

Mucsi László

Műholdfelvételek feldolgozásának elmélete és gyakorlata

Olvasólecke

	<u>Feladat időtartama:</u> 90 perc	<u>Téma:</u> Műholdfelvételek vizuális interpretációja
--	---------------------------------------	---

Műholdfelvételek vizuális interpretációja

Látni, érteni, értelmezni

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Tartalomjegyzék

A műholdfelvétel vizuális interpretációja során a következő képi tulajdonságokból nyerhetünk a területre vonatkozó új térbeli információkat:

1. Alak (shape)
2. Méret (size)
3. Szín (color)
4. Színmélység, tónus (tone)
5. Textúra (texture)
6. Mintázat (pattern)
7. Árnyék (shadow) – Magasság, mélység (height, depth)
8. Helyzet (situation)
9. Elhelyezkedés (Site)
10. Kapcsolat (association)

Ebben az oktatási anyagban megismerkedhet az olvasó a műholdfelvételek vizuális interpretációjának lépéseivel. Az interpretáció, értő műholdfelvétel olvasás a térképolvasáshoz hasonlóan gyakorlást igényel.

Közepes, nagy térbeli felbontású űrfelvételek letölthetők az

- ESA [Sentinel Hub](#)¹,
- USGS [Earth Explorer](#),²
- NASA [Earth Data](#)³ oldalairól.

A megjelenítéshez használható az ESA [SNAP](#)⁴ programja.

¹ <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

² <https://earthexplorer.usgs.gov/>

³ <https://search.earthdata.nasa.gov/search>

⁴ <https://step.esa.int/main/download/snap-download/>

Mit látunk egy műholdfelvételen?

A műholdfelvételeken leggyakrabban a Nap által kisugárzott és földfelszín meghatározott nagyságú területe által visszavert elektromágneses sugárzás mértéke jelenik meg vizuálisan. Az analóg jel digitális átalakítása során a területet reprezentáló képelemhez, pixelhez egy szám kapcsolódik, ez a **pixelérték**. A felvétel atmoszférikus és radiometrikus korrekciója után a pixelértékből **felszíni reflektanciérték**et kapunk, amely kifejezi, hogy a Napból az adott hullámhossztartományban érkező elektromágneses sugárzás mekkora hányada verődik vissza a területről. A reflektancia érték 0 és 1 közé eső szám.

Egy pixel által reprezentált terület nagysága a műholdfelvétel **geometriai felbontása**. Ha egy pixelen belül egy homogén objektum van, akkor a pixelérték ennek az objektumnak a reflektancia tulajdonságát fejezi ki. Amennyiben egy földfelszíni objektum kisebb, mint a geometriai felbontás, egy pixelen belül van teljes egészében, akkor a pixelérték a spektrálisan vegyes terület reflektanciáját adja meg. A **spektrálisan vegyes képelemek** esetében nem tudható, hogy a pixel által reprezentált területen belül milyen térbeli eloszlásúak a területet lefedő, különböző spektrális tulajdonsággal rendelkező objektumok.

A távérzékelés során nyert adat, először információvá, majd térbeli információvá válik. A térbeli információ (a pixelhez, mint térbeli objektumhoz rendelt pixelérték) feldolgozható manuálisan és digitális módszerekkel. A manuális feldolgozást vizuális interpretációnak nevezzük, míg a digitális feldolgozásnak nagyon változatos módszerei vannak (pl. osztályozás, mozaikolás, szegmentáció, stb.). Az interpretáció hasonlít a **térképolvasáshoz**, és számos olyan információt is megtudhatunk ezzel az egyszerű módszerrel, amelynek kinyeréséhez nem szükségesek kvantitatív elemző módszerek.

A műholdfelvételek egy-egy sávját megjeleníthetjük **szürkeárnyaltos** (grey scale) képen, míg a multi- és a hiperspektrális szenzorok által készített űrfelvételeket RGB **színes kompozíciók** formájában jelenítjük meg. A szürkeárnyaltos és a színes megjelenítés is a manuális interpretáció alapja a vizuális foltfelismerés. A felismert objektumokat gyakran **kézi digitalizálással** határoljuk le, létrehozva a vektoros fedvényben a határoló alakzatot, ami legtöbbször egy poligon. A poligonhoz szakadatok (attributum, leíró adat) rendelhetők az adatbázisban.

Hátránya, hogy a poligonok rajzolása fáradságos, időigényes feladat, a pontossága jelentős mértékben függ a digitalizálást végző személy gyakorlottságától, űrfelvétel értelmezési képességétől.

Előnye, hogy nem szükséges hozzá geoinformatikai, képfeldolgozó szoftveres ismeret, elegendő az űrfelvétel megjelenítése, ill. egyszerű manupulációja (nagyítás, kicsinyítés, hisztogram funkciók, mérések).

I. Alak

Az objektum formája, alakja azért ismerhető fel, mert a folton (az objektumon) belül homogén, egymáshoz hasonló szomszédos képelemek vannak. Az alak határa annál élesebb, minél jobb az űrfelvétel geometriai felbontása. A határon lévő képelemek legtöbbször spektrálisan vegyes képelemek.

Az képelemekből csak bizonyos méretarány mellett ismerhető fel az objektum alakja.

A határvonal lehet:

- **lineáris, vonalas** – antropogén eredetre utal (pl. autópálya, mezőgazdasági tábla, városi objektumok, épületek, utcák, szabályozott folyó- v. partszakasz, stb.)



1. ábra Sentinel 2 műholdfelvétel 843 (NIR,R,G) RGB hamis színes kompozíció

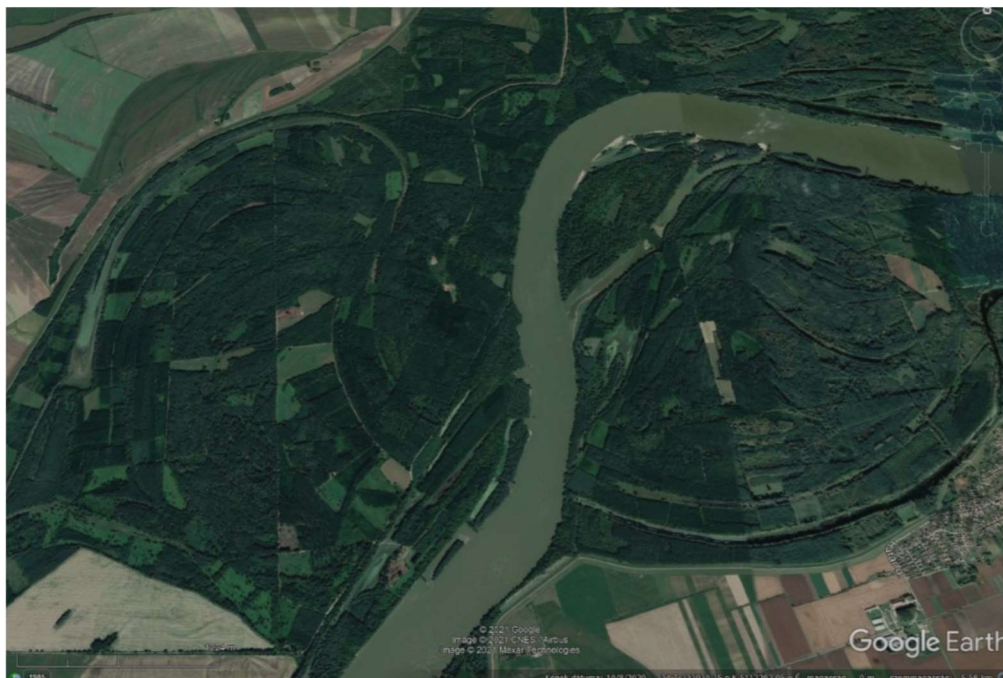
A határoló alakzat (poligon) gyakran téglalap (épület), háromszög, négyszög (mezőgazdasági tábla)



2 .ábra Szeged Ny-i része, iparterület, stadion, Geoogle Earth valódi színes kompozíción.
Épületek, utcák egyenes vonalú formák

- **szabálytalan – természetes alakzatok** (erdő, gyep, tengerpart)

A határoló alakzat sokszög poligon, random jellegű, pl. egy fa lombkoronája.

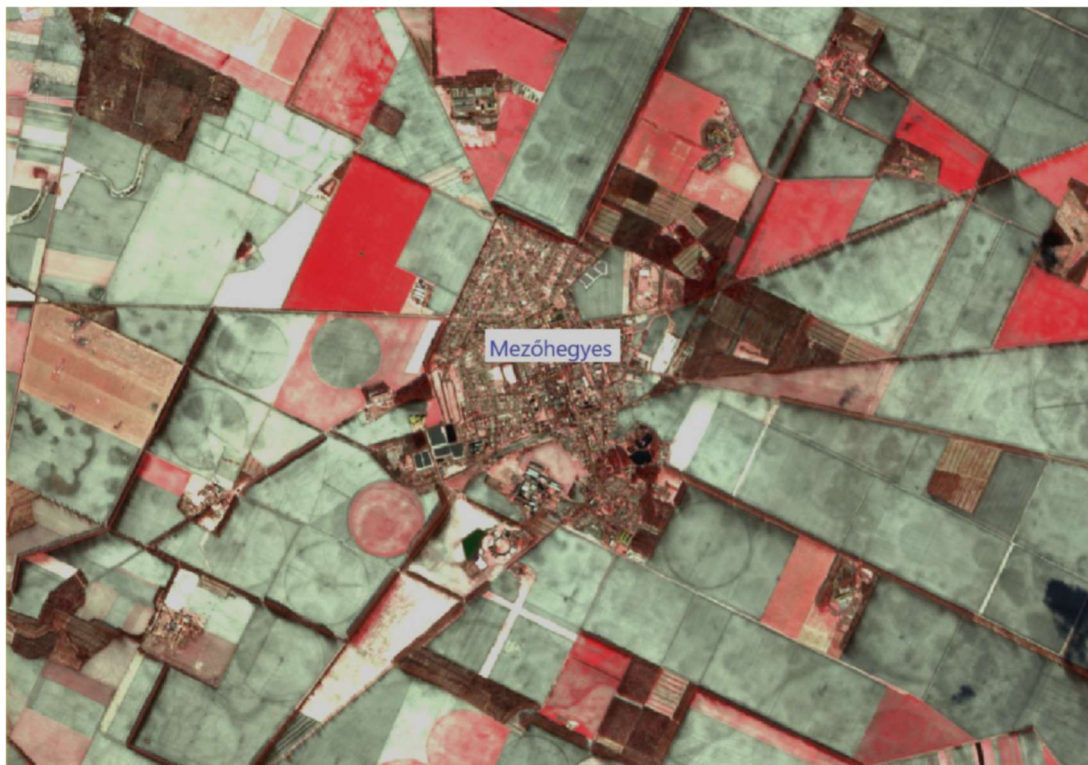


3 .ábra Kádár-sziget a Duna folyón Bajától D-re. Szabálytalan alakú formák Geoogle Earth
valódi színes kompozíción

Az alakból gyakran tudunk az objektum funkciójára is következtetni, pl. sportlétesítmény, uszoda, vagy magát a jelenséget, morfológiai egységet is meg tudjuk határozni.



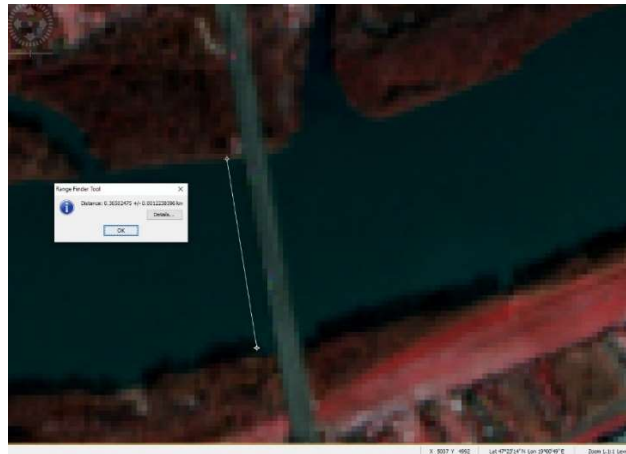
4 .ábra Labdarugó pályák a Google Earth valódi színes kompozíción



5 .ábra Agrár táj Sentinel 2 műholdfelvétel 843 (NIR,R,G) RGB hamis színes kompozíción

2. Méret

Az objektum méretén azt a területet értjük, amelyet az elfoglal a műholdfelvételen, ill. a valóságban. Az űrfelvételen a nagyítás, kicsinyítés funkciók használatával az objektum felismerése után megfelelő nagyítással a foltot alkotó pixelek is felismerhetők, megszámlálhatók. Így a geometriai felbontás ismeretében az alakzat abszolút mérete megadható, pl. épület mekkora alapterületű vagy milyen hosszú a meder felett a híd.



6 .ábra A meder szélességének meghatározása méréssel Sentinel 2 műholdfelvétel 843 (NIR,R,G) RGB hamis színes kompozíció

Másik, közeli objektumhoz hasonlítva meghatározható két objektum relatív mérete, kisebb, nagyobb épületek egymás mellett, vagy mezőgazdasági táblák egymáshoz viszonyított mérete.



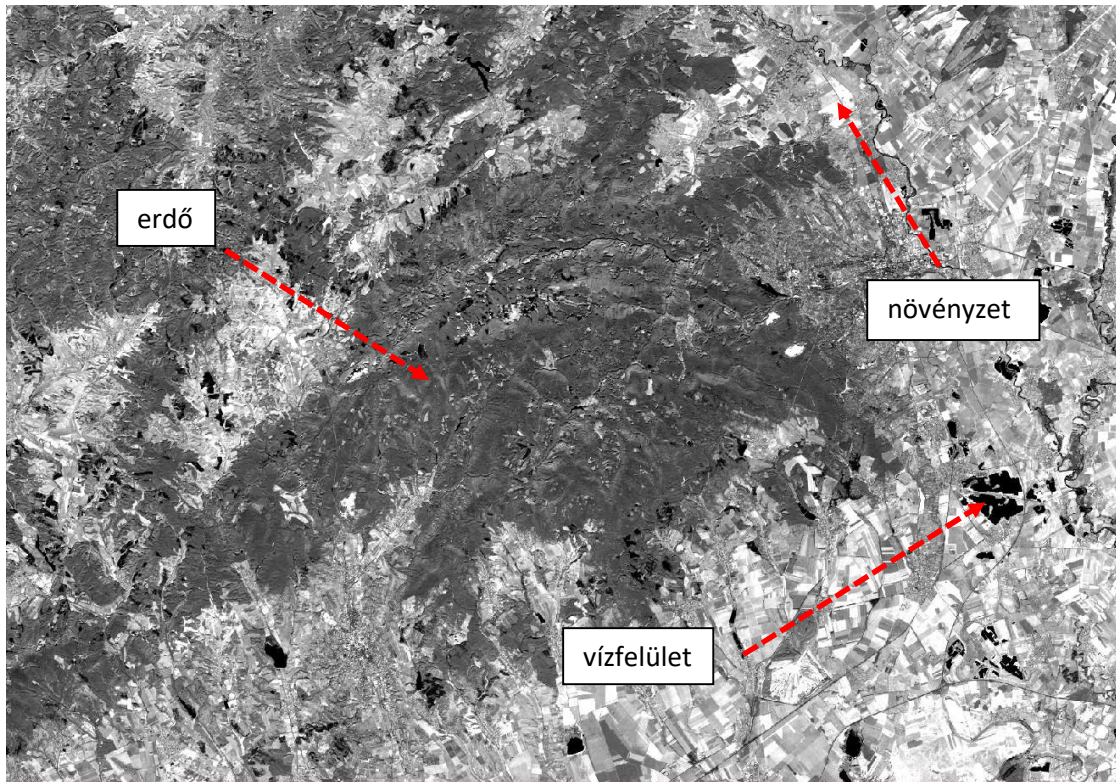
7 .ábra Különböző méretű füves sportpályák Google Earth valódi színes kompozíció. A felül látható bevásárlóközpont mérete hasonló a nagyobb sportpálya méretéhez.

A méretből lehet következtetni a funkcióra pl. nagyobb épület lehet raktár, bevásárló központ, sportlétesítmény. A mezőgazdasági tábla mérete is információul szolgálhat művelés vagy a termesztett növényfajtaival kapcsolatban.

3. Szín

Az egymáshoz hasonló spektrális tulajdonságú területeket reprezentáló képelemek hasonló színűek szürkeárnyaltos vagy 3 sávos színes képen.

Szürke skálán a fekete szín alacsony, a fehér szín a magas reflektanciájú felszínekhez kapcsolódik.

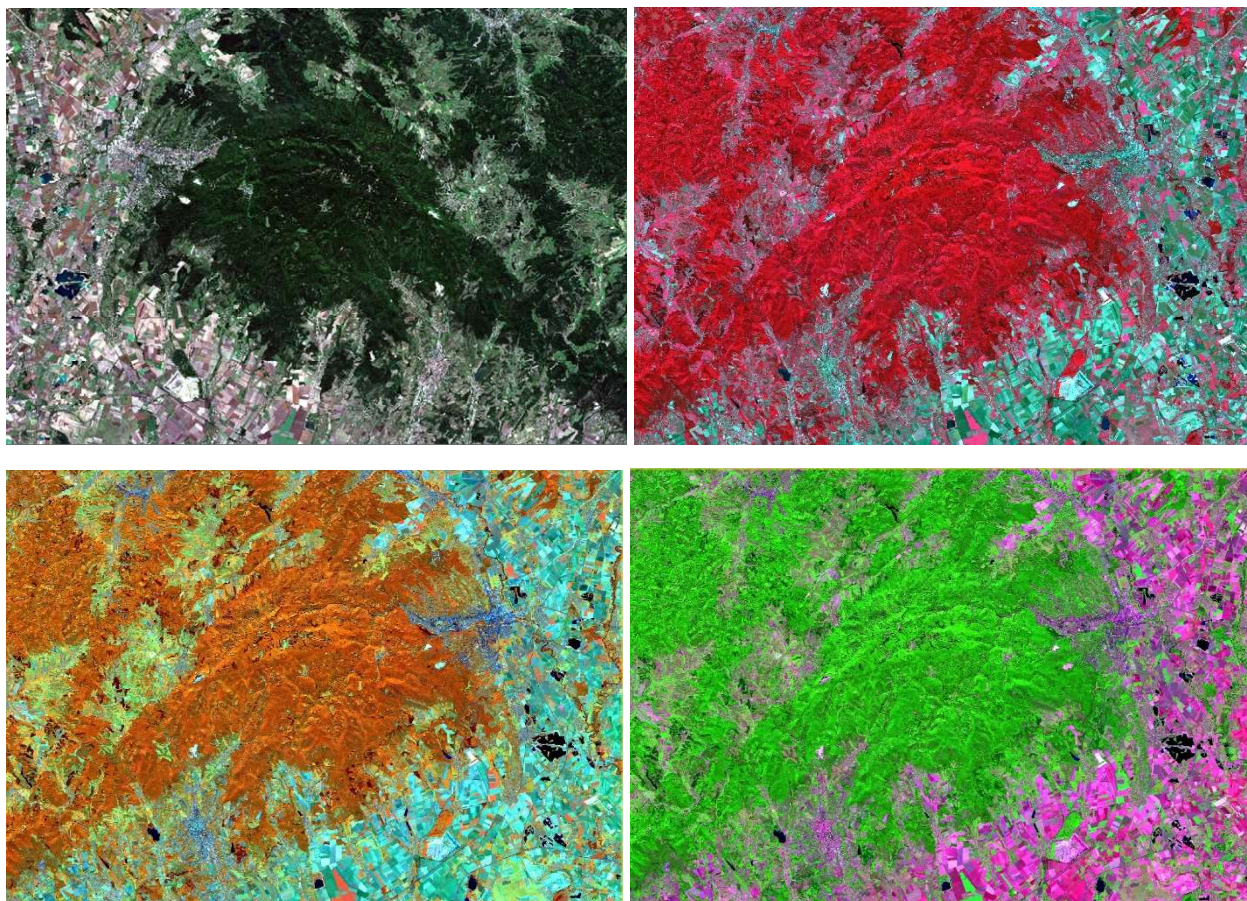


8. ábra A Bükk-hegység közepes-infravörös sávban 2019.09.22 (Sentinel 2 B11 sáv). Világos színűek növényzet mg-i területen, sötét szürke erdők, fekete színűek vízfelületek

A multispektrális szenzorok sávjaiból alkotott képeket színes kompozíciónak nevezzük.

A vörös, a zöld és a kék színek keveréséből előálló szín a pixelérték és a szín között meghatározható színhozzárendelési szabály szerint jön létre. A színhozzárendelés során figyelembe vesszük a pixelértékek sávon belüli gyakorisági eloszlását, és a hisztogram alakjához igazíthatjuk a színhozzárendelés függvényét (pl. lineáris színhozzárendelés, hisztogram kiegyenlítés, stb.)

A **valós színes kompozíció**knál az RGB színhozzárendelés a vörös, zöld és a kék reflektancia értékeket tartalmazó sávok alapján jön létre. A Landsat 4-5 TM 321 kombináció, Landsat 8 OLI 432, Sentinel 2A,2B MSI 432 RGB kombinációk valódi színes (true color) kombinációk. **Valódi színes kombinációkban a zöld szín a vegetációt, a barna a talajfelszínt, a fehér szín lehet hó, vagy erősen reflektáló mesterséges felület, a kék szín a tiszta vízfelület.**



9. ábra A Bükk-hegység valós és hamis színes kompozíció (Sentinel 2 B, 2019.09.22). Balra fenn valós színes kompozíció, jobbra fenn 8,4,3 (RGB), balra lenn 8,11,4 és jobbra lenn 12, 8, 4 (RGB) hamis színes kompozíciók. Világos színűek növényzet mg-i területen, sötét szürke erdők, fekete színűek vízfelületek

Olyan sávkombinációban, melyben egy vagy több a nem látható fény tartományába tartozó sáv szerepel, a színek a megjelenítést szolgálják, és értelemszerűen nem valós, hanem hamis színek. Ezért ezeket a sávkombinációkat hamis színes (false color) kompozícióknak nevezzük. Gyakran használt kombináció a NIR, R, G (RGB) sávok kombinációja, melyben a vörös színű a vegetáció, kék színű a víz, zöld a talaj, világos kék a mesterséges felületek jelentős része. A NIR, MIR, R (RGB) kombináció nagyon sok színt tartalmazhat a felszínborítás változatossága alapján. Ebben a sávkombinációban sárga, barna színű a növényzet.

4. Színmélység, tónus

A színmélység, a tónus térbeli változása segít megkülönböztetni az azonos felszínborítású területeket az eltérő fizikai tulajdonság alapján, pl. száraz és nedves talajfelszíneket, sűrű és ritka levélborítottságú, egészséges és kevésbé egészséges növényzetet, alacsony és magas albedójú mesterséges felületeket.

A színmélység különbségei hozzájárulnak az alak, a textúra és a mintázat felismeréséhez, értelmezéséhez.

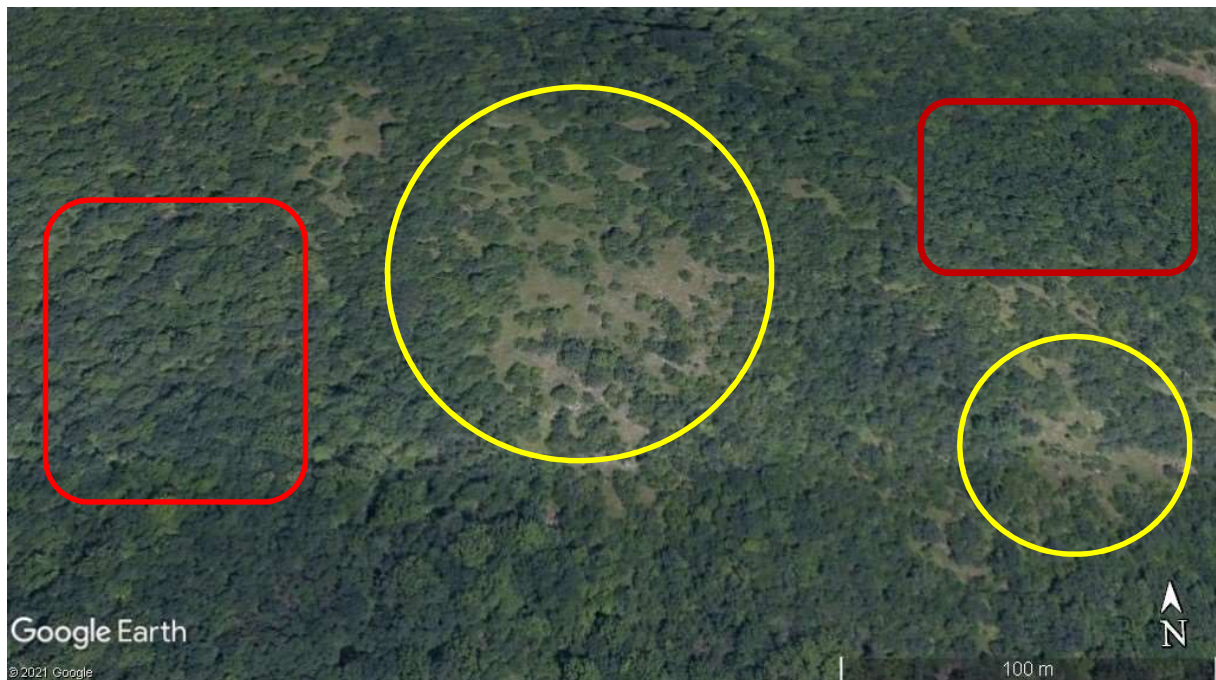
A víz infravörös elnyelése miatt a nedvesebb talaj mélyebb színárnyalatú azokban a hamis színes kombinációkban, melyek egy vagy több infravörös sávot tartalmaznak.



10. ábra Eltérő színmélységű területek Sentinel 2 műholdfelvétel 843 (NIR,R,G) RGB hamis színes kompozíción. Az „A” jelű táblán belül a mélyebb árnyalatú területek nedves talajfelszínt mutatnak (a nagyobb infravörös elnyelés miatt), a „b” jelű táblán az élénkebb vörös szín intenzívebb növekedésű növényre utal (magasabb infravörös reflektancia), míg a táblán belüli mélyebb árnyalatú részek a magas talajvízszint miatt gyengébben fejlődő növényzetre utalnak.

5. Textúra

A textúra a szín, a színmélység térbeli változékonyságaként értelmezhető. Durva textúrájú képeken egymás mellett sűrű elhelyezkedésben foltokat láthatunk. Nagy térbeli felbontású képeken pl. bokros területek, vegyes elegyes erdők, egyenetlen kelésű táblán belül a növényzet durva textúrát eredményez. A reflektancia nagy térbeli változékonysága inhomogén foltokat eredményez.



11.ábra Erdőrészlet nagy felbontású űrfelvételen valós színes kompozíció. Durva textúrájú területek (sárga körökkel kiemelve) tisztás, bokros rész az erdőn belül, míg finom textúrájú részek (piros téglalapok) zárt lombkoronájú lombhullató elegyes erdő.

Finom textúrájú területeken kicsi a tónus változékonysága. Egy táblán belül egyenletesen kikelt és növekedő növényzet finom textúrájú. A mesterséges anyagokkal (pl. beton, aszfalt) fedett felszínek is finom textúrát eredményezhetnek.

Az azonos tónusú, finom textúrájú területek vizuális felismerése azt jelenti, hogy a homogén foltok belül azonos reflektancia-tulajdonságú területek vannak.

A finom és durva textúrájú területek azonos anyagok jelenléte mellett is megjelenhetnek egy képen, pl. hullámos nyílt vízfelület és nyugodt víztükör hullámtörő gátak mögötti védett vízfelszíneknél.

6. Mintázat

A távérzékelt képeken az objektumok szabályos térbeli elhelyezkedése, rendezettsége mintázatot eredményez. A mintázat megjelenése a textúra, a tónus térbeli ismétlődéseként is értelmezhető.

Mintázat kialakulásához vezet pl. ha egy utcában hasonló méretű házak vannak, telepített erdőben sorban vannak a fák, a sorban elvetett kukorica egyenletesen kelt ki, stb.



12.ábra Felső sorban: balra mezőgazdasági művelés, táblák, jobbra táblán belüli mintázat, fasor
Középen balra sűrűbb beépítésű családi házas terület, jobbra ritkább beépítésű családi házas terület

Alul balra magassági övezetek mintázata a Kilimandzsarón, jobbra hosszanti dűnék a Szaharában valódi színes kompozíciókon

7. Árnyék, magasság, mélység

Az felszínből kiemelkedő objektumok árnyékot vetnek. Az árnyék hossza az objektum magasságától és a napsugarak beesési szögétől függ. Szélesebb homlokzatú, magas épületek árnyéka nagy területe vetül.

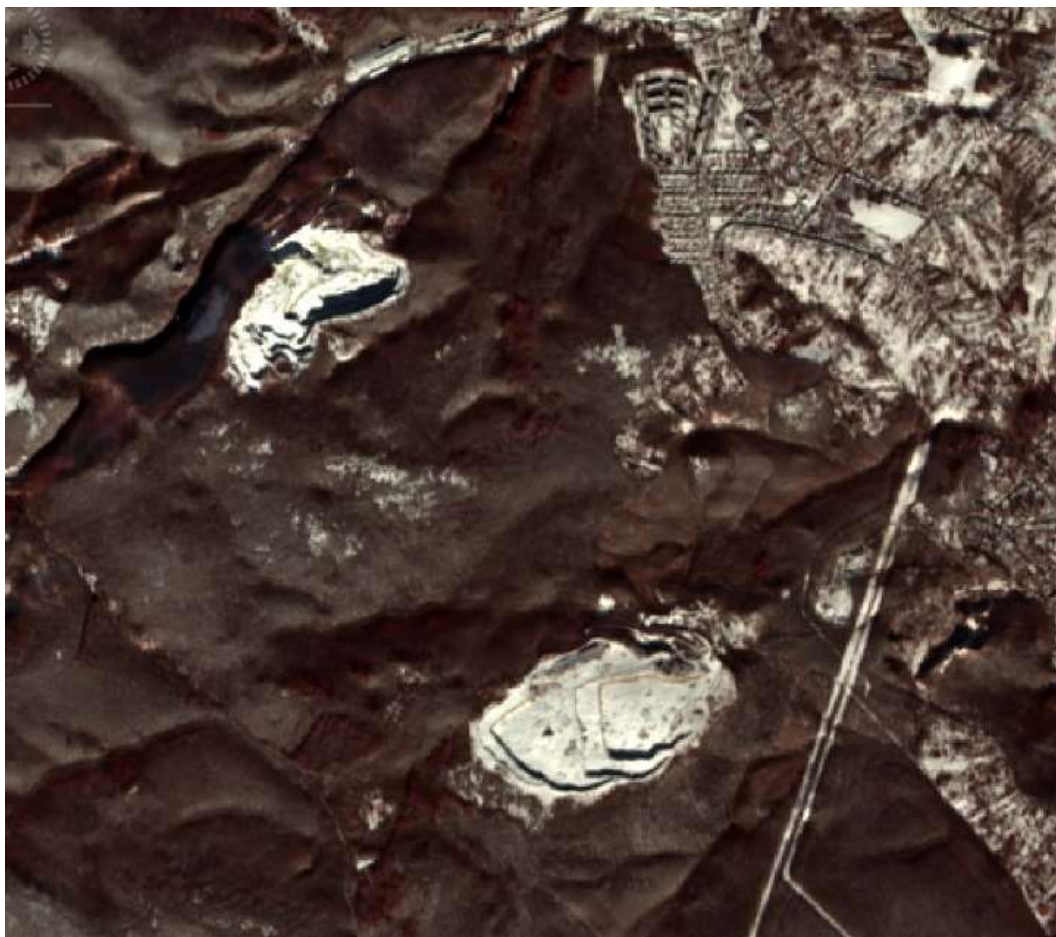
Az árnyékolt terület alakjából következtethetünk az objektum profiljának alakjára. Az árnyékolt területek ugyanakkor nehezítik az interpretációt, mert árnyékban lévő felszínekről kevés spektrális információt lehet kinyerni. Az árnyékolt terület sötét színűek, mély tónusúak.



13. ábra. Szálloda alakja az árnyékon űrfelvételen és 3D modellje (Dubai) valós színes kompozíción

Az árnyék hossza egyszerűen meghatározható az árnyékolt pixelek megszámlálásával és a geometria felbontás ismeretében. Az űrfelvételek metaadatai között megtalálható a napsugárzás felvételezés időpontjában mért beesési szögének értéke. Így az árnyékot vető objektum, pl. több emeletes lakóépület magassága kiszámítható az árnyék hosszának és a beesési szög tangensének szorzataként (A legpontosabb értéket a műhold által lefedett sáv középvonalában (nadírban) elhelyezkedő épületekre kapjuk).

A változatos domborzatú területeken (mély völgyekkel szabdaltsági, hegyvidéki felszíneken) a lejtők kitettsége és lejtőszöge alapján árnyékos és erősen reflektáló felszínek jelennek meg a műholdfelvételen. Első ránézésre nehéz megkülönböztetni egy völgyet egy hegygerinctől, de a napsugarak irányának (azimut) meghatározása és egyéb, kapcsolódó formák, pl. folyók, tavak alapján a pozitív és a negatív formák már könnyen megkülönböztethetők vizuálisan is.



14. ábra Kőbányák Miskolctól Ny-ra a Bükkben, negatív formák Nyári-téli felvétel, fák árnyéka a Tisza-parton.

8. Helyzet, állapot

Egy műholdfelvételen az azonos mintázatú, funkciójú, területhasználatú területek, elsősorban a városi területek eltérő **helyzetűek**, állapotúak lehetnek, ha körzetek kialakítása **különböző időben történt**. Pl. egy 10 évvel ezelőtt épített lakóparkban az ültetett fák, megerősödhetnek, lombozatuk jelentős kiterjedésű lehet, míg egy 1-2 éve befejezett lakópark esetében a zöldfelszínnek sokkal kisebb arányban vannak jelen, döntően a mesterséges felületek magas reflektanciája határozza meg a pixelértékeket. Jellemzően az új építkezések területe élénkebb színűek, világosabb tónusúak, mint a régebben befejezett építkezések. Példaként lehet mutatni az 1980-as évek közepén készült Landsat 5 TM felvételeken a szegedi Tarján lakótelep (régebbi) és a Északi városrész lakótelepét (újabb). Előbbinél más a fás vegetáció nagyobb arányban borítja a felszínt, míg utóbbinál inkább a füves, bokros vegetáció a hangsúlyosabb.



15.ábra Szegedi lakópark 2007-ben és 2020-ban

9. Elhelyezkedés

Az **elhelyezkedés** egy objektum környezetéhez viszonyított pozíciójaként értelmezhető. Egy nagyobb épület mezőgazdasági környezetben, pl. gyümölcsösben lehet hűtőház, vagy feldolgozóüzem, míg városi környezetben áruház, iskola, tornacsarnok, stb. Egy nagy felbontású űrfelvételen is felismerhetők egyes fafajok egyedei a lombzat alakja és színe alapján. A fa lehet az elhelyezkedés alapján fa egyedül álló, egy fasor része, vagy állhat a fa egy facsoportban, ill. erdőben.



16. ábra Derecske, hűtőház alma ültetvény

10. Kapcsolat

Vannak olyan objektumok, melyek térben kapcsolódnak (közel vannak) egymáshoz és így együttesen határozzák meg egy terület funkcióját. A funkcionálisan összetartozó objektumcsoportban, ha az objektumok döntő többségét felismerjük, akkor nagy valószínűséggel megtalálhatjuk a közelben a hiányzó objektumot és meghatározhatjuk annak funkcióját a kapcsolat alapján. Ha egy belterületi út mellett nagyobb, betonnal vagy aszfalttal fedett terület található, ahol autók állnak, feltételezhető, hogy az egy parkoló, így kell lennie egy épületnek, ahová az autóval utazók bemennek. Vagyis az épület funkciója lehet bevásárlóközpont, sportcsarnok, színház, stb.

A 17.ábrán felismerhető egy vízfelület, mellette kisebb medencék, valamint egy 2 sávos út, parkoló, épületek. A parkoló melletti épület egy halászcserda, a földrajzi koordináták alapján azonosítható a Fehértói Halászcserda Szegedtől ÉNY-ra a régi 5-ös főút mentén.



17. ábra Fehértói Halászcserda

Összefoglalás, kérdések

A vizuális interpretáció fenti elemzési lépésein keresztül olyan területről is sok információt gyűjthetünk, ahol még eddig nem jártunk.

Ebben a leckében megismerkedtek a vizuális interpretáció lépéseivel. A bemutatott szempontok önállóan, vagy többet kiválasztva is hasznosíthatók a műholdfelvételek kiértékelése során.

Jelen tananyag a Szegedi
Tudományegyetemen
készült az Európai Unió
támogatásával.
Projekt azonosító: EFOP-
3.4.3-16-2016-00014

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE