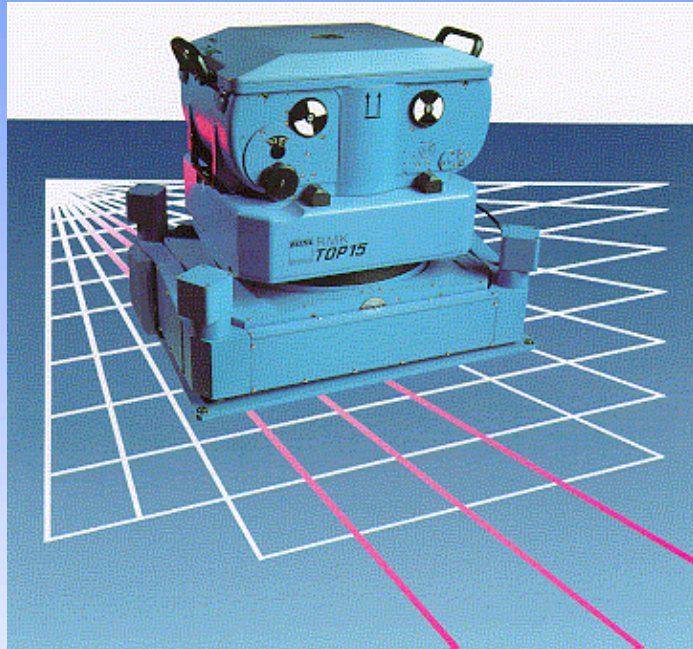


ELSŐDLEGES ADATNYERÉSI TECHNOLÓGIÁK

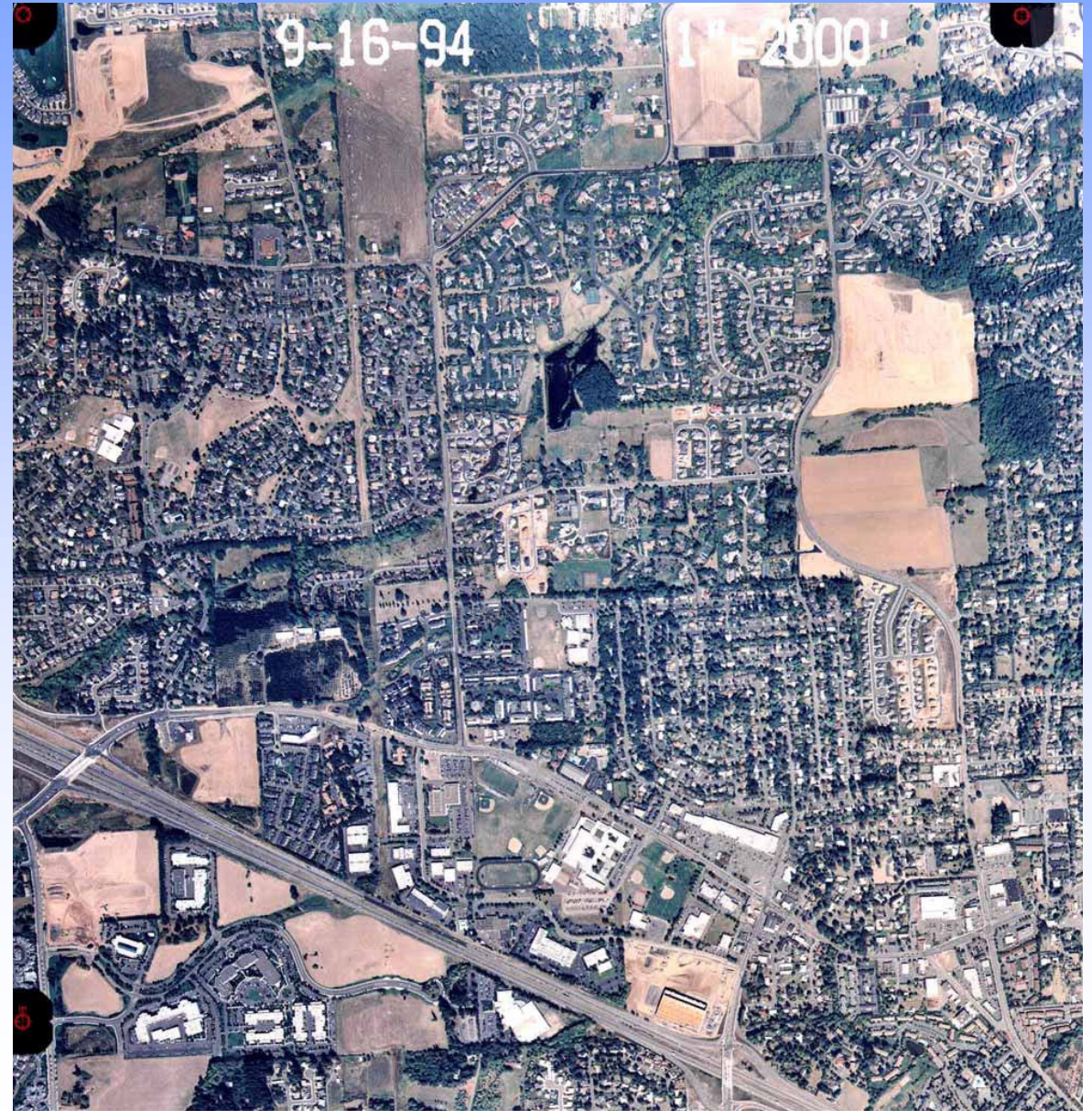
Légi fotogrammetria és távérzékelés

Légi fotogrammetria

A légi fotogrammetria bemenő adatai az analóg vagy digitális légifényképek.



Analóg fényképező
kamara
és egy
légifelvétel.

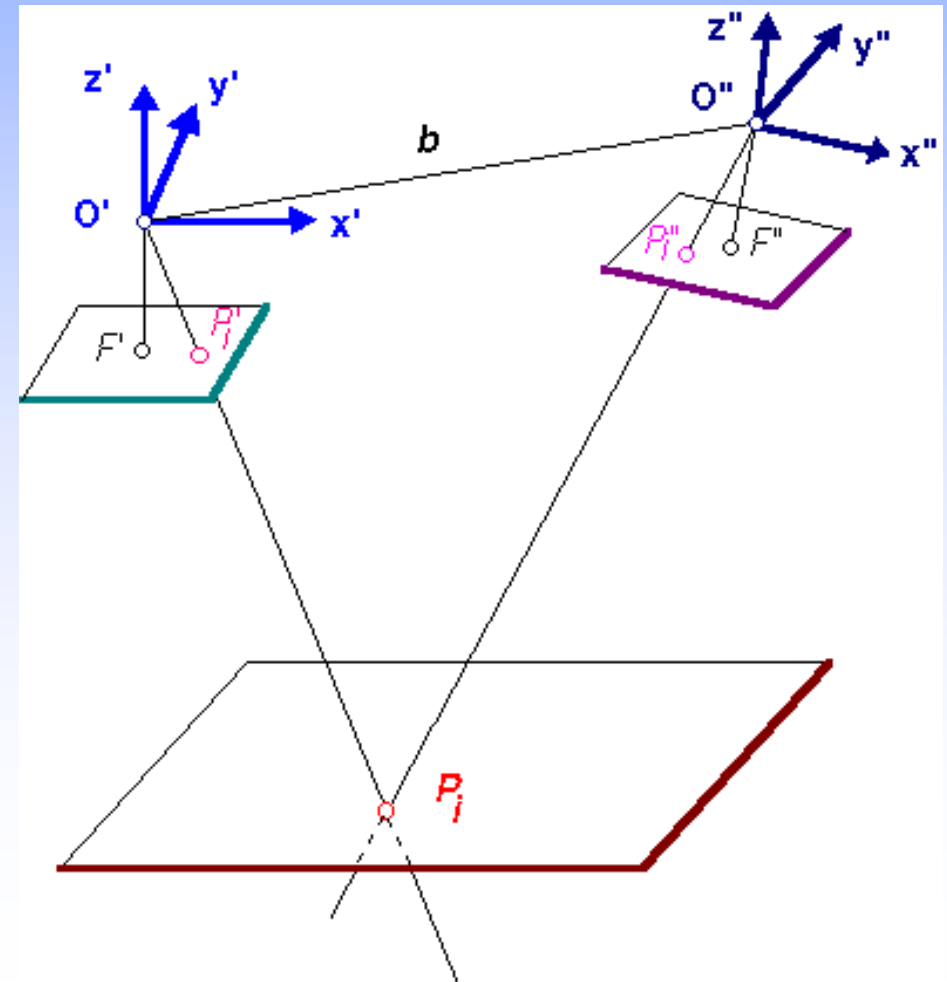


A fényképezés geometriai modellje centrális perspektíva. Ebben a modellben a tárgyképről (földfelszínről) kiinduló vetítősugarak egy pontban a vetítési középpontban (fényképező kamara objektívjének optikai középpontjában) találkoznak. A vetítősugarak metszéspontjai a képsíkkal a képpontok.

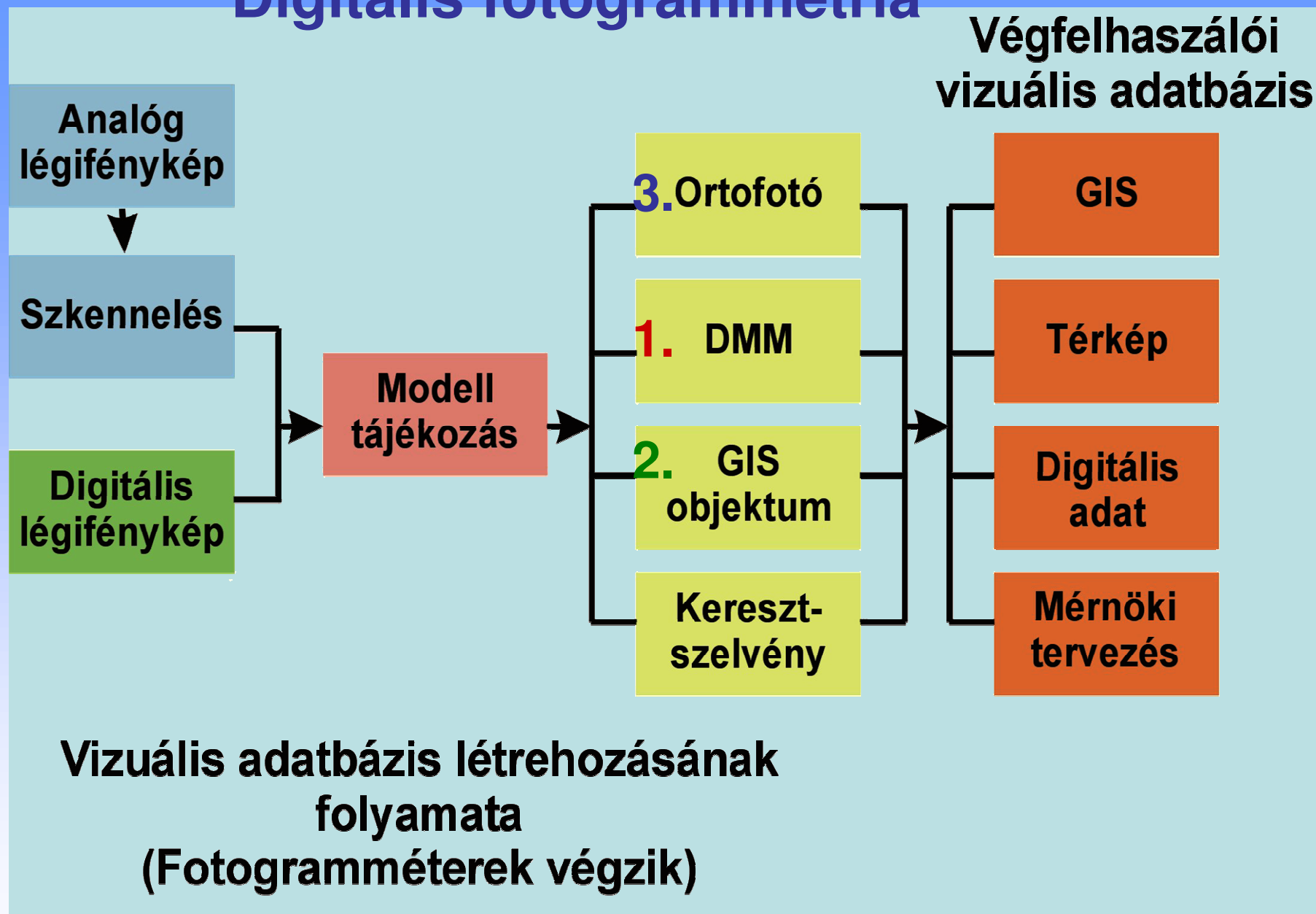
Az adatnyeréshez arra van szükségünk, hogy a képpontok képkoordináta rendszerbeli koordinátáiból meghatározzuk a légifelvételen beazonosítható földi pontok földi koordináta rendszerbeli koordinátáit.

Megfelelő számú – a légifényképen beazonosított –, ismert koordinátájú földi pont felhasználásával meghatározott transzformációs egyenletekkel **(tájékozás)** kiszámíthatjuk a lefényképezett pontok földi koordinátáit.

Ahhoz, hogy egy földi pont mindhárom koordinátáját meghatározhassuk a kérdéses pontnak legalább két tájékozott képen rajta kell lennie.



Digitális fotogrammetria



Figyelem!

A digitális légifénykép eleve raszter, míg az analóg légifénykép a szkennelés után lesz raszter formátumú!

1.

A digitális fotogrammetriának egyik legfontosabb terméke a **digitális magasságmodell (DMM)**. A **DMM** az első olyan termék, amelynek létrehozását automatizálták.

A kiértékelés folyamata a következő:

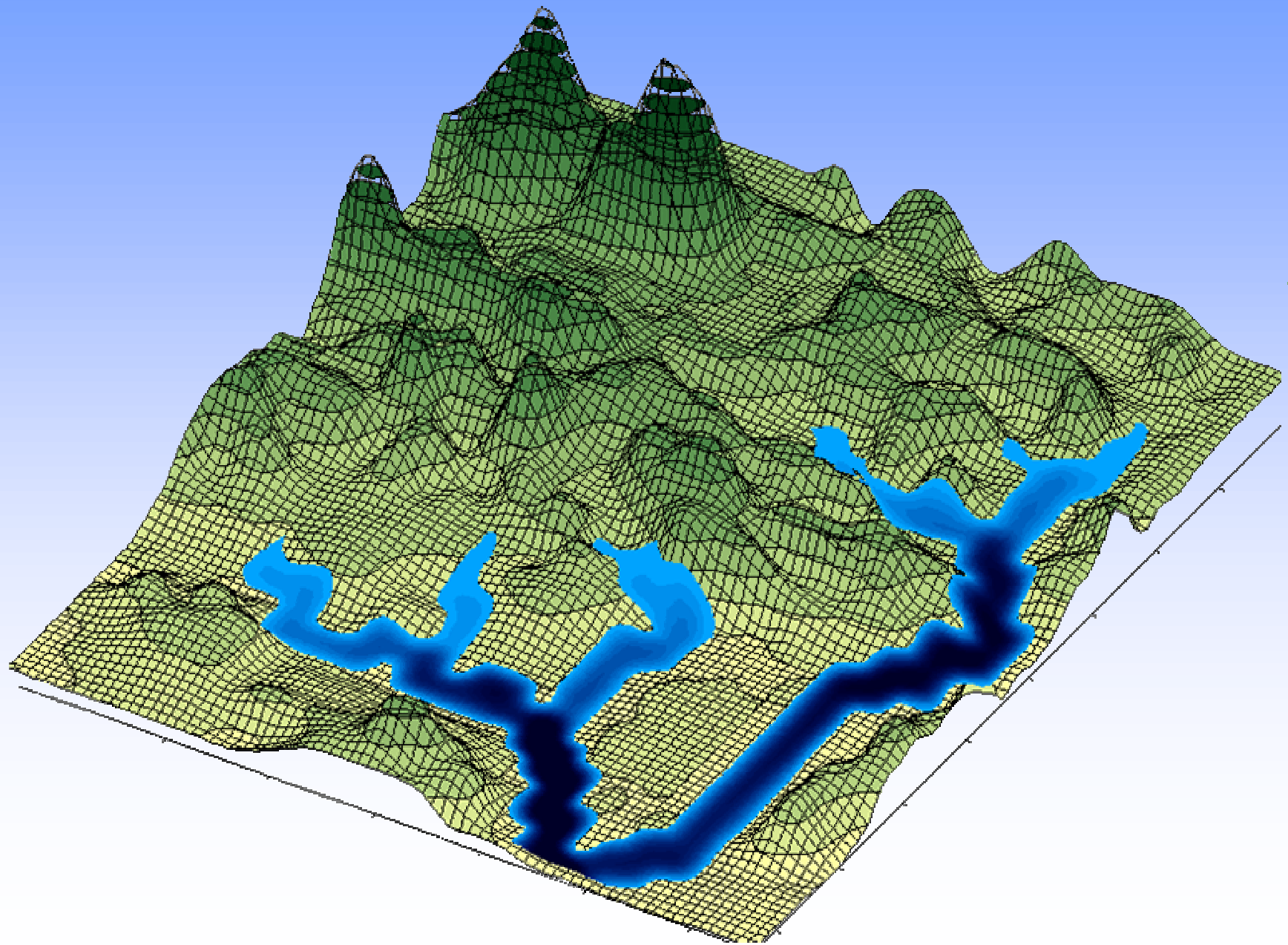
- ➔ illesztőpontok segítségével tájékozunk a képpárt (a képpár mindkét képét az exponálás pillanatában elfoglalt helyzetébe állítjuk illesztőpontok segítségével), a rendszer kiszámolja a transzformációs egyenleteket, beállítjuk a rácsoldalak hosszát (generáljuk a raszterhálót) és beindítjuk az eljárást.
- ➔ ezt követően a számítógép XY értelemben az első rácspontba vezérli a **mérőjelet**, az operátor pedig a sztereoszkópikus látás felhasználásával egy tárcsa segítségével rávezeti a mérőjelet a terepre és egy gomb megnyomásával nyugtázza a művelet elvégzését. Ezzel rögzítődik a számítógépben az adott rasztercella magassága.
- ➔ a mérőjel ezután a következő pontra áll és a művelet mindaddig folytatódik míg a tartomány utolsó rácspontja nem kerül sorra.
- ➔ ezután a gép beállítja a következő modellt és a művelet folytatódik.



Fotogrammetriai munkaállomás

A tájékozott modellt megjelenítő képernyőn az operátor szemüvegén keresztül a térben látja a földfelszín képét és egy tárcsa segítségével **mérőjelet** vezet az képernyőn látható tereppontokra.

DMM



2.

A digitális fotogrammetriai munkaállomáson végrehajtott GIS objektum kiértékelés a következőképpen történik:

- ➔ az operátor a pozicionáló gömb (egér) és egy kézi tárcsa segítségével ráhelyezi a térben lebegő **mérőjelet** a kiértékelendő vonalra (útra, patakra stb.) és úgy vezeti végig rajta, hogy az objektum felszínével érintkezésben maradjon.
- ➔ a kiértékelt pontok közül, az utasítás paraméterezésének megfelelően, a számítógép megadott út-, vagy idő intervallumonként rögzít egyet-egyét, illetve arra is van lehetőség, hogy az operátor gombnyomással jelezze a rögzítendő pontokat.
- ➔ lehetőség van arra a kiértékelés során, hogy a kiértékelt szabálytalan vonalra a számítógép spline-t illesszen, vagy a nem derékszögűnek adódó házakat ortogonalizálja stb.
- ➔ a kiértékelés folyamatában az operátor hozza létre a kiértékelt vektorok **topológiáját**.

Megjegyzés!

Mint láttuk a GIS objektumok kiértékelését programok támogatásával szakember (fotogramméter) végzi.

Elvileg lehetséges e módszer néhány főbb műveletének automatizálása.

Ezek azonban egyelőre még csak kísérleti stádiumban vannak és jelenleg elsősorban katonai feladatoknál kerülnek alkalmazásra.

Az SR-71-es 'BLACKBIRD kémrepülőgép, amely tartósan 3.5 Mach feletti sebesség tartására képes nagy magasságban légifényképezés közben. Ennél a sebességnél a felülete 300-350 fokra melegszik, van része ami cseresznye pirosan izzik.



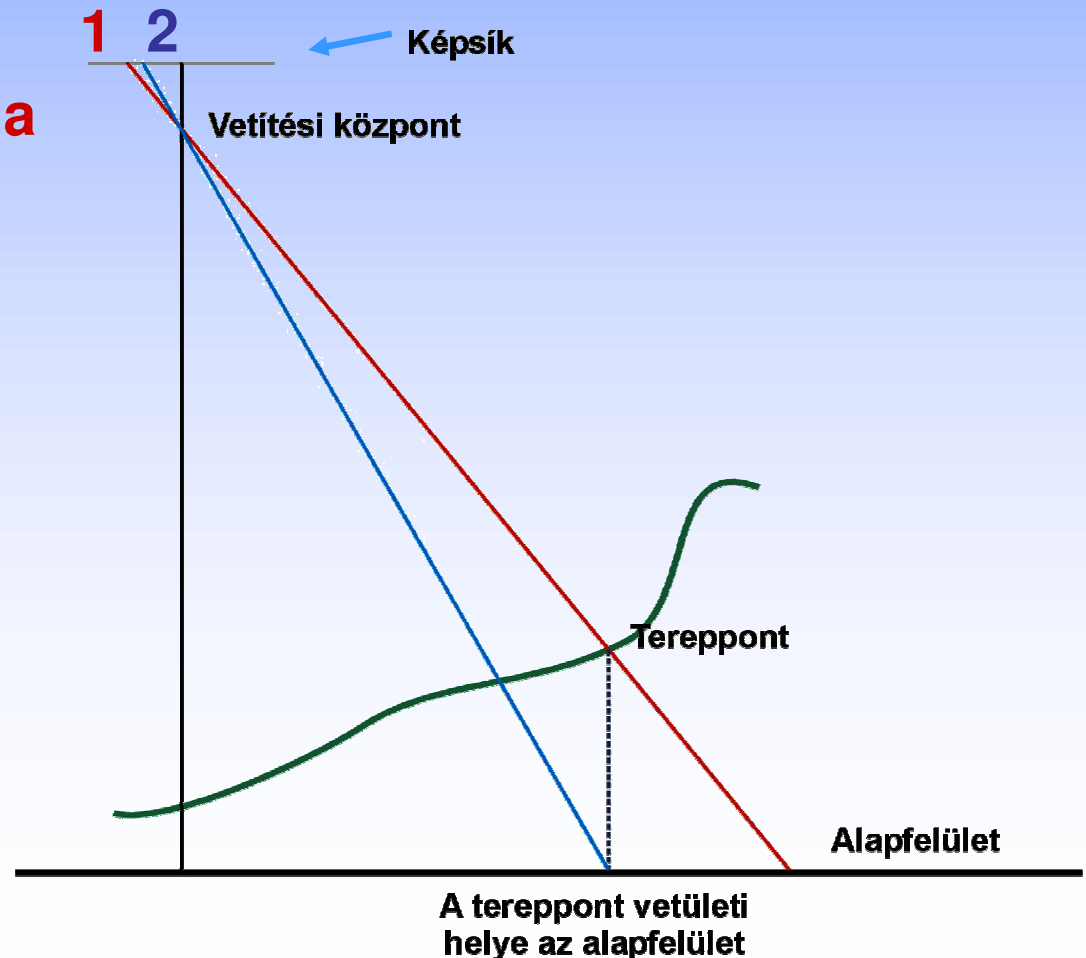
3.

A digitális ortofotó, mint a raszteres vagy hibrid GIS szoftverek egyik legfontosabb adatforrása.

Ha a terep a repülési magassághoz képest figyelemre méltó domborzattal rendelkezik, a számítógépek felhasználása nélkül nem lehetett torzítatlan képeket előállítani a terepről.

1 tereppont hibás helye a képsíkon a magassági torzítás miatt.

2 tereppont kívánatos helye a képsíkon (alapfelületi vetületi helye).



Ortofotó térkép készítésének folyamata:

Ki kell számítani az egyes földi pixelközpontoknak megfelelő helyeket a légifényképen. Ahhoz, hogy ezt meg tudjuk tenni szükségünk van a pixelközpontok Z koordinátaira is.

➔ Ezért az ortofotó térkép készítése előtt el kell végeznünk az előzőekben leírtak szerinti magassági kiértékelést, azaz elő kell állítanunk a DMM-et.

➔ Ha már rendelkezésre áll a kellő felbontású DMM az adott területről, úgy a pixelközpontok Z koordinátáit a DMM felhasználásával interpoláljuk.

➔ Ezt követően a magasságkülönbség miatt a képsíkon hibás helyre került képpontokat a számítógépes program a magassági torzulásmentes helyre viszi át.



Képsík

Vertikális központ

Azért, hogy a transzformációból egy képpixel se maradjon ki az ortofotó pixelszámát az eredeti kép pixelszámához képest jelentősen meg kell növelni!



Ortofotó

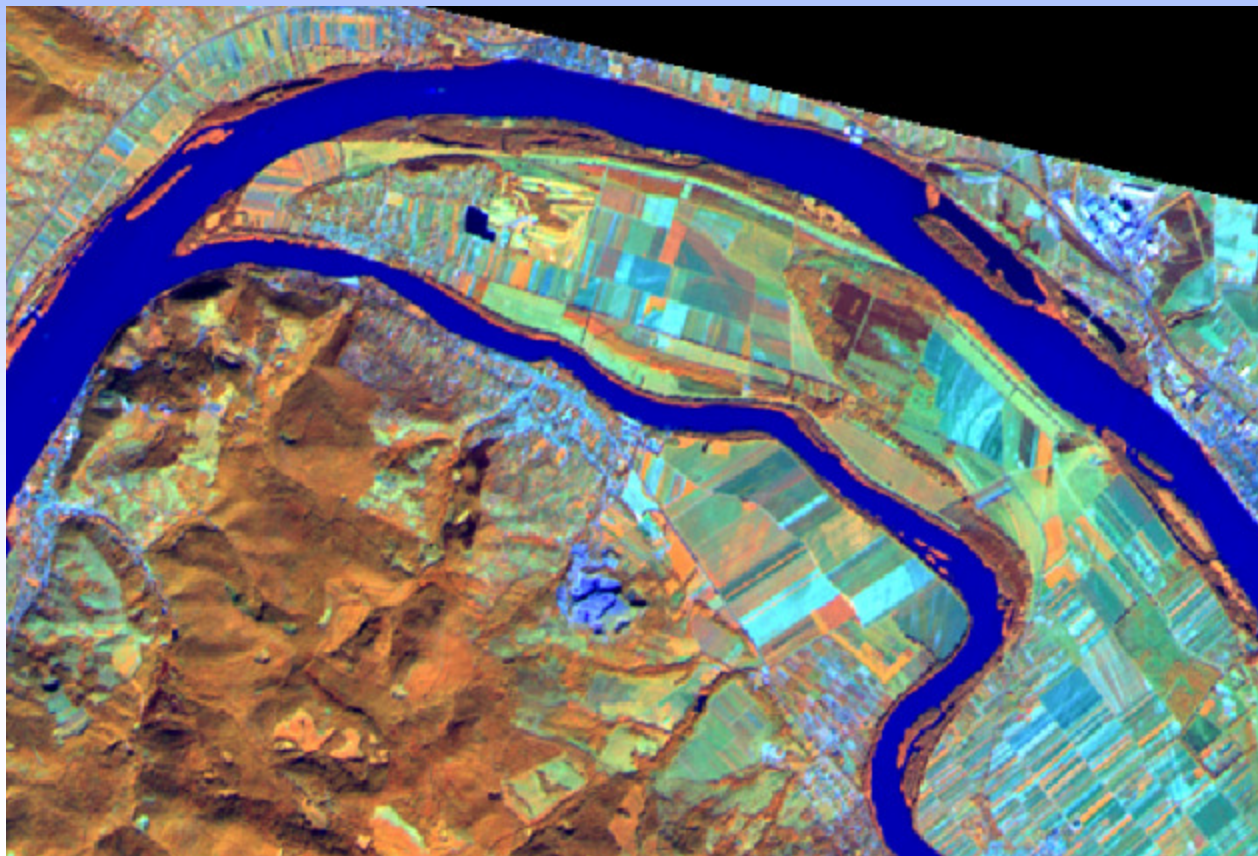


**Ortofotó a mezőgazdasági parcella azonosító rendszerhez
(MEPAR)**

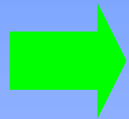
Az eredmény magassági torzulásoktól mentes rászterkép lesz.

A digitális fotogrammetria első nagy sikere a digitális ortofotó térképek tömeges előállításához kapcsolódik.

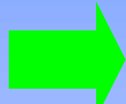
Az így előállítható ortofotó térképek szinte minden olyan feladatra alkalmasak, amire a hagyományos vonalas térképek, emellett azonban az információ tartalmuk jelentősen meghaladhatja azokét, ugyanakkor gyorsan és olcsón állíthatók elő.



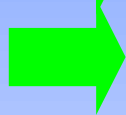
Digitális fotogrammetria



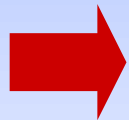
Előnyei:



A pontosság közepes, vagy nagyfokú (1-5 m, <1m).



Fizetni csak a szükséges adatért kell (rendelésre készített termék).



Hátrányai:



Magas előállítási költség.



Különösen drága a vonalas objektumok térképezése, mint pl. az úthálózat, vízrajzi hálózat.



Időjárás és évszak függő (felhős, ködös napokon, illetve a nyári vegetáció takarása miatt nem lehet fényképezni).

TÁVÉRZÉKELEÉS

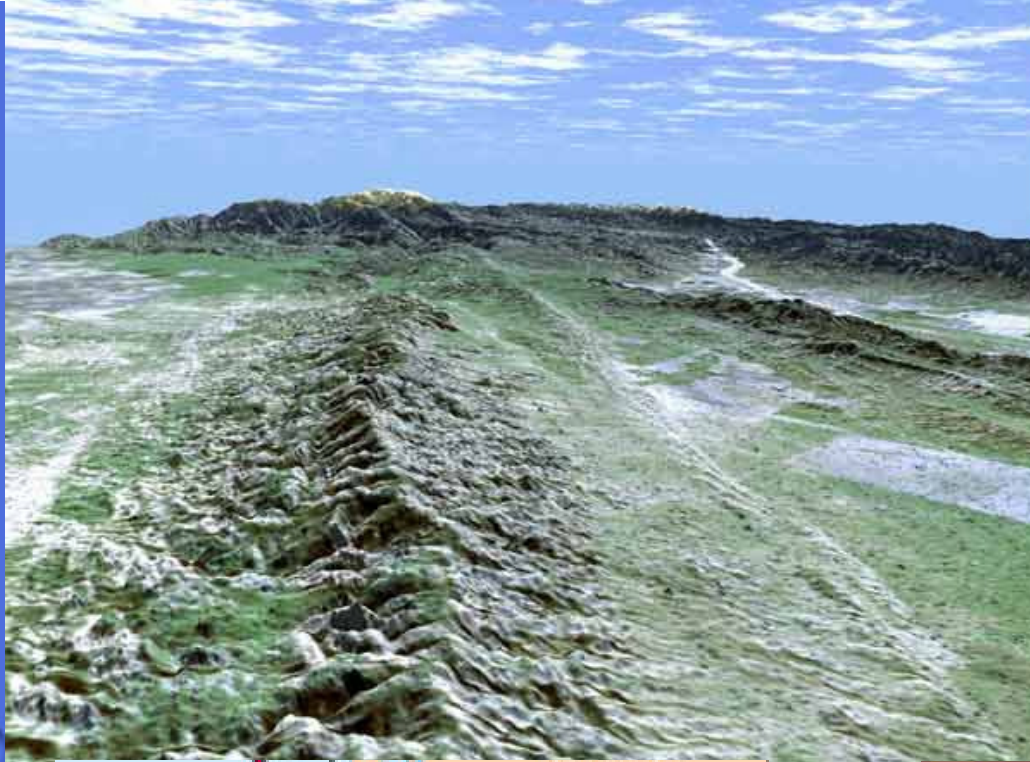


**mint kiemelt jelentőségű elsődleges
adatnyerési technológia**

Hóborítás változása a Földön



A kaliforniai Szt. András törésvonal az űrből



REUTERS/NINA



Az USA keleti partja talán legnagyobb tornádójának nyomai a NASA műholdfelvételein 2002 április 28-án.



... **az információ hatalom, az információ pénz.** Hogy mennyire igaz van, ennek a kijelentésnek, sztoriként engedtessek meg elmondani, egy 1987-ben történt esetet.

Azt hallottuk - akkor még távérzékelési dolgozóként - hogy az amerikai gabonapiacon több millió tonna gabonát adtak el a Szovjetuniónak, igen mérsékelt áron. Kicsit meglepődtünk és mint termésbecslési programmal foglalkozók, kerestük az okát. Az egyik amerikai vendégtől megtudtuk, hogy információik szerint - amit a **Landsat műholdakról** kaptak - a Szovjetunióban eddig nem látott mennyiségű rekord gabonatermés ígérkezik.

Később ezt az információt mi a szovjet kollégáknak tovább adtuk, akik igen meglepődtek és bizonyították - ez május vagy június környékén volt -, hogy valóban úgy néz ki, hogy a termés jó lesz. Majd szeptember-októberben, amikor egy konferencián kint voltunk, közölték, hogy az információ helyes volt, rekord gabonatermésük lett, csak éppen nem tudták betakarítani teljes egészében.

Ez mit sem von le abból, hogy az amerikaiak **időben az információ megszerzésének fontosságának a tudatában döntöttek, cselekedtek.**

TÁVÉRZÉKELEÉS

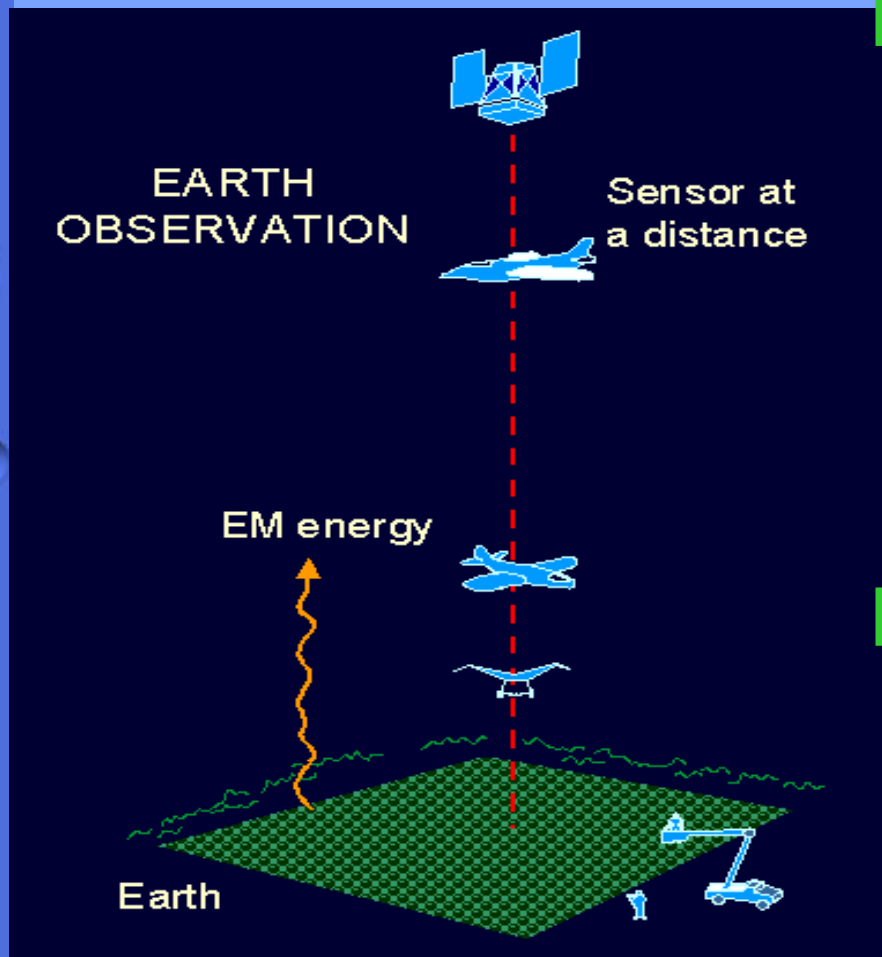
A távérzékelés szó használata az első Landsat műhold 1972-es fellövésével vette kezdetét.

A távérzékelés alatt olyan adatnyerési eljárásokat értünk, melyek az adatokat a vizsgált objektummal létrehozott közvetlen, fizikai kapcsolat nélkül produkálják.

A tényleges szóhasználat alapvetően két kritériumhoz kapcsolja a távérzékelés terminust:

- ➔ ugyanazt a jelenséget kettő vagy több elektromágneses hullámtartományban (**multispektrális felvételkészítés**) mérjük,
- ➔ különböző platformon hajtjuk végre az észlelést.

Az utóbbi azt jelenti, hogy ha a repülőgépen multispektrális felvételeket készítünk, akkor légi-távérzékelésről beszélünk, ha űreszköztől (mesterséges hold, űrállomás, űrsikló) készítjük a felvételeket a módszer neve űrtávérzékelés.



(Remote Sensing-RS)

Távérzékelés tehát:

- ➔ Tudomány és technológiák összessége, amely azzal foglalkozik, hogy információt gyűjtsön a földfelszínről illetve a felszíni vizekről úgy, hogy nincs közvetlen, fizikai kapcsolat az érzékelő és a megfigyelt objektum között.
- ➔ Az információgyűjtés alapja az elektromágneses (EM) hullámok sugárzásának, illetve visszaverődésének az érzékelése.
- ➔ Segítségével a területen elhelyezkedő objektumok fizikai természetét tanulmányozhatjuk.

Az űrtávérzékelés legfontosabb jellemzője, hogy hatalmas adattömeget tud automatikus rendszerben a Földre továbbítani.

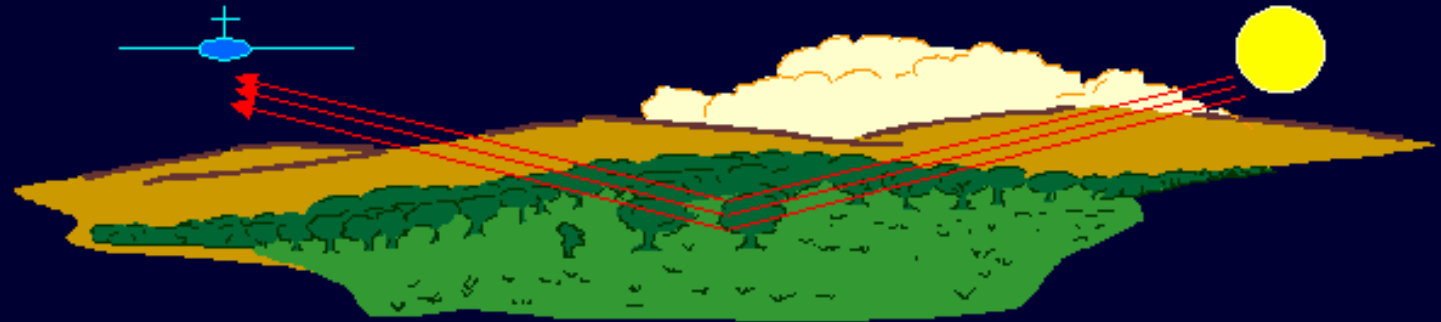
Az érzékelő műholdak pályaelemeiktől függő gyakorisággal letapogatják a Föld felületét. Az ugyanarra a területre vonatkozó ismételt felvételek megléte megteremti a **multitemporális analízis** lehetőségét.

Míg a légifényképezés rendszerint csak a földfelszín által visszavert illetve a felszín saját sugárzását felhasználva készíti a felvételeket (ez az úgynevezett passzív letapogatás), addig sok távérzékelő űreszköz a saját maga által kibocsátott sugárzás segítségével is képes a földfelszín letapogatására.

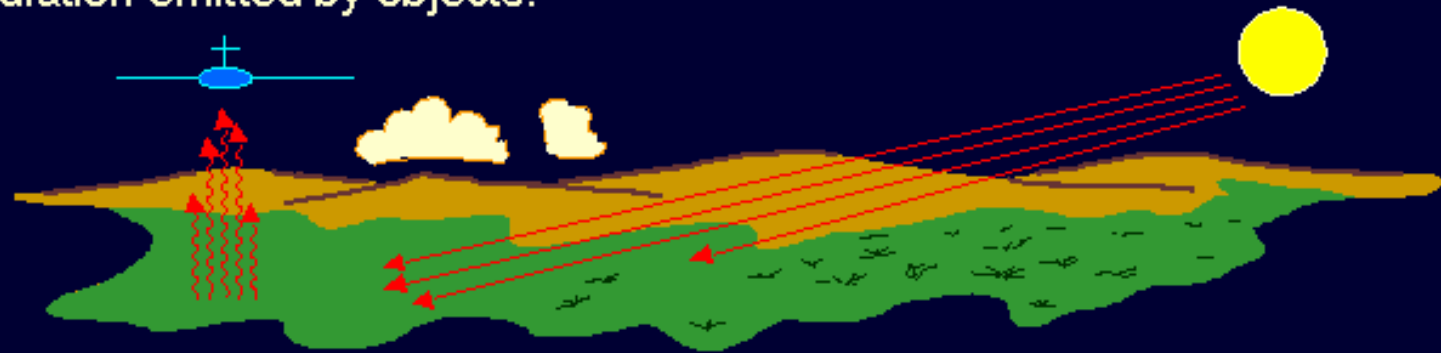
Ezt a módszert **aktív letapogatásnak**, az eredményül kapott képeket **radar képeknek** nevezik.

A távérzékelés lehet aktív vagy passzív.

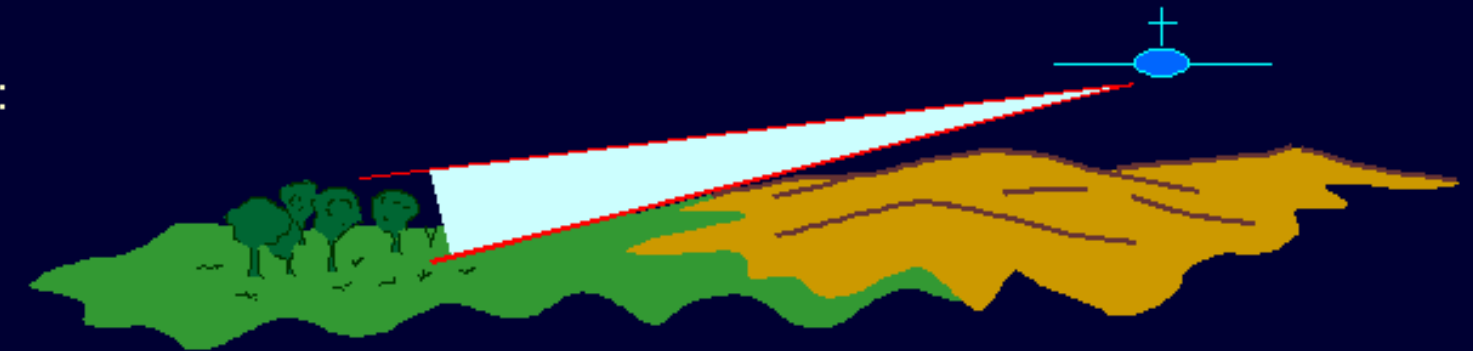
RS using reflected solar radiation:
(PASSIVE)



RS using radiation emitted by objects:
(PASSIVE)

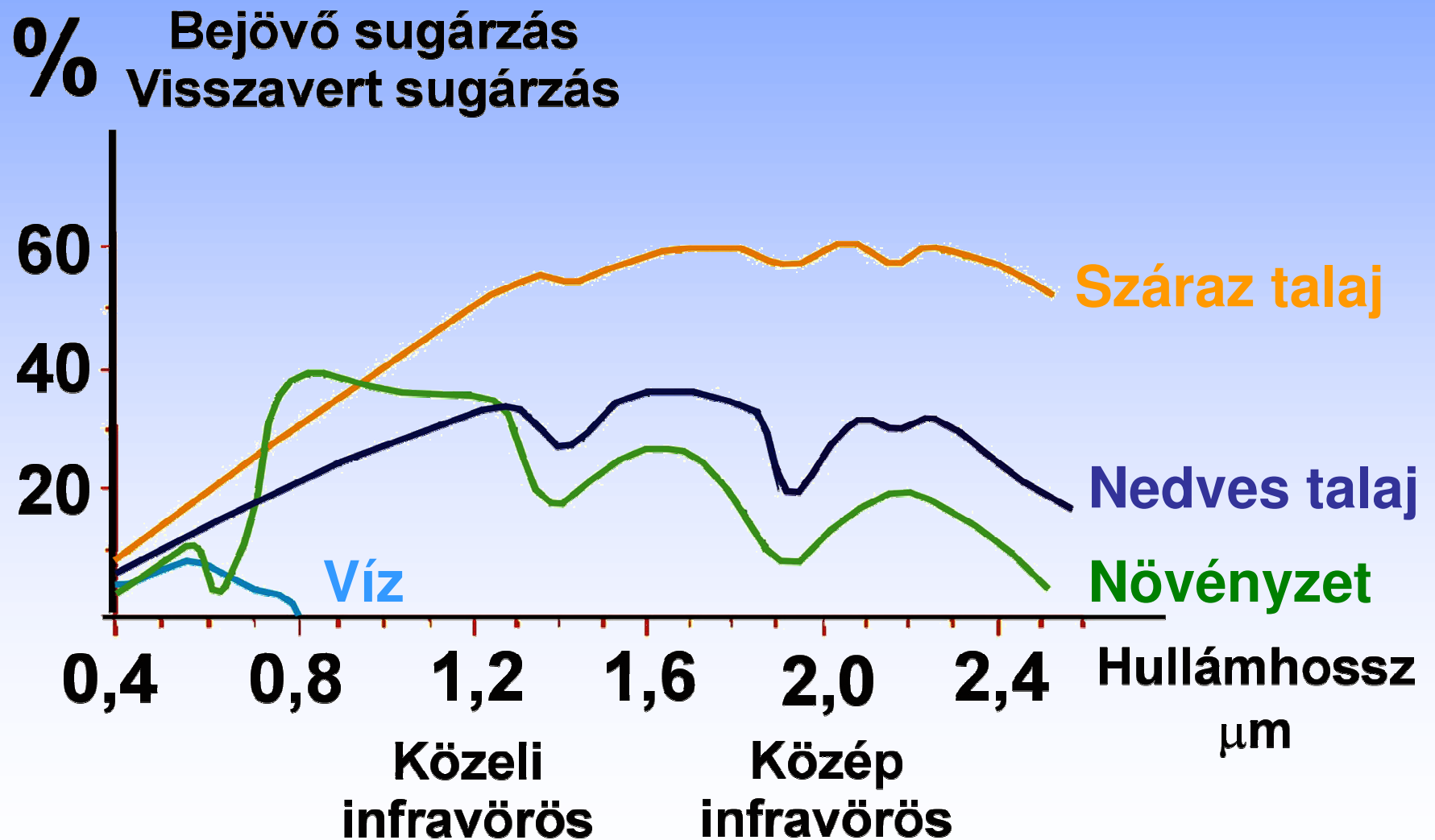


ACTIVE RS:



Passzív távérzékelésnél a földfelszínről érkező elektromágneses sugárzás intenzitását mérjük.

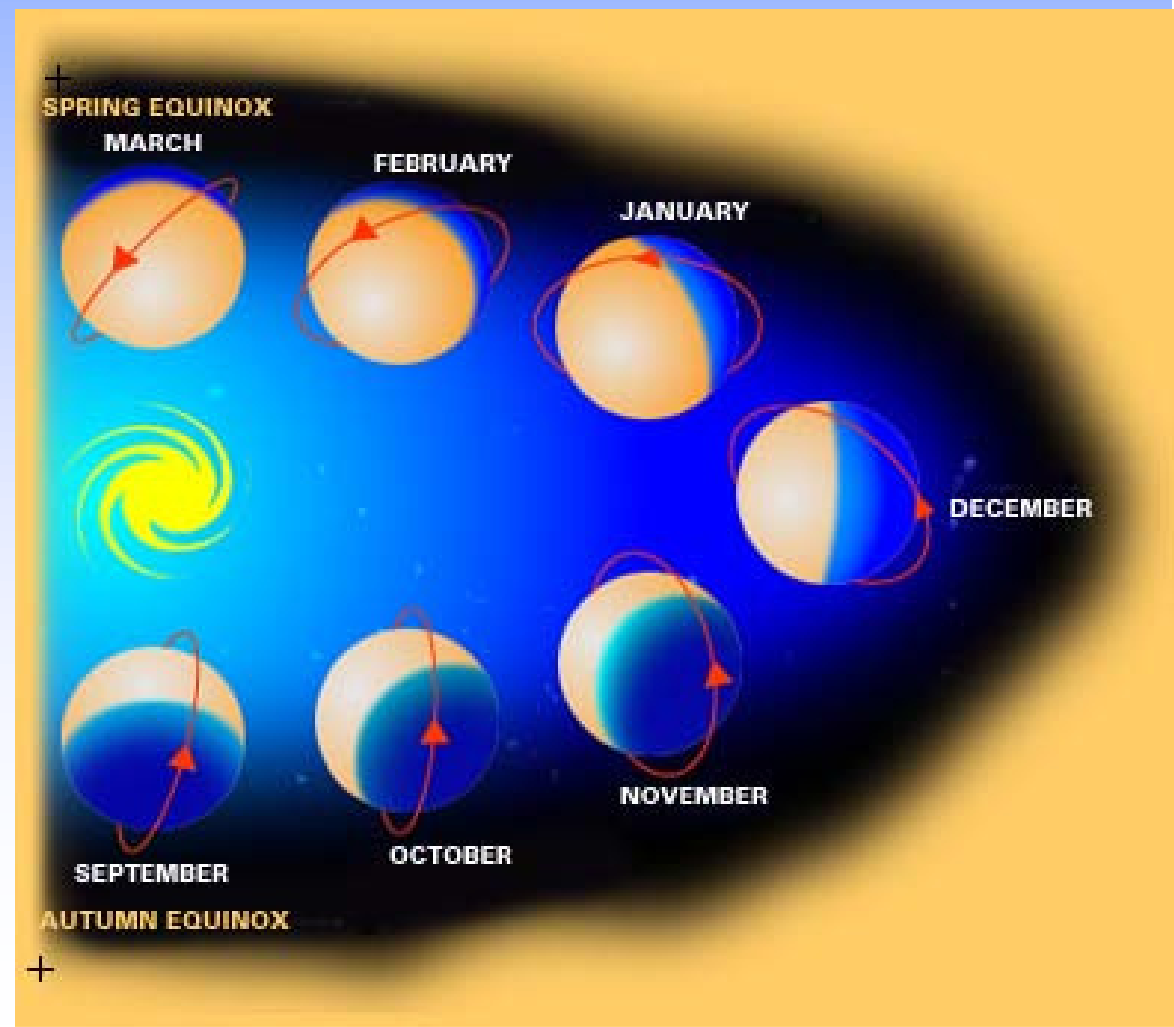
Az ábrán látható, hogy különböző felszíni képződmények esetén különböző hullámhosszaknál a intenzitás mértéke eltérő.



Passzív távérzékelésnél ahhoz, hogy a különböző képek összehasonlíthatóak legyenek fontos, hogy a terület megvilágítása azonos legyen.

Ezt a feltételt **Nap-szinkronizált műhold pálya** alkalmazásával lehet biztosítani. Ez úgy érhető el, hogy a műholdnak azonos szöveget kell bezárnia a nap megvilágítási szögével.

A Nap-szinkronizált pálya azt jelenti, hogy a műhold olyan sebessen halad a pályáján, hogy a Föld forgása következtében minden érzékelés ugyanabban a helyi időpillanatban készül.



Néhány távérzékelési alkalmazás

fotó-interpretáció

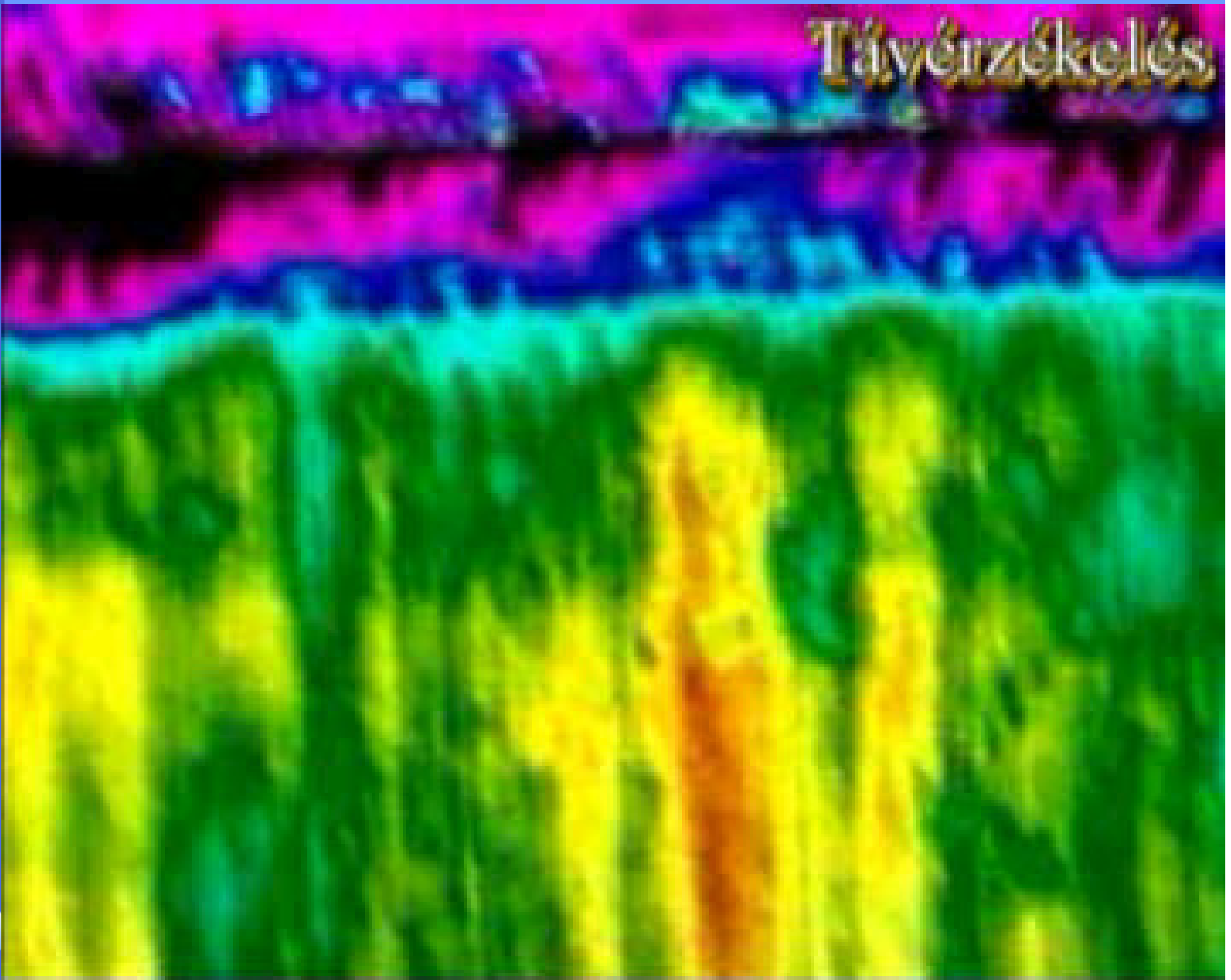
Távérzékelés



Távérzékelés



Távérzékelés





Dr. Lucy Jones
USGS So. Calif. Chief Scientist

12

Kezdetek:

Az Landsat-1 (korábbi nevén ERTS-1) műhold 1972-es fellövését követően új korszak kezdődött a földi erőforráskutatásban és ezzel megszakadt a kéműholdak korlátlan uralma.

A földfelszínről olyan nagy területet ábrázoló felvételeket lehetett tanulmányozni, melyek gyökeresen átalakították a környezetünkről vallott korábbi elképzeléseinket.

A felvételek geometriai és spektrális felbontásának fokozatos javulásával egyre több felhasználási terület szakemberei kapcsolódhattak be az új adatok hasznosításába.

Az adatok elsősorban a környezetvizsgálat, a földtani kutatások és nyersanyag-feltárás, a mezőgazdaság és a vízgazdálkodás valamint a katasztrófa előrejelzés területén hoztak forradalmi változásokat.

Az űrtávérzékelés eszközei és termékei.

Digitális szenzorok.

Az első távérzékelési műholdak felbocsátásakor két megoldás között választhattak a tervezők:

- ➔ a képeket elektrooptikai érzékelőkkel készítik és digitális formában a Földre sugározzák,
- ➔ filmre fényképező automatikus kamarákat alkalmaznak, melyek a leexponált filmeket automatikusan a Földre továbbítják.

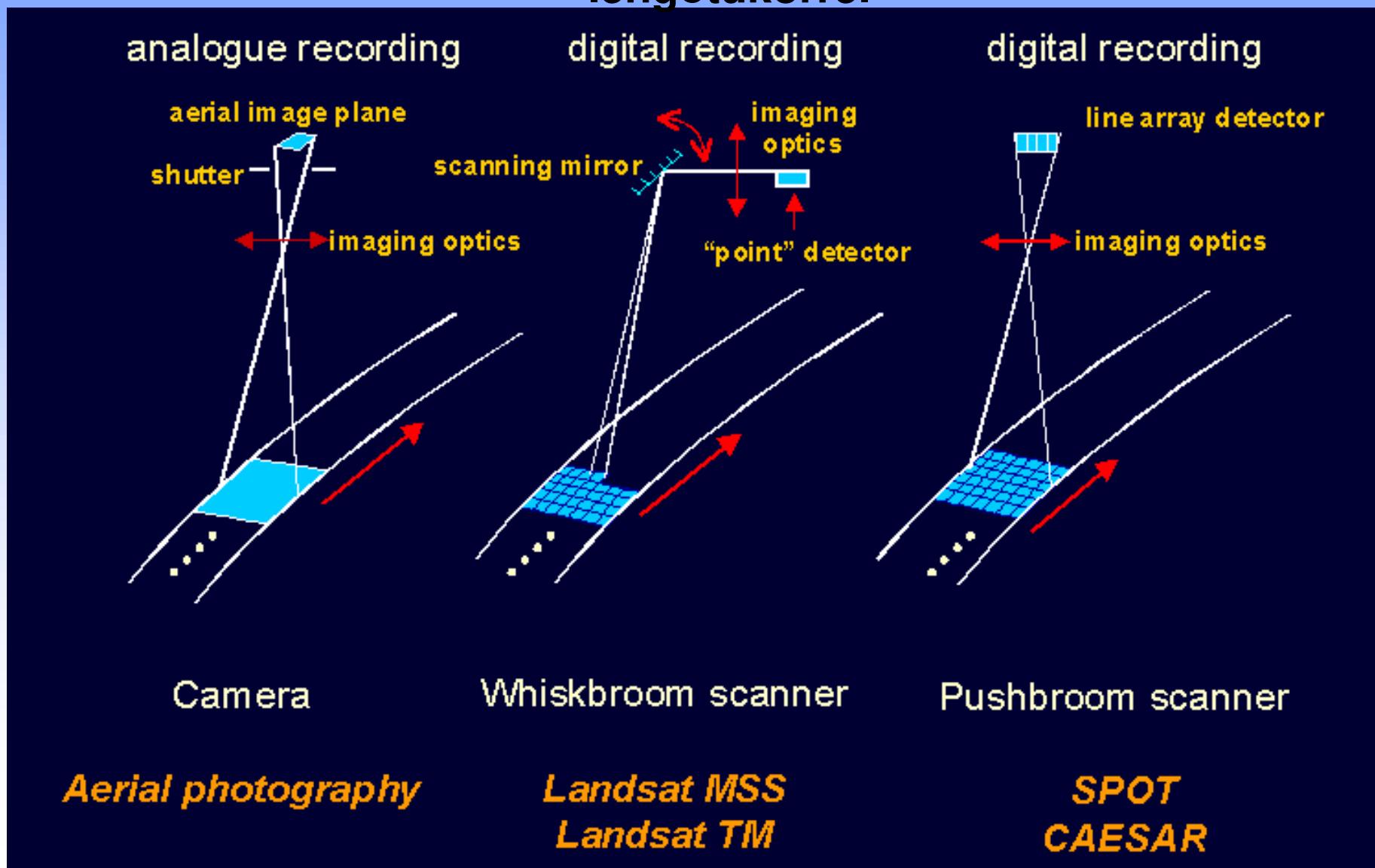
Az első megoldást az amerikaiak választották, a második megoldást a Szovjetunióban alkalmazták.

A passzív távérzékelésnél alkalmazott szenzortípusok.

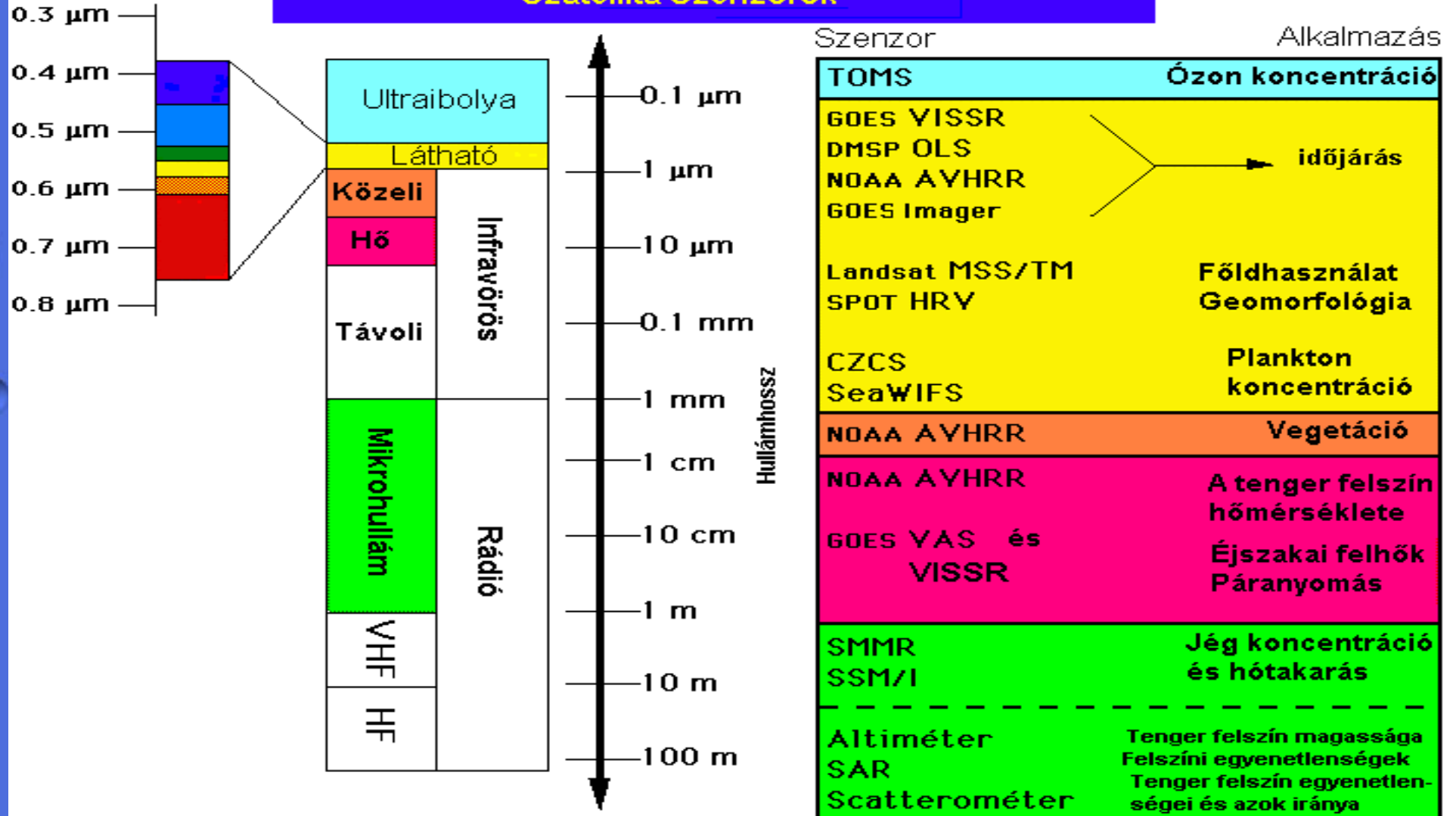
**Fényképező
berendezés**

**Egyedi
szenzor
lengőtükörrel**

Sorszenzor



Szatellita Szenzorok



A digitális képek esetében az információ egy rendezett adathalmazban kerül tárolásra.

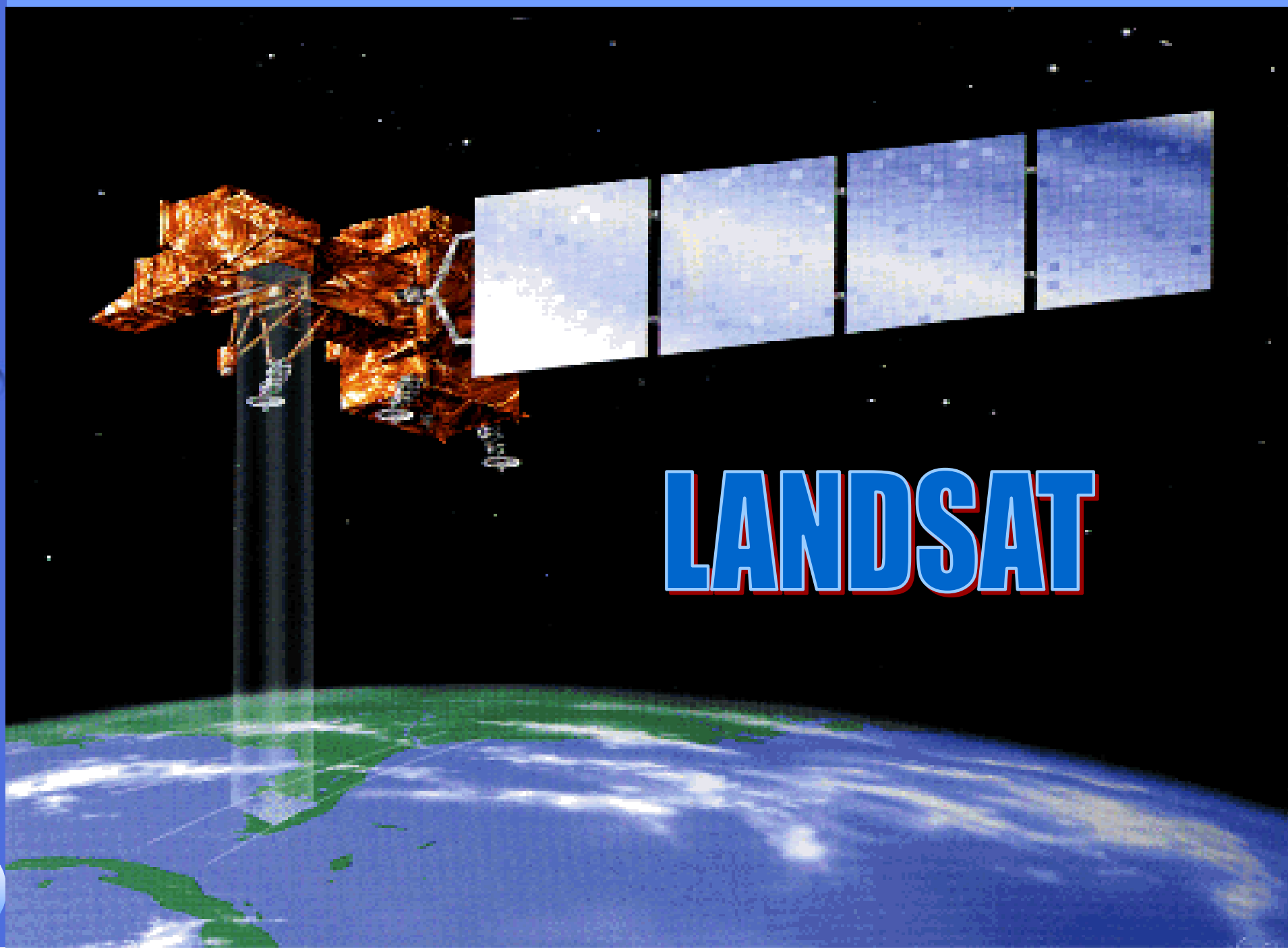
Ez az adathalmaz egy mátrixnak felel meg, ahol a mátrix mérete, oszlop- és sorszáma a kép oszlop- és sorszámával egyezik meg.

A mátrix elemeit az egyes képpontokban mért sugárzási értékek jelentik. A számítástechnikai konvenciók miatt ezeket az értékeket leggyakrabban 8 bites formában ábrázolják, így értékük 0 és 255 között változik.

A nullás érték jelenti a teljes fényelnyelést (fekete) és a 255 a teljes visszaverést, a legvilágosabb értéket (fehér).

Ha a szenzor a vörös, zöld és kék tartományba eső hullámhosszon működik, akkor az emberi szem által értelmezhető színes képet lehet belőlük összeállítani.

Ha a mért hullámok már az emberi szem számára láthatatlan - infravörös és ultraibolya - tartományba esnek, akkor egy látható színt rendelnek hozzájuk, hogy az így keletkezett "hamis" színes képet elemezni lehessen.



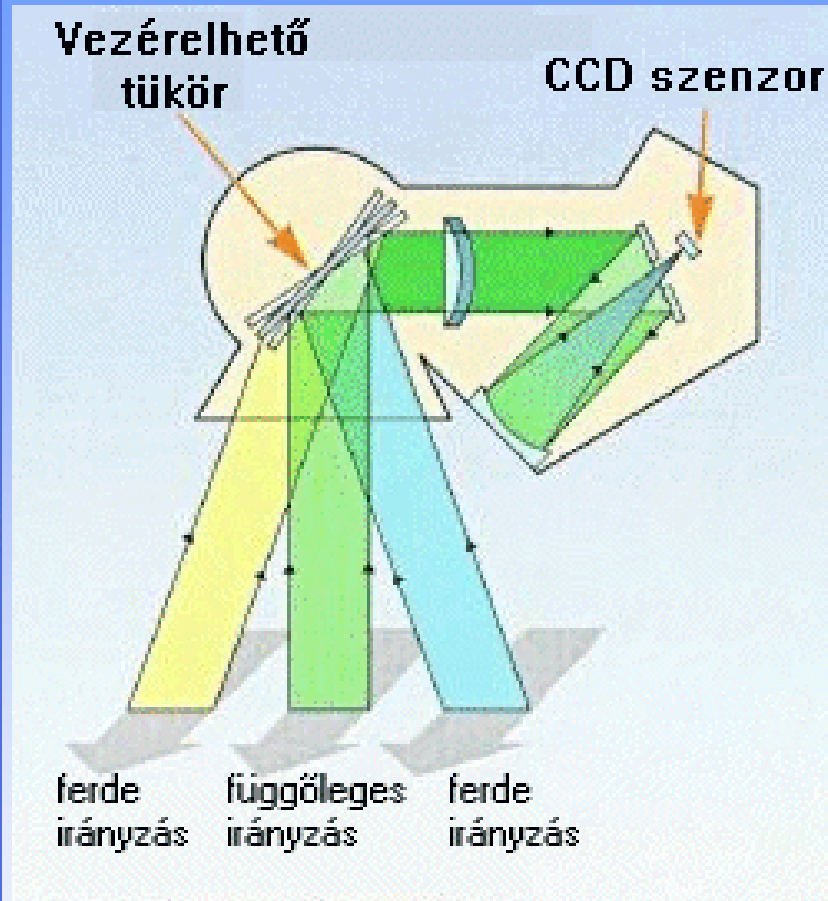
LANDSAT

A LANDSAT műholdak termékjellemzői.

Műhold neve	Kilövés (üzemelés vége)	Felbon-tás [m]	Magas-ság (km)	Ismételt felkeresés [nap]
Landsat 1	1972 (1978)	80, 80	917	18
Landsat 2	1975 (1982)	80, 80	917	18
Landsat 3	1978 (1983)	30, 80	917	18
Landsat 4	1982	80, 30	705	16
Landsat 5	1984	80, 30	705	16
Landsat 7	1998	15 (ff), 30 (ms)	705	16

Egy felvételen 185 x 185 km-es terület van leképezve!

A francia SPOT műhold.



A digitális megoldás esetén töltéscsatolt félvezető elemekből (CCD) álló HRV sor-szenzorokat alkalmaznak.

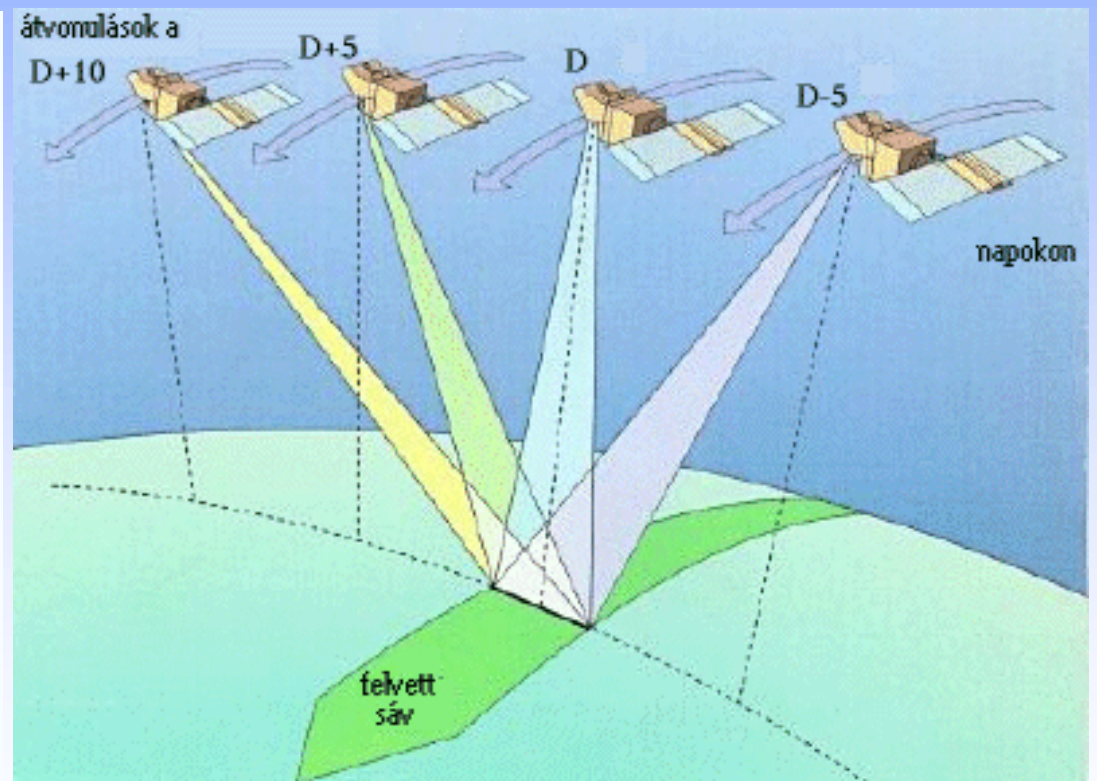
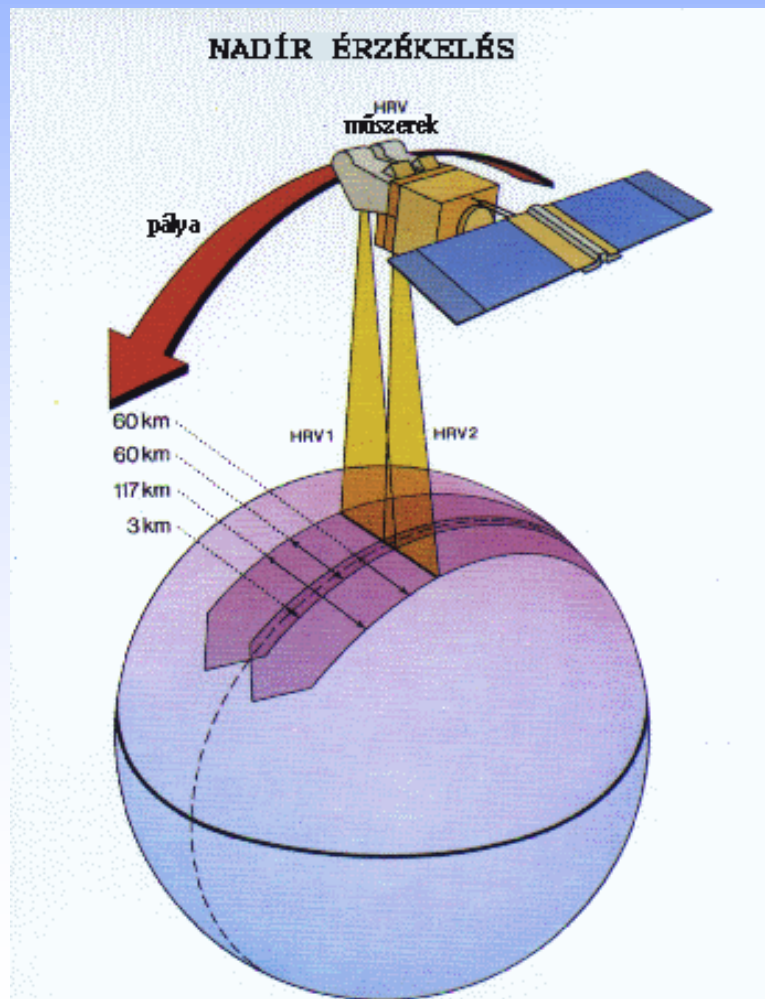
Az egy szenzorsorra történő leképezés geometriája megfelel a fotogrammetriában megismert centrális vetítés törvényszerűségeinek, szemben az egyedi szenzorral, ahol a pályára merőleges koordináta is az idő függvénye.

A SPOT két sor-szenzora vagy fekete-fehér, vagy 3 különböző hullámhossz tartományban működik.

A **SPOT** a **LANDSAT**-tal ellentétben nem érzékel állandóan ugyanabban a módban, hanem csak a megrendelésekkel vezérelt észlelési terv szerint. Ez azt jelenti, hogy nem biztos hogy a **SPOT** archívumban egy bizonyos területről rendelkezésre állnak különböző időpontokban készült, azonosan specifikált felvételek.

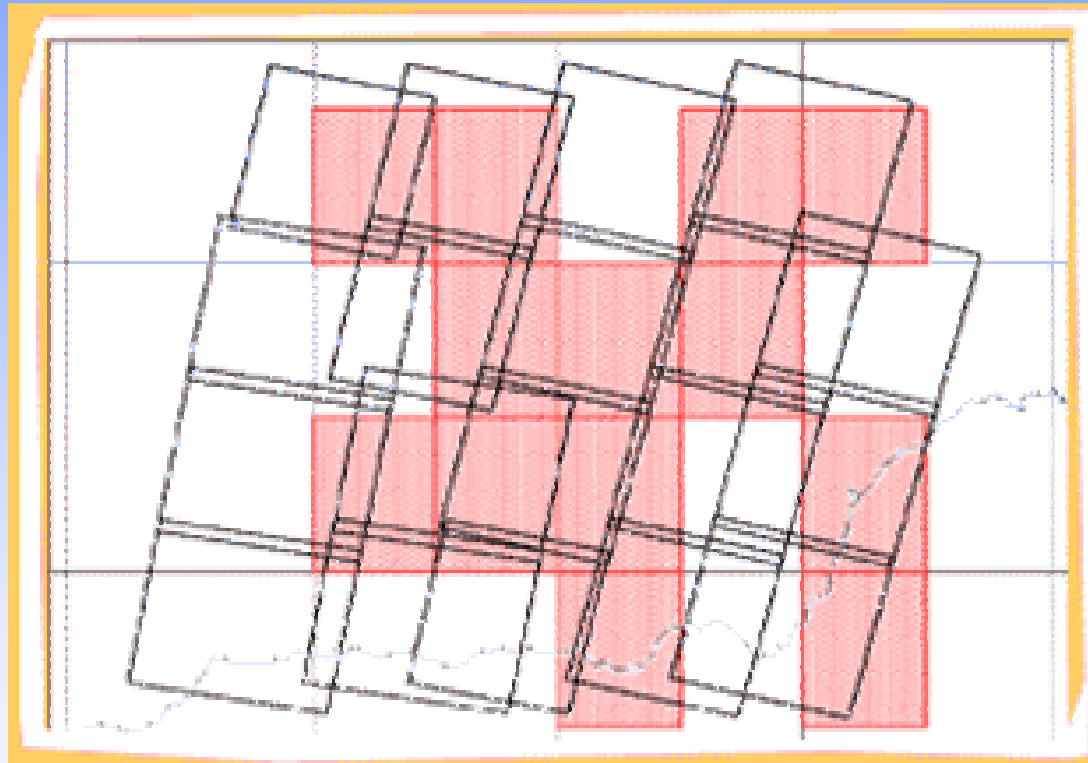
A SPOT felvételek (elsősorban a fekete-fehérek) kiválóan alkalmasak térképészeti célokra illetve a GIS geometriai adatfeltöltésére.

A rendszer felbontóképessége a térképezés méretarányát 1:50 000 - ben limitálja.



A SPOT sztereo képessége

A Landsat vagy a Spot termékek elérhetőek akár, mint egy kép vagy mint egy térképi szelvény.



A Landsat vagy a SPOT kép (Scene) a terepnek egy részlete, ami a detektor irányából van lefotózva.

A térképi szelvény (Map Sheet) a felhasználók által kért térképi koordinátarendszerben és vetületi rendszerben vannak elkészítve.

Magyarországon a Landsat képekhez hasonlóan a SPOT képeket is a Földmérési és Távérzékelési Intézet forgalmazza. (Budapest, Bosnyák tér 5.)

A Földmérési Intézet 2000 tavaszi SPOT űrfelvétel árai

Terméktípus	Leírása	Ára
SPOT XS KÉP	Multispektrális (3 spektrális sáv) kép	390.000 Ft/kép 108 Ft/km²
SPOT PAN KÉP FULL	1993-1995 között készült pankromatikus képek, országos fedés	200.000 Ft/kép 56 Ft/km²
SPOT XI KÉP	Multispektrális (4 spektrális sáv) kép 1998-tól	351.000 Ft/kép 98 Ft/km²
SPOT XI KÉP	1998-tól készült képek EOVB-ba vagy Gauss-Krüger vetületbe transzformálva	540.000 Ft/kép 150 Ft/km²
SPOT PAN	1998-tól készülő pankromatikus képek (az XI-vel szinkronban készül)	351.000 Ft/kép 98 Ft/km²
SPOT PAN	1998-tól készülő pankromatikus képek EOVB-ba, vagy Gauss-Krüger vetületbe transzformálva	540.000 Ft/kép 150 Ft/km²
SPOT XI+PAN	1998-tól készült illesztett XI és PAN képek EOVB-ba, vagy Gauss-Krüger vetületbe transzformálva	810.000 Ft/kép 225 Ft/km²

IKONOS rendszer.

A Lockheed Martin cég által gyártott első IKONOS műhold fellövésére 1999. szeptember 24.-én került sor

Főbb jellemzői:

Keringési idő: 98 perc, keringési magasság: 680 km.



IKONOS

SPOT

**OPTIMUM
SCALE**

1:5,000

1:50,000

**PIXEL
RESOLUTION**

1 - 4 metres

**10 - 20
metres**

Ikonos, Barcelona, 1 metre Panchromatic

Ikonos felvétel a barcelónai stadionról



IKONOS felvétel Bécsről



A jelenleg a polgári célú szuper nagyfelbontású műholdadatokat szolgáltató cég a Space Imaging Europe S.A.

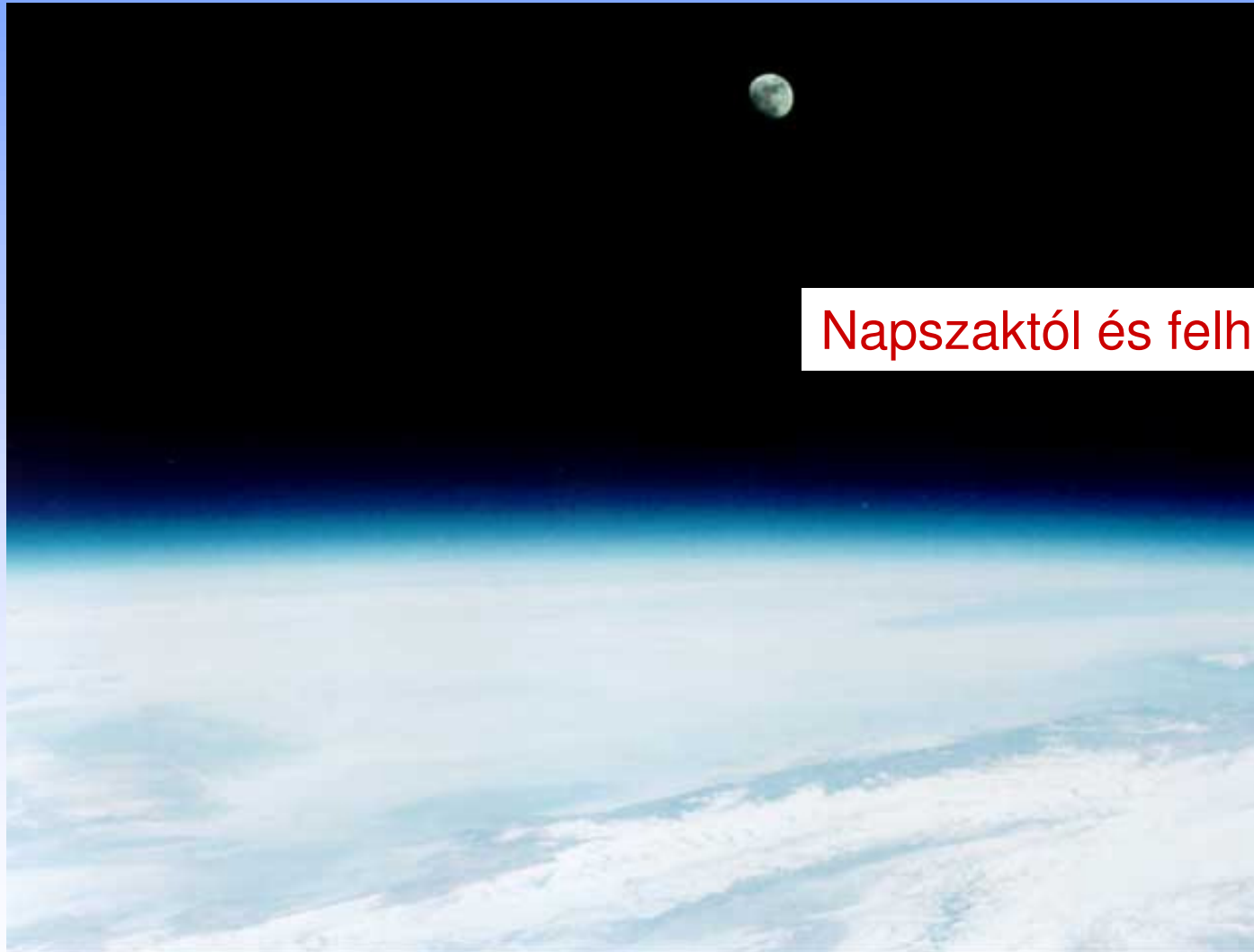
Radaros (aktív) távérzékelés.

Napjainkban a leggyorsabb fejlődés az aktívan érzékelő radaros rendszerek területén jelentkezik, ezért indokolt e szenzor típus rövid ismertetése.

A 'RADAR' a II. világháború során a repülőgépek felderítésére és távolságuk meghatározására konstruált műszer azon az egyszerű elven működik, hogy méri azt az időt ami a mikrohullám impulzusok kibocsátása és visszaverődés utáni vétele között eltelik.

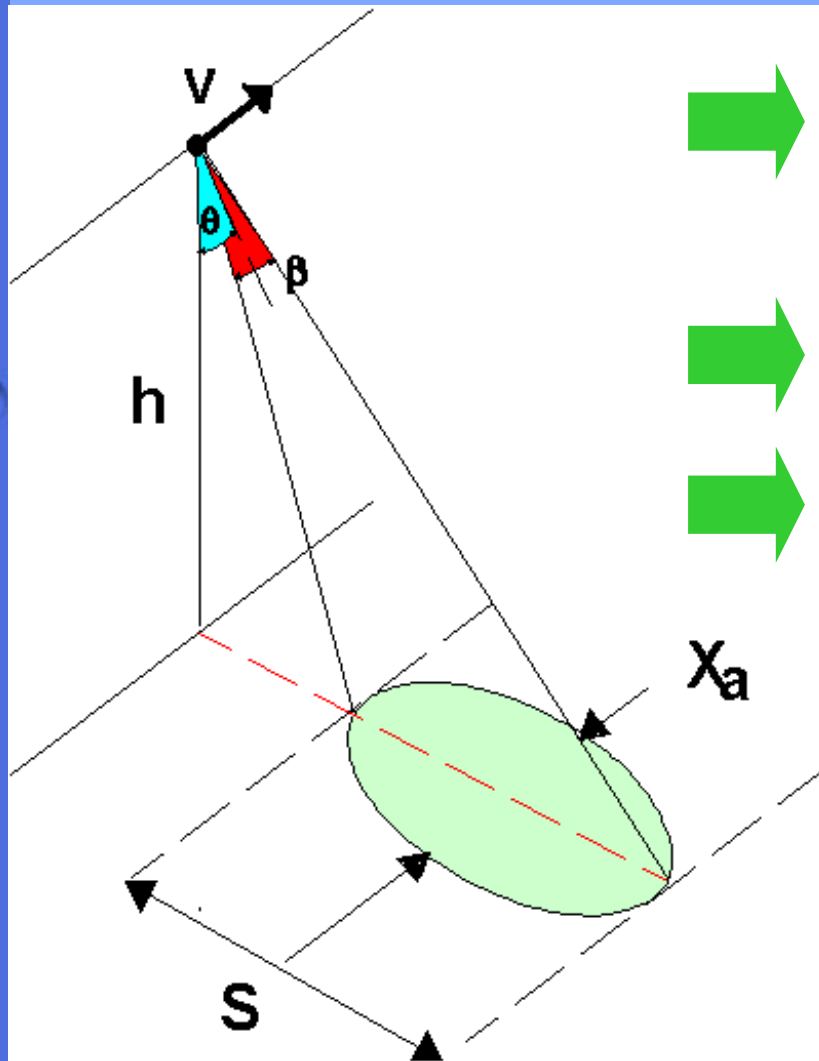
A távérzékelési radarokat nagy többségükben oldalra néző radar (angol elnevezése Side Looking Airborn Radar, rövidítve SLAR) formájában készítik. A radar antennája a hordozó eszköz pályája irányában helyezkedik el.

Mi az előnye a radaros távérzékelésnek?



Napszaktól és felhőzettől független!

Mit mérünk radarral?



SLAR elvi sémája

A radar három mennyiséget mér:

→ azt az időt ami az impulzus kibocsátása és visszaverődés utáni vétele közt eltelik,

→ a visszavert impulzus amplitúdóját (erősségét),

→ valamint a polaritását (milyen síkban rezegnek a radarhullámok).

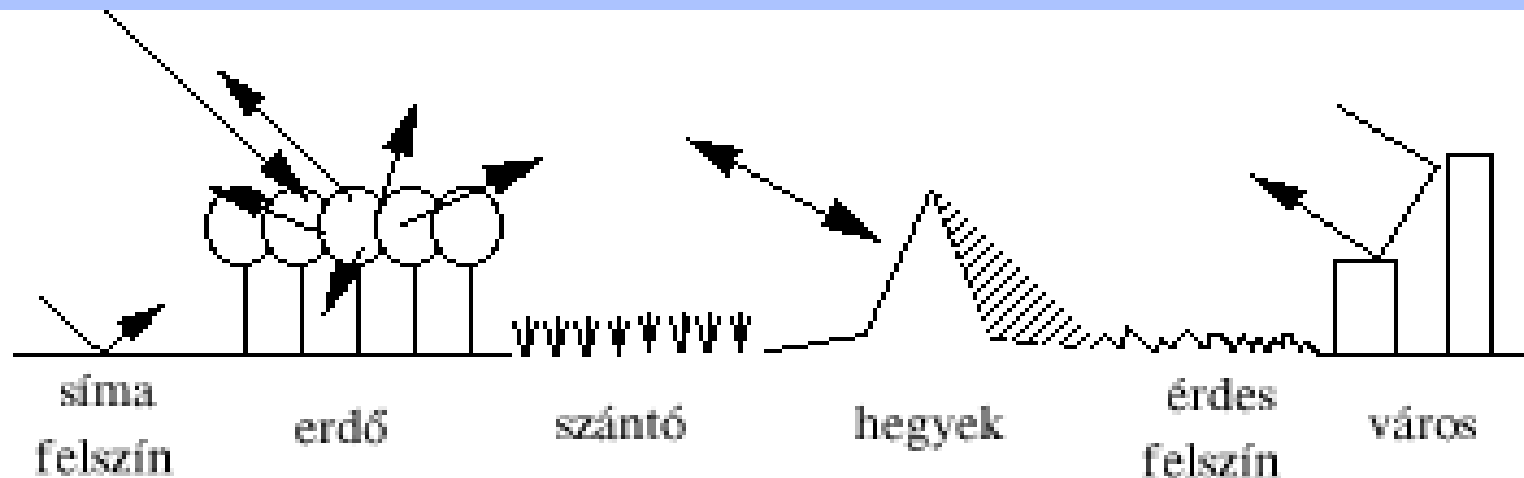
A rádióhullámokból kialakított impulzusok a felszínre érve részben elnyelődnek részben visszaverődnek.

Minél nagyobb a szóródás, annál kisebb a vevőbe jutó 'visszhang' amplitúdója.

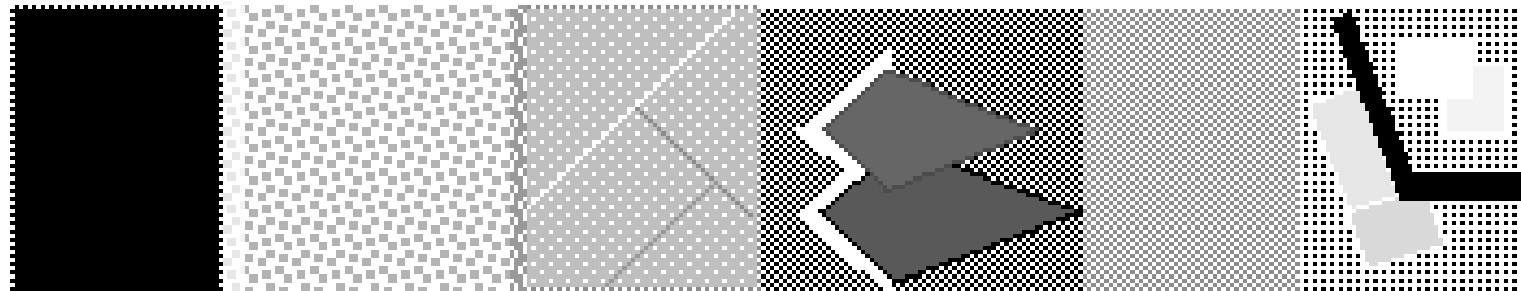
Hogyan értelmezzük a radaros mérési eredményeket?

Ha a vett amplitúdó értékekhez szürkességi értékeket rendelünk, akkor egy megadott hullámhosszhoz, adó és vevő polaritáshoz illetve oldalszöghöz az ábrához hasonló 'jelmagyarázatot' rendelhetünk.

Felszín



Radar kép



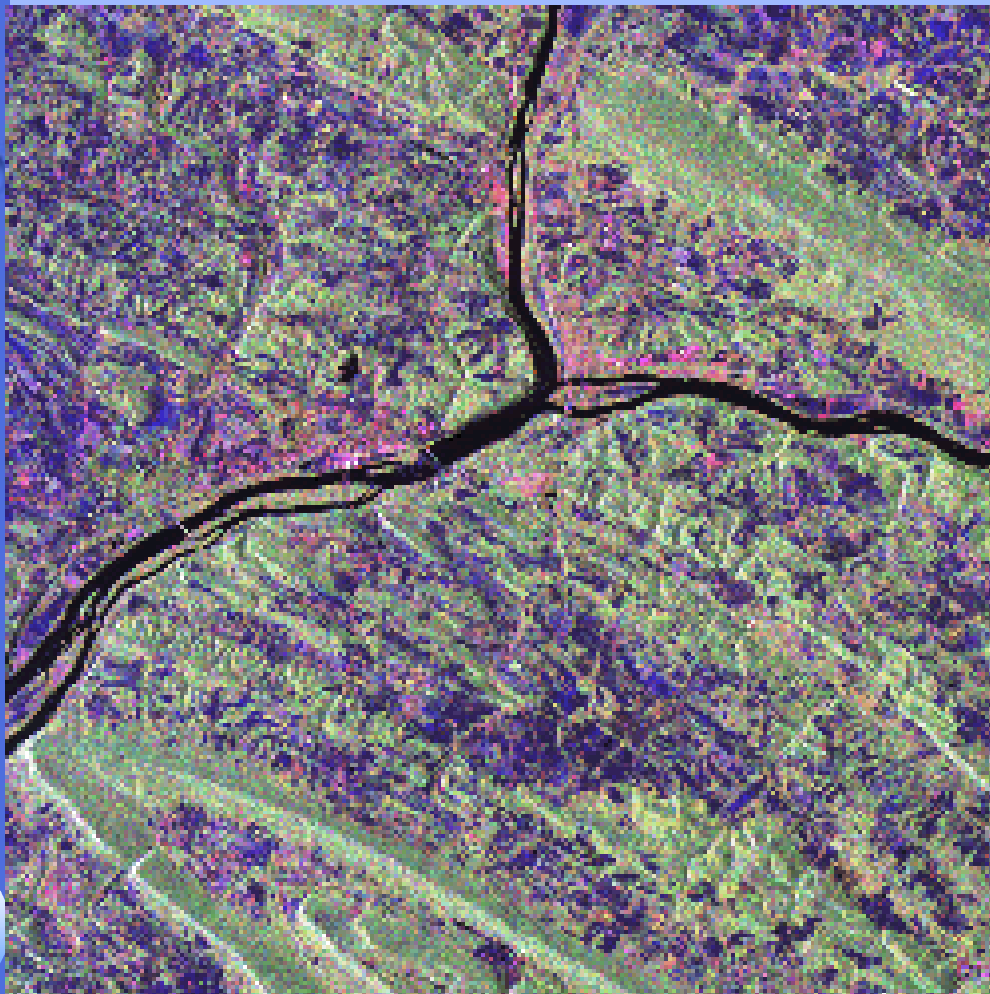
A vizuális elemzés számára a színes képek több információt szolgáltatnak, mint a fekete-fehér képek.

Sajnos a multispektrális felvételek csatornái is külön-külön fekete-fehér képeket alkotnak, amelyeket nehézkesen együttesen szemlélni.

Ezt a problémát oldja meg a kompozit képek elkészítése, amikor a multispektrális felvételek egyes csatornáit a megjelenítő eszköz egy-egy szín csatornájához rendeljük. Az első csatorna a kék, a második a zöld, a harmadik a piros. E három alapszín keveréséből kapjuk a teljes színpalettával rendelkező képet.

Az egyes színösszetevők intenzitását a csatorna intenzitása határozza meg. Mivel az intenzitás csatornánként pontról-pontra változik az eredmény kép egy színes kép lesz.

Kompozit kép:



1. csatorna **képéhez** a kék,

2. csatorna **képéhez** a zöld,

3. csatorna **képéhez** pedig a vörös szín lett rendelve és a három kép egy képbe lett összevonva.

A térbeli kifejtés fogalma radaros távérzékelésnél. (Hogy áll össze a radartérkép?)

Egy adó által kibocsátott impulzus a befogott sáv minden pontjáról visszaverődik, s mivel ezek a pontok az antennától különböző távolságra helyezkednek el a visszaverődés után az antenna sok jelet vesz.

Minden vett visszavert impulzus egy pixelt reprezentál a haladásra merőleges sorban, melynek szürkeségi értékét a vett impulzus amplitudója, helyét pedig az impulzus kibocsátása és vétele között eltelt idő határozza meg.

Ez azt jelenti, hogy a sávon belüli képképzés a terjedési időintervallumok sorba állításával, számítással oldható meg.

A probléma ott jelentkezik, hogy a nagy sebességgel haladó mesterséges holdról az újabb radarimpulzust előbb kell kibocsátani, mint mielőtt az előző impulzus visszaverődő jelei mind beérkeznének.

Késleltetett impulzus kibocsátás esetén a terület egy része nem lenne letapogatva!

A probléma megoldására 1950-ben katonai felhasználásra kidolgozták az úgynevezett Szintetikus Apertúrájú Radarokat (SAR-t).

A SAR alapelve azon nyugszik, hogy a vétel során gondoskodnak arról, hogy ne csak a visszavert impulzusok amplitúdóját, de a fázisukat is (hogy melyik adóimpulzusból származnak) rögzítik.

Ennek megfelelően egy olyan adatsor áll elő, amely megfelelő számítógépes feldolgozás után hasonlóan finom pályamenti felbontást ad mintha az antennát a pálya irányában jelentősen meghosszabbították volna.

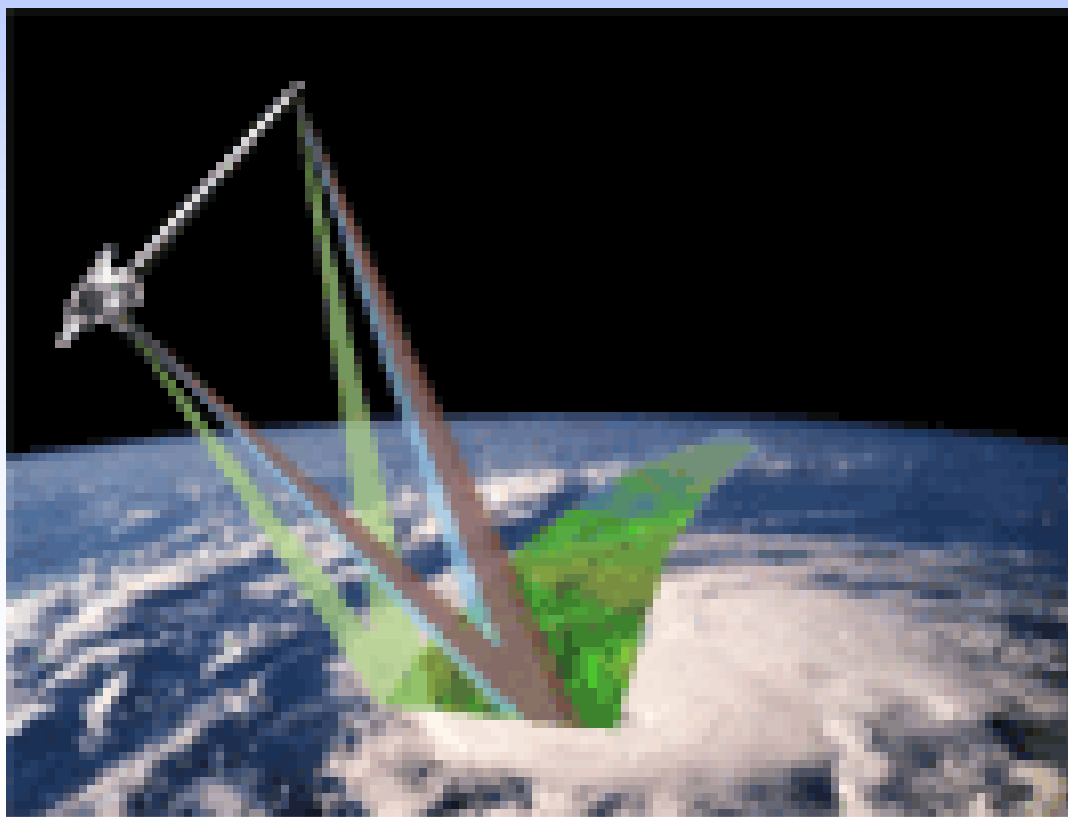
Napjainkban már olyan SAR eszközökkel is találkozunk, melyek egyidejűleg több hullámsávon is letapogatják a felszínt.

A multispektrális radar felvételek hasznosítására már sok módszert dolgoztak ki, azonban egyelőre még nem rendelkezünk olyan kiforrott eljárásokkal mint a CCD szenzoros multispektrális távérzékelésben.

Az SRTM rendszer.

Egy újfajta térképező radar, az első amely három dimenzióban térképezi fel a Földet.

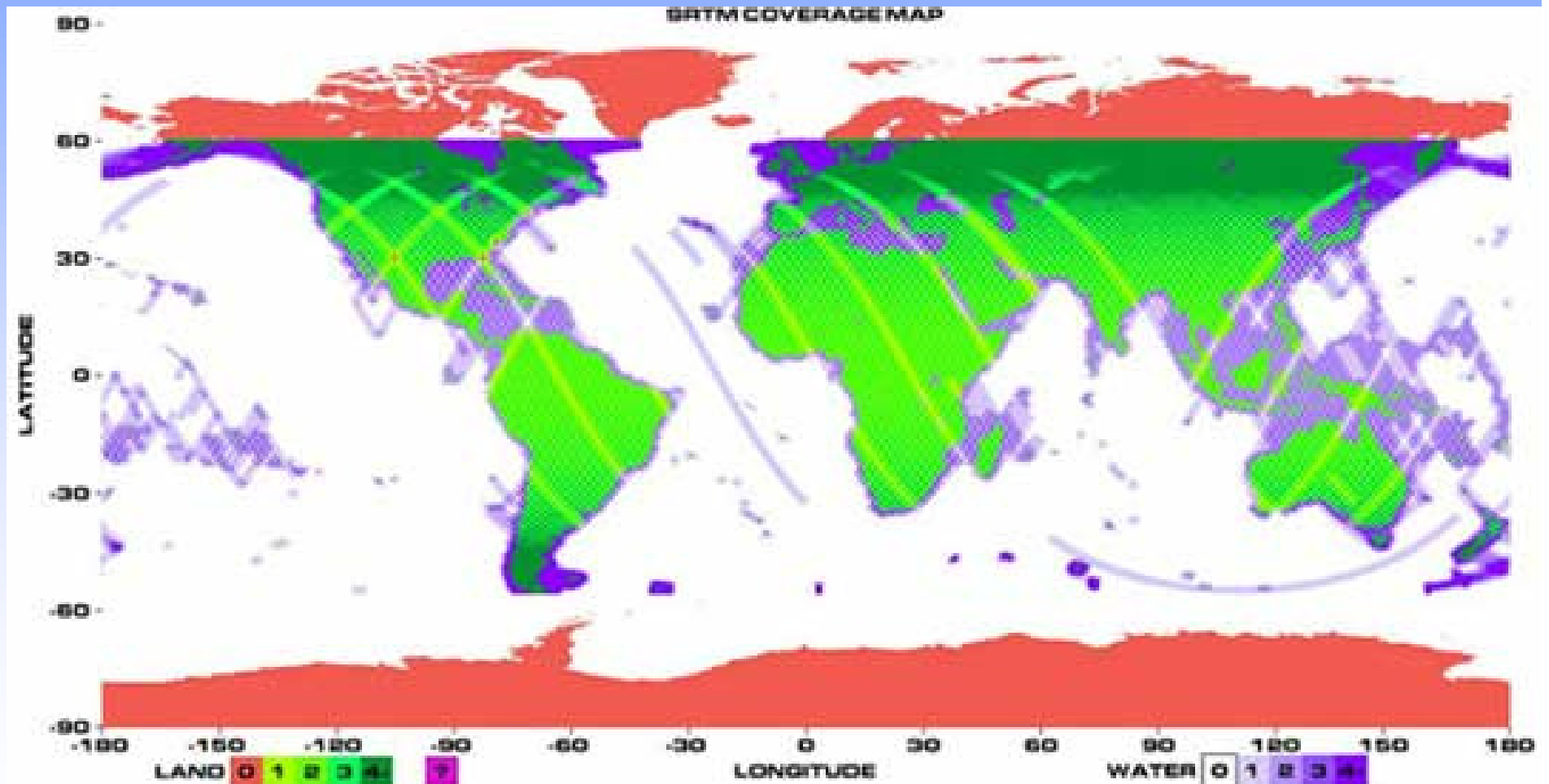
Áttörést jelent a távérzékelés tudományában és 30-szor pontosabb térképet készít a Földről, mint a mai legjobbak. Az Endeavour űrsikló az SRTM radarral 2000 febr. 11-én indult.



Az SRTM két antennája az Endeavour fedélzetéről és egy külső 60 méteres vázról vizsgálja a Föld felszínét.

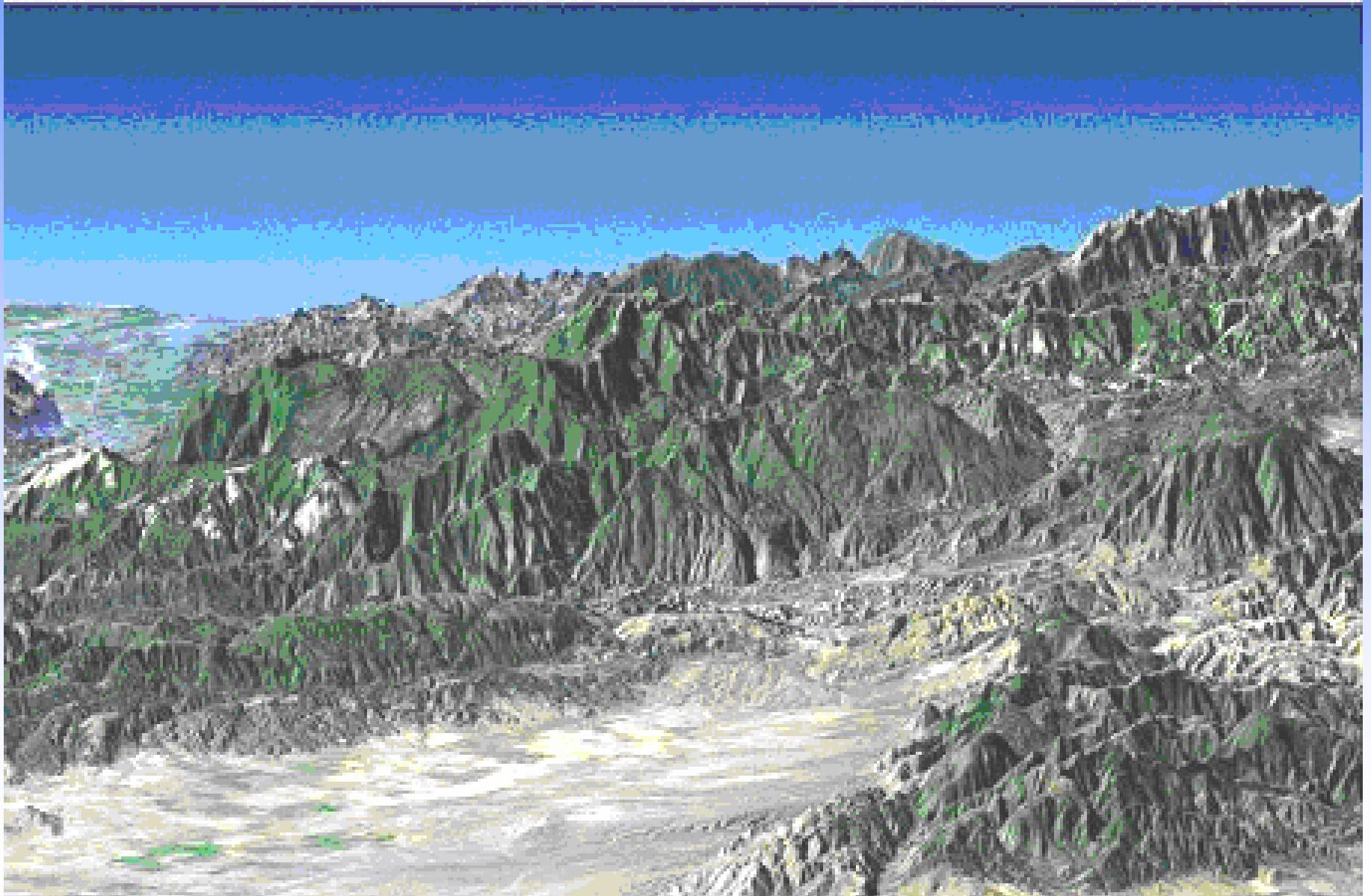
Az Endeavour által feltérképezett földfelszín

A térképezési terület az északi szélesség 60. fokától a déli szélesség 56. fokáig terjedt. A felvett adatmennyiség néhány terrabájtnyira rúg, ami mögött kb. egymilliárd mérés van.

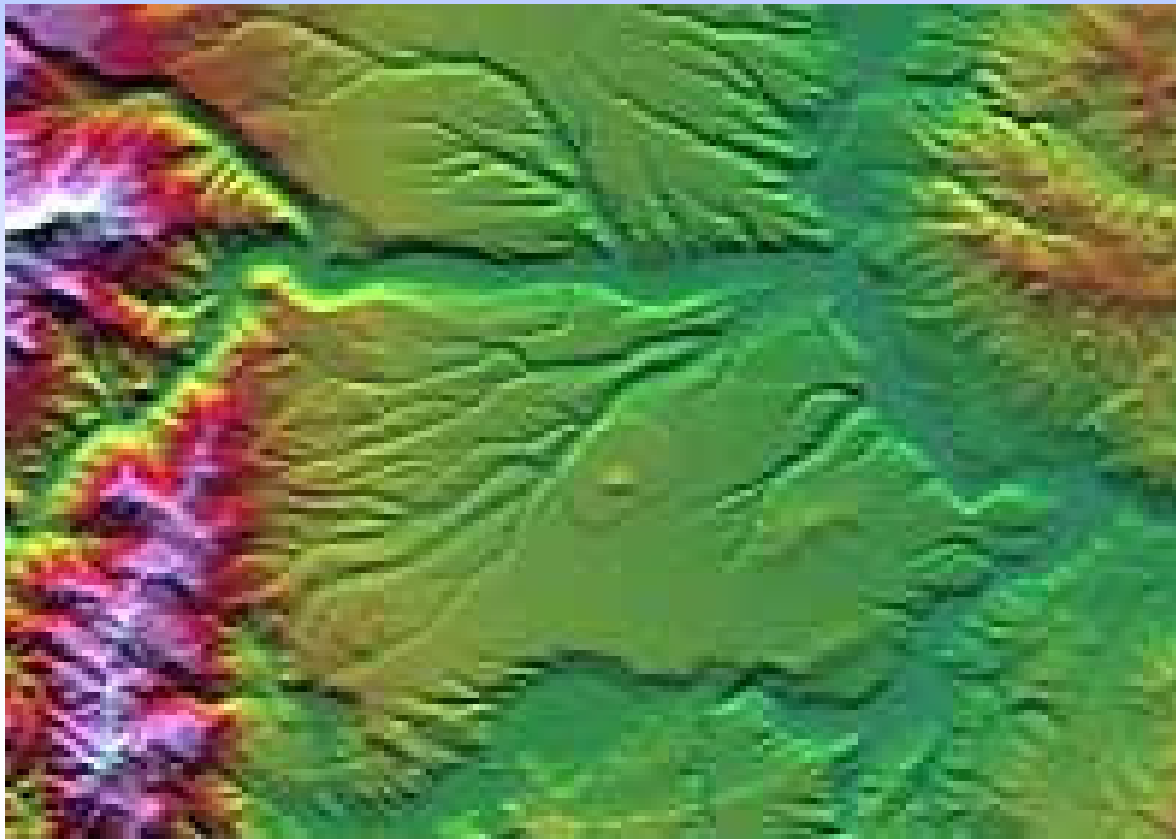


Ismétlések száma

A Mojave sivatagról készített SRTM radartérkép



A 233 km-es magasságból nyert adatokból számítógépes képképzési módszerrel készítik a térképeket. Az adatfeldolgozás éveket is igénybe vehet, de a szakemberek szerint megéri majd a várakozás: a jelenleg használt legjobb térképeknél 30-100-szor pontosabb, csaknem az egész bolygóra kiterjedő domborzati térkép kerül a kezünkbe, legalább 30 méteres felbontással.



Felhasználási területek

- árvízvédelem
- talajvédelem
- erdősítési programok
- vulkánok aktivitásának megfigyelése
- földrengéskutatás
- gleccserek mozgásának követése.

Távérzékelési felvételek hasznosítása. A nyers űrfelvételből hogyan lesz termék?

1. Geometriai korrekciók.

A digitális szenzorok esetén a műhold nagysebességű mozgása következtében a képkoordináták az idő függvényei. (Egyedi szenzornál a pálya menti és a pályára merőleges, sorszenzornál pedig csak a pálya menti képkoordináták függenek az időtől).

A műholdas felvételekben teljesen sík terep esetén is van 'magasságkülönbség' a vetületi sík és a leképezett földfelület között, ezért a földgömbület hatását is figyelembe kell venni a légifényképezésnél már megismert ortofotó készítéséhez.

Geometriai korrekciók szükségesek még a Föld forgása és különböző mechanikai hibák miatt is (lengőtükör).

A geometriai korrekciókra megfelelő számítógépes programok állnak rendelkezésre.

2. A radiometrikus korrekció fogalma.

Bármilyen szenzort is alkalmazunk a célunk az, hogy olyan számértékeket kapjunk a földfelszín minden felületelemére, amely megadja az adott területet borító (illetve alkotó) természetes és mesterséges objektumok átlagos reflexió (visszaverési) együtthatóját egy megadott hullámhosszra vagy hullámsávra.

A földfelszín felületeleme pixel formában jelenik meg a letapogatás során, melynek konkrét méretét a rendszer felbontása határozza meg.

Az átlagos jelzőre azért van szükségünk, mivel a felületelemeket nem feltétlenül homogén objektumok borítják illetve alkotják.

A detektor szélére leképezett pixelek messzebb vannak a CCD elemektől mint középre leképezett társaik ezért az atmoszféra csillapító hatása következtében azonos visszavert energia esetén is gyöngébb potenciált (amplitudót) hoznak létre.

Ezt a szabályos hatásként kell figyelembe venni a **radiometrikus kalibráláskor.**

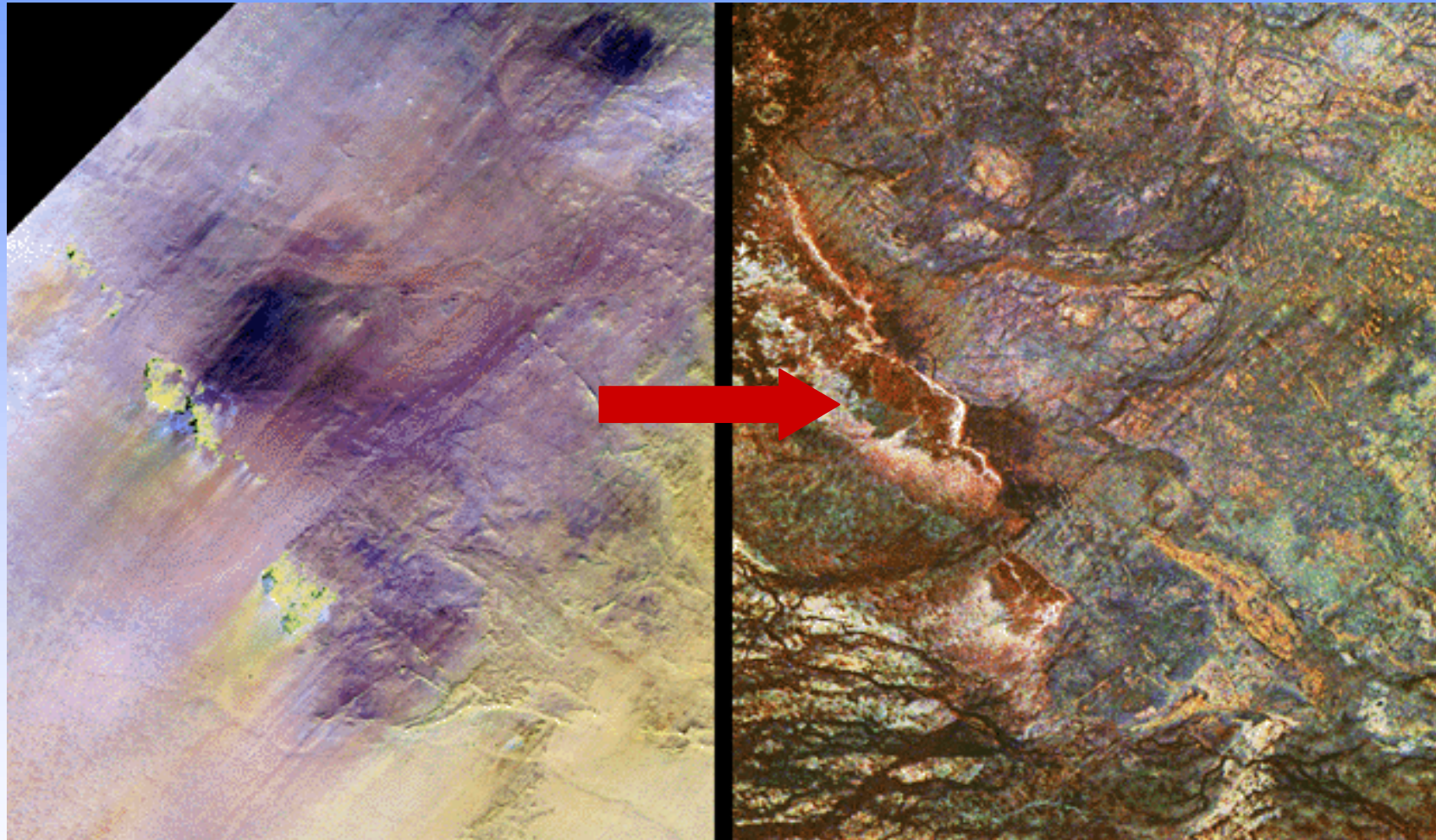
3. Térképi vetületbe történő illesztés (transzformálás).

A műholdfelvételből kivont információ általában térképi formában jelenik meg. Gyakori a más forrásból nyert információkkal történő összevetés, elemzés. Ezért szinte minden esetben elengedhetetlen a műholdkép térképi vetületbe való transzformálása.

A geometriai korrekció nem eredményez megfelelő térképi pontosságot, ezért általában illesztőpontok segítségével, majd az ezek alapján történő interpolációval kell elvégezni az adott térképi vetületbe történő illesztést.

Digitális terep modell (DTM) alkalmazásával az illesztés pontossága növelhető.

A korrekciók és a transzformáció eredménye:



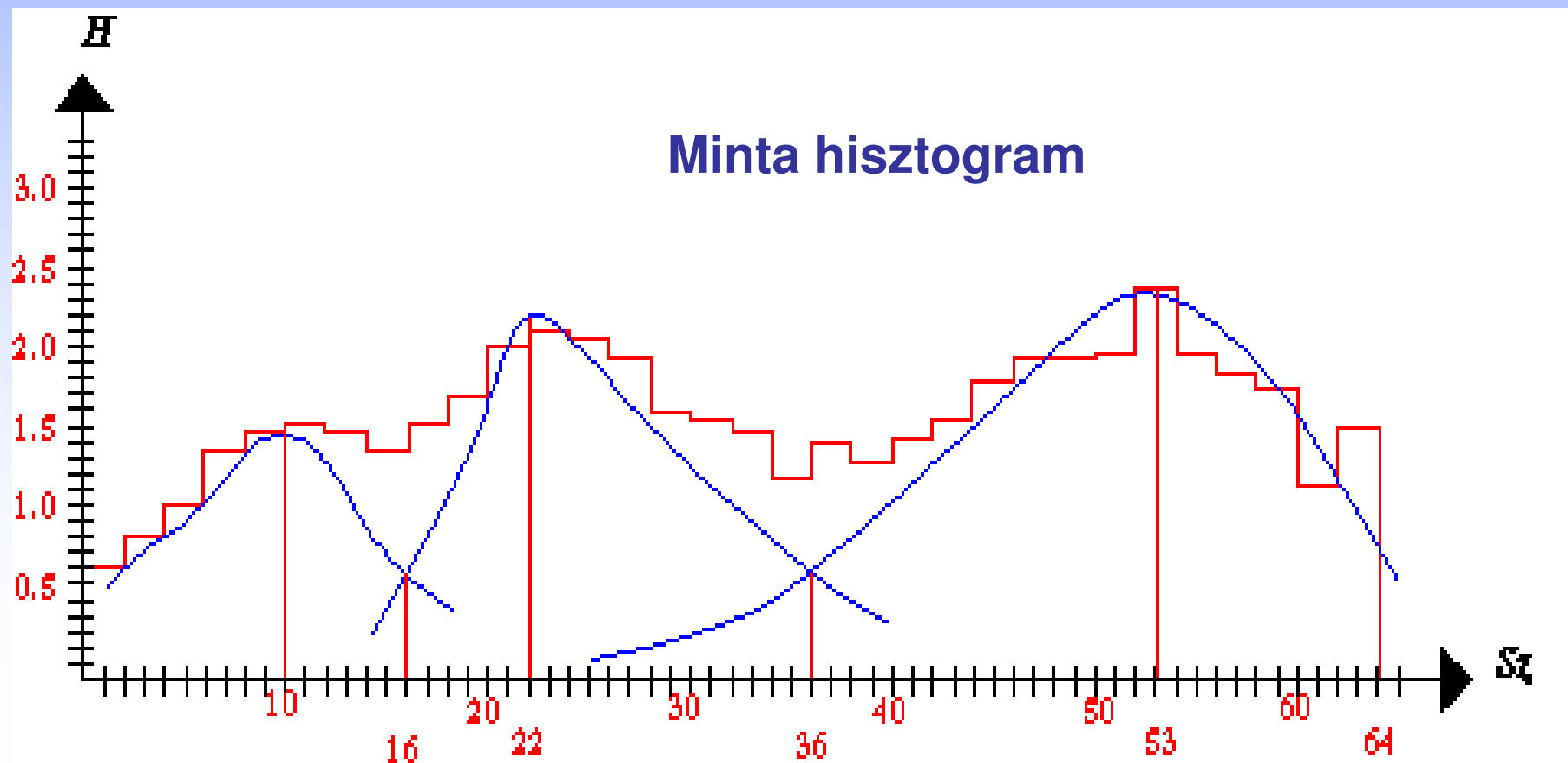
Amennyiben az osztályozást sikerül elég finoman elvégezni és emellett megfelelő természettudományos modelleket is képesek vagyunk felállítani, úgy az osztályozás és a modellek felhasználásával lehetőségünk van numerikus információt levezetni bizonyos jelenségre.

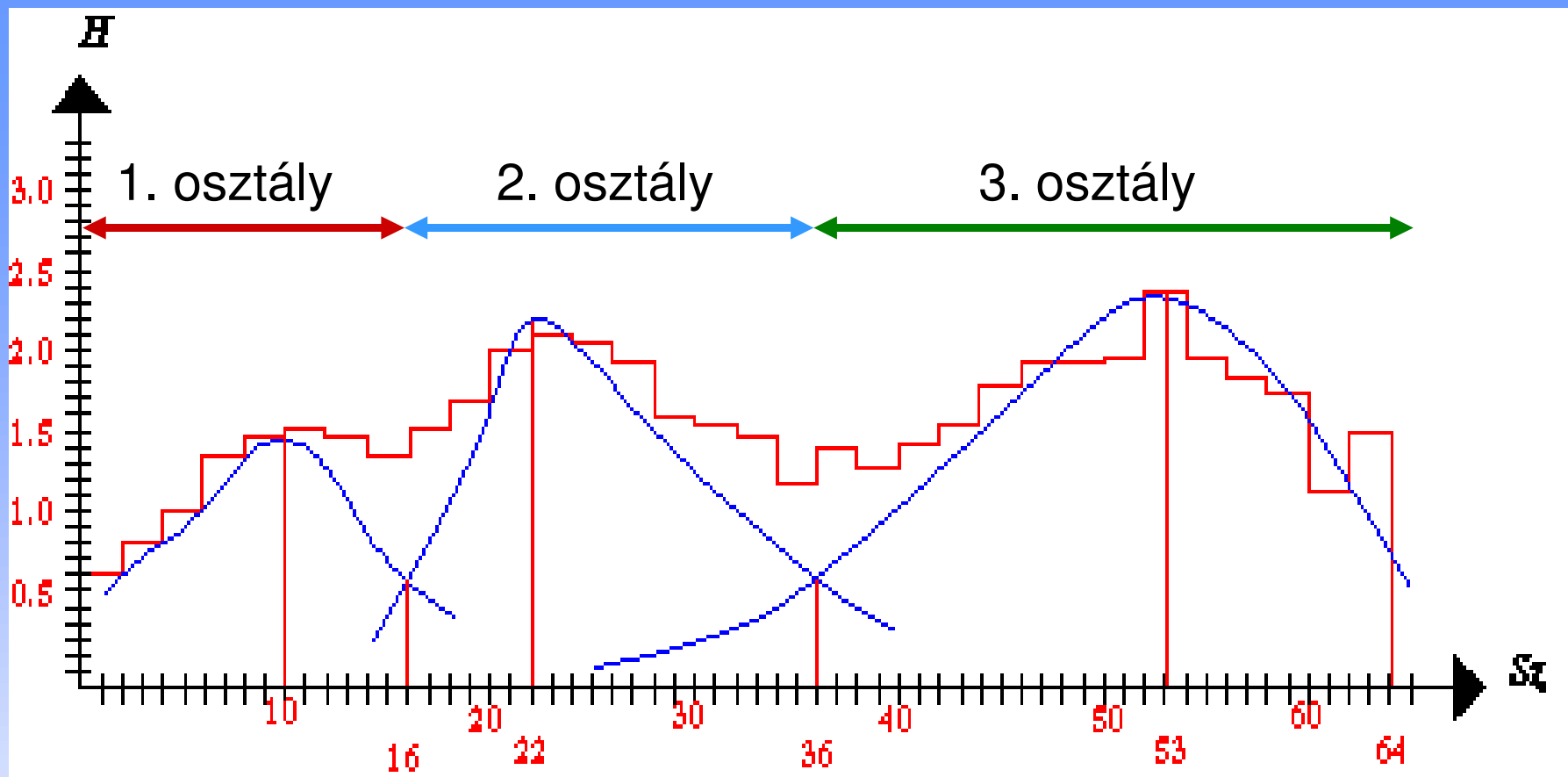
Az osztályozási eljárások alapgondolata abból a gyakorlati tapasztalatból indul ki, hogy a földfelszín különböző jellegű és borítású részletei más - más visszaverési tulajdonságokkal rendelkeznek, azaz a képeken más szürkeségi értékek tartoznak a különböző osztályokhoz.

Ha a felvétel csak egy csatornán készül, úgy az osztályozás az egydimenziós **hisztogrammal** történik.

A **hisztogram** úgy áll elő, hogy egy derékszögű koordinátarendszer x-tengelyére felrakjuk a szürkeségi értéket, y-tengelyére pedig az adott szürkeségi érték pixelenkénti darabszámát.

Egy objektum típus akkor osztályozható viszonylag egyértelműen, ha a hisztogramban az egyes osztályokhoz tartozó szürkeségi értékek olymódon válnak külön, hogy az egyes hisztogram részekre különböző paraméterű normális eloszlási sűrűségfüggvény illeszthető és e görbék összege jól közelíti az eredeti hisztogramot.





A minta hisztogramon jól látható, hogy az űrfelvételen ábrázolt objektumokat leíró pixelek három szürkeségi érték tartományba csoportosíthatók.

Mindegyik tartomány egy-egy objektum osztályt reprezentál. A tartományok közötti küszöbértékek a rész-hisztogramokat helyettesítő sűrűség függvények metszéseiből nyerhetők.

Az egyes sűrűség függvények maximumaihoz tartozó abszcissza értékek az adott osztályra jellemző szürkeségi értéket szolgáltatják.

A vázolt módszer sok határozatlanságot rejt magában.

A határozatlanságok részben csökkenthetők, ha a kép tartalmaz olyan területeket, melyekről előzetesen már biztosan tudjuk, hogy milyen osztályhoz tartoznak.

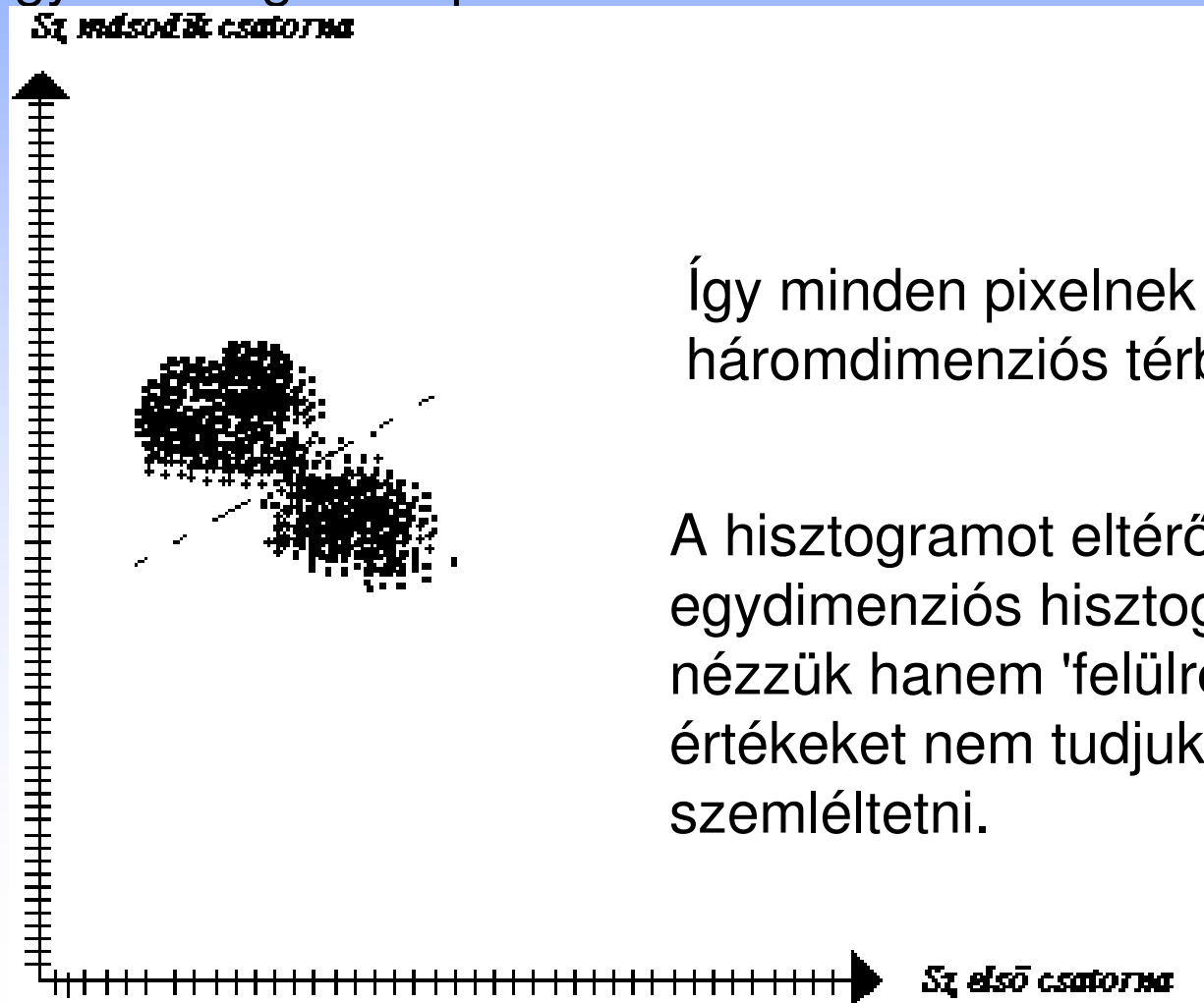
Ebben az esetben elég megadni a kérdéses terület határoló görbéjét és a legtöbb képfeldolgozó program ezen az alapon extrapolálja az osztályozást, azaz minden olyan szürkeségi értékű pixelt a kérdéses osztályba sorol mely szürkeségi értékek találhatók az adott területen belül.

A megoldás egyértelműsége azonban abban a pillanatban megszűnik, ha több ismert osztályt jelölünk ki és ugyanazok a szürkeségi értékek több osztályhoz tartozó ismert objektumban is megjelennek.

Szerencsére a távérzékelési műholdak ugyanarról a területről különböző visszaverési tulajdonságokat feltáró felvételeket készítenek (multispektrális technika).

Ha az osztályozást több csatorna alapján végezzük, úgy grafikusán is elkészíthetjük az objektumok háromdimenziós hisztogramját.

A három dimenziós hisztogramban a térbeli derékszögű koordináta rendszer az x tengelyen az első csatorna, az y tengelyen a második csatorna észleléseinek szürkeségi értékei, a z tengelyen pedig a gyakoriság szerepel.



Így minden pixelnek egy pont felel meg a háromdimenziós térben,

A hisztogramot eltérően az eddig megismert egydimenziós hisztogramtól nem 'oldalról' nézzük hanem 'felülről', ezért a gyakorisági értékeket nem tudjuk ordináták segítségével szemléltetni.

Természetesen az elmondottak végrehajtására a raszteres térinformatikai rendszerek, mint az **IDRISI**, vagy az **ERDAS** fel vannak készítve.

A hagyományos multispektrális osztályozási eljárások igen sikeresek nagy területi kiterjedéssel rendelkező felszínrészek (pl. erdők, mezőgazdasági táblák, vízfelszínek stb.) interpretálásában.

A távérzékelés felhasználási területei:

- Meteorológia
 - Időjárás előrejelzés
 - Globális változások
 - Klíma megfigyelés
- Hidrológia
 - Agrohidrológia
 - Vízmérleg készítés
 - Energiamérleg készítés
- Talajtan
 - Földértékelés
 - Talajtérképezés
- Természetvédelem
 - Vegetáció térképezés
 - Monitoring
 - Vegetáció állapotbecslés
- Erdőgazdálkodás
 - Erdőtérképezés
 - Erdőnyilvántartás
 - Erdősítés/Újraerdősítés
 - Erdőtűz észlelés
- Környezeti erőforrások
 - Hatásvizsgálat (szennyezés)
- Környezet- és tájgazdálkodás
 - Területhasználat tervezés
 - Földhasználat tervezés
 - Erózióbecslés
 - Vízgazdálkodás
- Geodézia
 - DTM (Digital Terrain Modell)
 - Térbeli adatmodellek, GIS