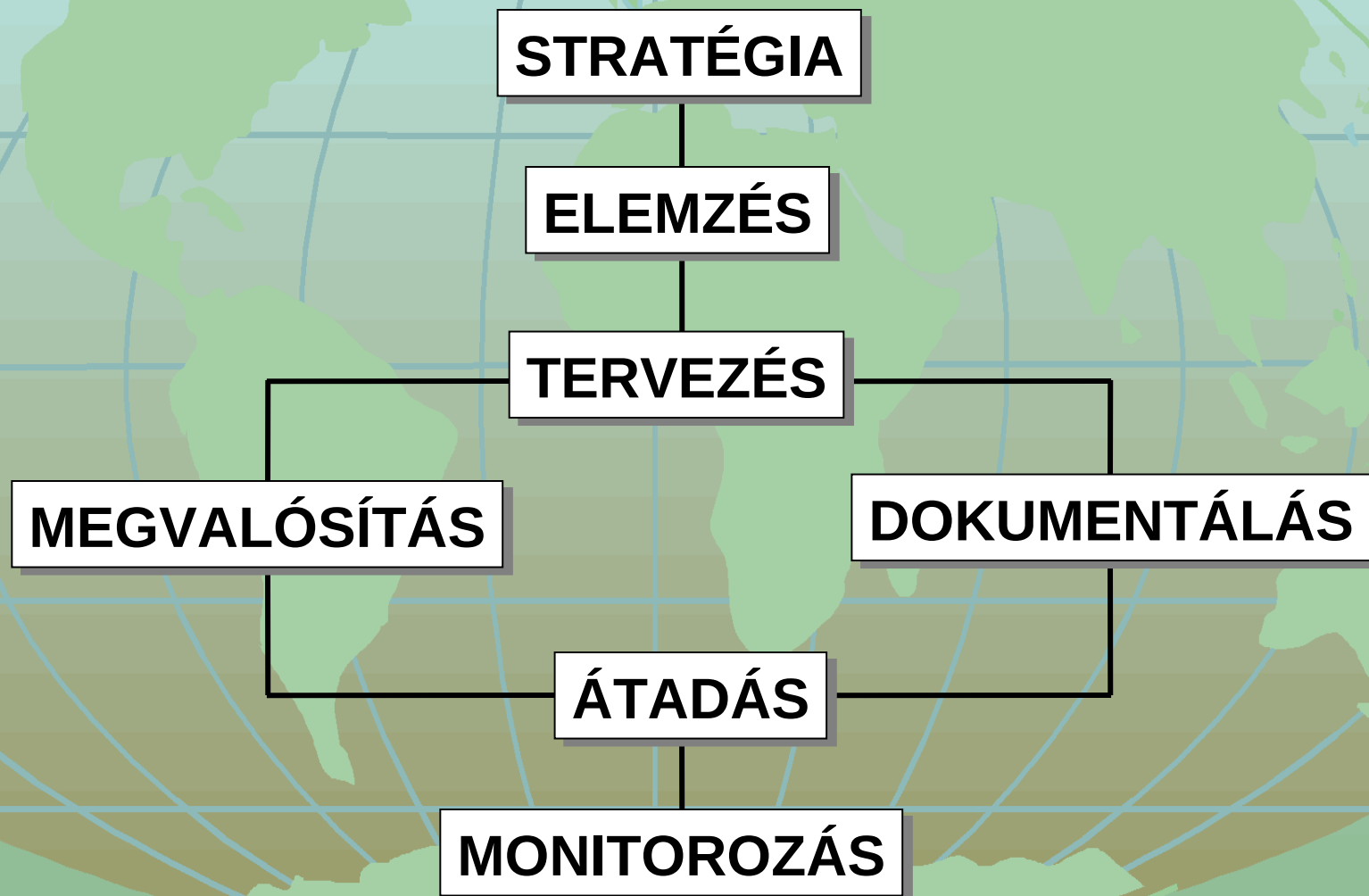
- a probléma megismerése
- a követelmények definíciója
- tervezés
- kivitelezés
- visszatekintés

Nagyon lényeges, hogy alaposan megismerjük a problémakört és a követelményeket mielőtt belekezdenénk a tervezésbe, vagy akár csak döntenénk több megoldási irány között.



RENDSZERTERVEZÉS

A rendszerépítés főbb állomásai





STRATÉGIAI TERVEZÉS

- célok, prioritások, kényszerfeltételek tisztázása
- a rendszer modelljeinek felállítása
- a vállalatvezetés (ami alatt az egyszerűség kedvéért a megbízót, az alkalmazót és a felhasználót értjük) támogatásának megszerzése, kulcsemberek bevonása a tervezésbe, állandó kommunikáció, visszacsatolás
- a rendszer fázisokra bontott fejlesztési tervének elkészítése
- vázlatos rendszerarchitektúra kidolgozása
- költség/haszon elemzés
- megvalósíthatósági tanulmány



ELEMZÉS

- a rendszer részletes terve az entity-relationship diagramok alapján
- funkcionális egységek tervezése, funkcionális követelmények modellje
- keresztellenőrzések (keresztthivatkozások) mátrixai és adatfolyam diagramok
- átadási és betanítási terv (tanfolyamok, dokumentációk)
- a rendszer korlátaira vonatkozó elemzések
- azon kritériumok összegyűjtése, amelyek alapján a felhasználó a kész rendszert elfogadja



TERVEZÉS

- a rendszer felépítésének részletes terve
- a fogalmi követelmények és elképzelések megvalósítása a logikai és a fizikai tervezés szintjén
- a grafikus/relációs adatbázis megtervezése tekintettel a méretezési és hatékonysági szempontokra
- az alkalmazói rendszer moduljainak megtervezése a funkcionális specifikáció alapján
- az átadás és tesztelés architekturális terve
- a kereszthivatkozási mátrixok részletes elkészítése, a rendszerkomponensek együttműködésének biztosítása



MEGVALÓSÍTÁS - DOKUMENTÁLÁS

- a grafikus/relációs adatbázis létrehozása (a konzisztencia teremtés első fázisa)
 - az alkalmazói rendszer megvalósítása
 - az egyes egységek tesztelése a felhasználó bevonásával
 - minőségi és elfogadhatósági követelmények biztosítása
- a rendszer dokumentációjának elkészítése
 - a betanuláshoz szükséges anyagok, segédkönyvek, leírások elkészítése



ÁTADÁS

- az adatok konverziója, (a konzisztencia termetés második fázisa, a megvalósítás fázisában bevitt adatok első javítási fázisa)
- szimulációs és futás alatti tesztelés, az egyes rendszerkomponensekkel együtt
- a rendszer funkcionális, hatékonysági, használhatósági, adatbiztonsági szempontból való tesztelése



ÜZEMBEÁLLÍTÁS

monitorozás

- a rendszer végső leszállítása, átadása, a felhasználó értékelésének elemzése (a konzisztencia termetés harmadik fázisa, a megvalósítás fázisában bevitt, majd javított adatok második javítási fázisa, amelytől kezdve a rendszer teljes mértékben az üzemeltetők vállán nyugszik)
- rendszeres karbantartás, a rendszer működésének folyamatos megfigyelése, a teljes életciklus nyomonkövetése, konzultációk a rendszer üzemeltetésével kapcsolatos tapasztalatokról



A vázlatos rendszerarchitektúra kialakításának kérdései

A RENDSZERREL SZEMBENI KÖVETELMÉNYEK

- Melyek a rendszerrel szemben támasztott elsődleges követelmények
- Milyen függőségek vannak
- Hol lesz a legtöbb előny hasznosítva
- Mely taktikai problémákat kell sürgősen feltárni
- Milyen egyéb hangsúlyok vannak

RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ TECHNOLÓGIA

- Mit használunk most
- Milyen a képzettségünk
- Milyen hardver/szoftver kényszerfeltételek vannak
- Milyen követhető példák vannak előttünk
- Mit akarunk használni és miért
- Milyen új technológiák várhatók a jövőben

A RENDSZER ARCHITEKTÚRA KIALAKÍTÁSA

- Mik a rendszer objektumai / entitásai
- Milyen munkafázisok érzékenyek a végrehajtás sorrendjére
- Hogyan hatnak az egyes megoldások a funkcionalitásra, a használhatóságra, a sebességre, a hardverre, a szállításra, stb.

LÉTEZŐ RENDSZEREK

- Mennyire használhatók
- Mennyi ideig lesznek még használatban
- Melyik létező rendszer marad használatban a jövőben is
- Hogyan fog menni a rendszerek közti adatkonverzió

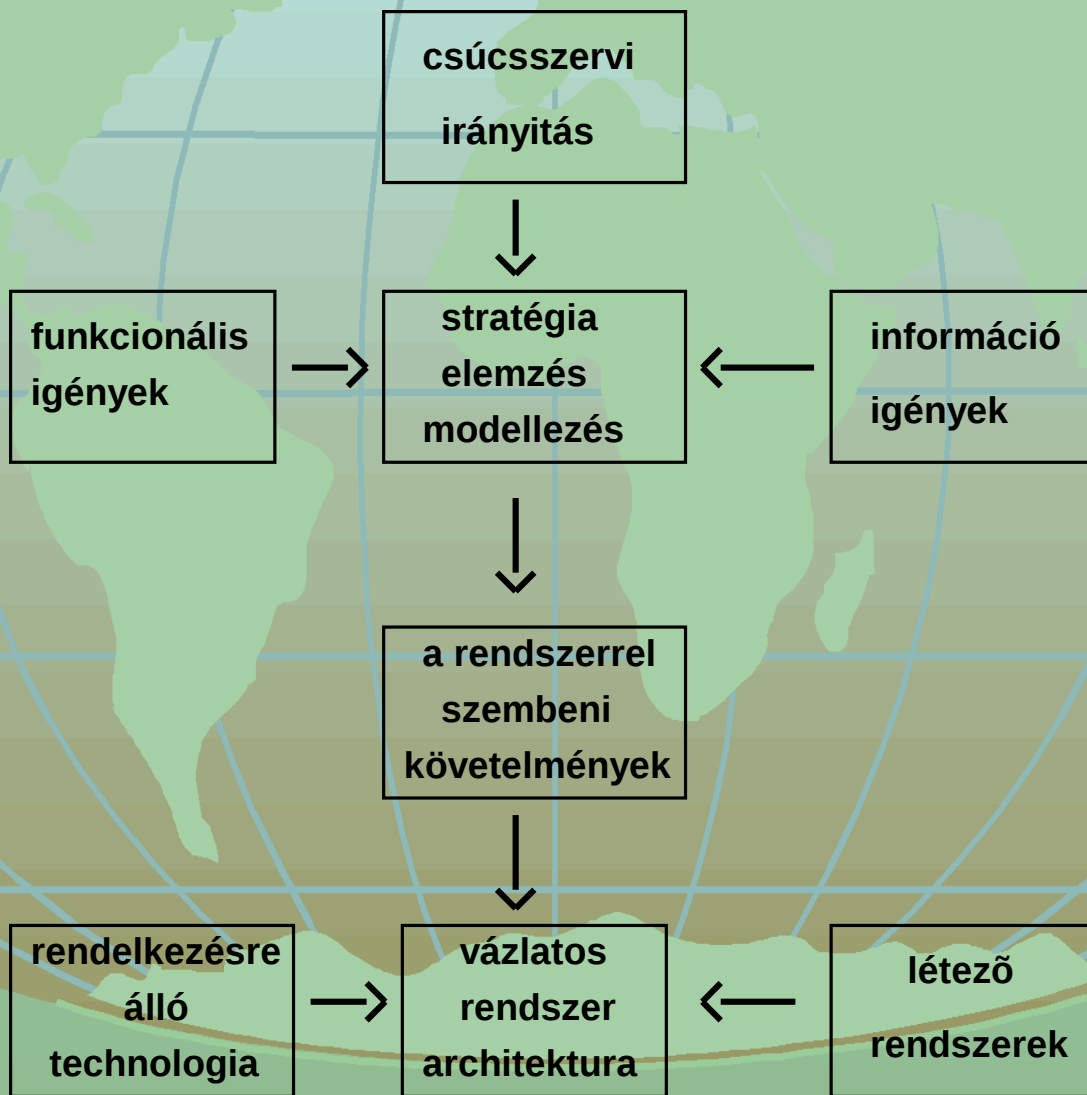
Alternatívák

VÁZLATOS RENDSZERARCHITEKTÚRA

- Milyen technológiákat és hogyan fogunk használni
- Mit jelent ez a felhasználó felé
- Milyen költségvonzatai vannak a fejlesztésnek, a beruházásnak, és az üzemeltetésnek
- Mik a rendszer bevezetésének előnyei
- Milyen feltételezéseket tettünk
- Mik az emberi erőforrások minőségi és mennyiségi kívánalmai
- Mik az eredményesség szempontjából kritikus, veszélyes tényezők
- Hogyan mérhető az eredményesség

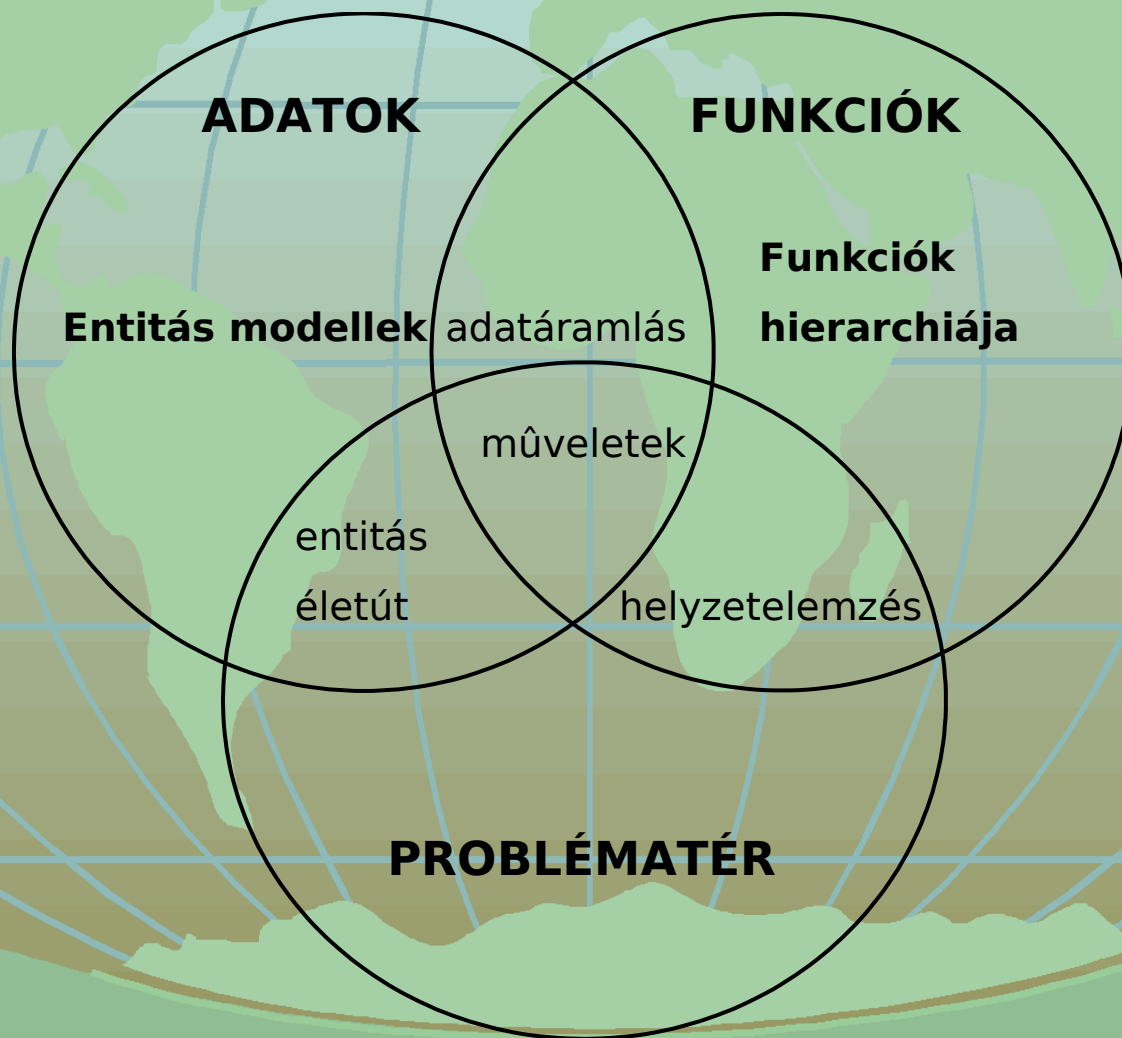


A stratégia kialakítás menete





Adatok - Funkciók - Problémater



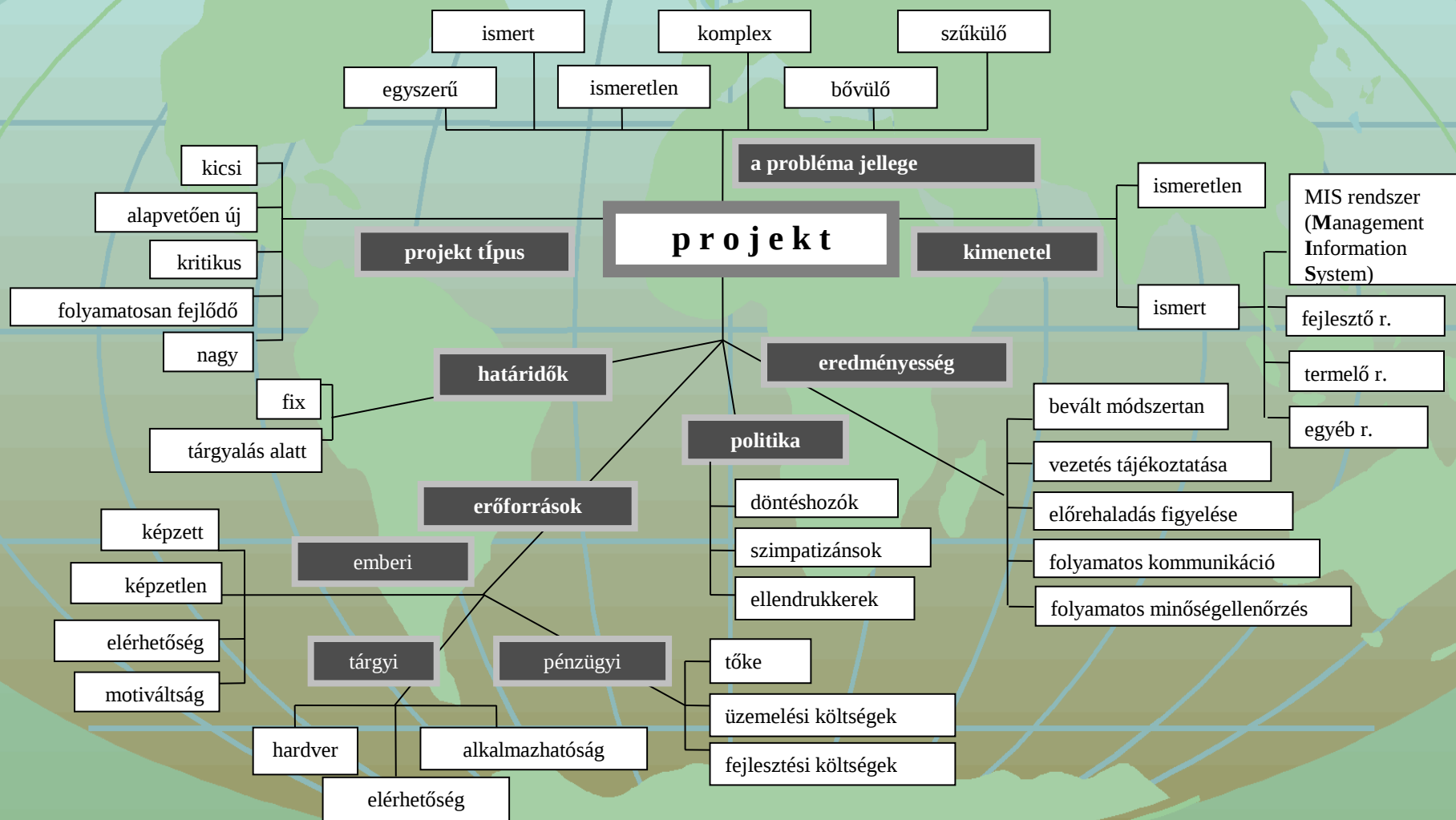


A rendszerek szereplői





Projekt elemzés





Projekt elemzés

Térinformatikai projektek főbb mozzanatai

