

# **Fotointerpretáció és távérzékelés 4.**

## **A távérzékelte felvételek kiértékelése**

**Verőné Wojtaszek , Malgorzata**

---

# **Fotointerpretáció és távérzékelés 4. : A távérzékelte felvételek kiértékelése**

Verőné Wojtaszek , Malgorzata

Lektor : Büttner , György

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

v 1.0

Publication date 2010

Szerzői jog © 2010 Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

## **Kivonat**

A távérzékelés fogalmába nemcsak az adatgyűjtés, de az adatok kiértékelése is beletartozik. A modul azokat az alapszereket, eljárásokat mutatja be, amelyek a képtartalomtól a tematikus információ kinyerése és az eredmények többnyire tematikus térkép formában történő megjelenítése céljából alkalmazhatók. A képiértékelésre vonatkozó általános ismeretek összefoglalása mellett hangsúlyt fektetünk a vizuális interpretáció folyamatára, az interpretációs elemekre és a tematikus adatok kinyerése során alkalmazott technikákra. A tárgyalt eljárások elméletét gyakorlati példákon mutatjuk be. A képelemzés során fellépő problémákkal és azok megoldási lehetőségeivel is foglalkozunk.

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

---

# Tartalom

4. A távérzékelt felvételek kiértékelése .....	1
1. 4.1 Bevezetés .....	1
2. 4.2 A távérzékelt adatok kiértékelése .....	1
2.1. 4.2.1 Vizuális interpretáció .....	2
3. 4.3 Összefoglalás .....	10

---

## A táblázatok listája

4-1. Az űrfelvételeken végzett vizuális interpretáció és számítógépes képanalízis összehasonlítása néhány alapeladatban (Csornai G.- Dalia O. 1991) .....	1
4-2. A fotóinterpretáció elemeinek osztályozása (Bajzák D. 1990, Lillesand T., 2007 után) .....	3
4-3. A TM spektrális sávjainak alkalmazási lehetőségei. Forrás: Lóki J., 1996) .....	5
4-4. Az eliminációs kulcsok példája .....	8
4-5. A fotóinterpretáció általános folyamatának lépései (Bajzák D.1990, Lillesand T. 2007 alapján) .....	8

---

# 4. fejezet - A távérzékelte felvételek kiértékelése

## 1. 4.1 Bevezetés

A távérzékelés fogalmába nemcsak az adatgyűjtés, de az adatok kiértékelése is beletartozik. A modul azokat az alapszereket, eljárásokat mutatja be, amelyek a képtartalomból a tematikus információ kinyerése és az eredmények többnyire tematikus térkép formában történő megjelenítése céljából alkalmazhatók. A képkiértékelésre vonatkozó általános ismeretek összefoglalása mellett hangsúlyt fektetünk a vizuális interpretáció folyamatára, az interpretációs elemekre és a tematikus adatok kinyerése során alkalmazott technikákra. A tárgyalt eljárások elméletét gyakorlati példákon mutatjuk be. A képelemzés során fellépő problémákkal és azok megoldási lehetőségeivel is foglalkozunk.

A számítógépes képkiértékelési eljárásokat és módszereket a FOI5 modulban foglaltuk össze.

## 2. 4.2 A távérzékelte adatok kiértékelése

A távérzékelés fogalmába nemcsak az adatgyűjtés, de az adatok kiértékelése is beletartozik. Így minden távérzékelési adatokon alapuló feladat megoldásában az adatnyerés után a felvételek kiértékelése következik. A kiértékelésnek az a célja, hogy a többsávos, több időpontban készített, esetleg több forrásból származó felvételek segítségével a földfelszínről, felszíni objektumokról, jól meghatározott információt (állapothatározókat) nyerjünk. Másképpen fogalmazva a képtartalomból, kiegészítő adatok felhasználásával tematikus információ kinyerése és az eredmények többnyire tematikus térkép formában történő megjelenítése a cél.

A felvételek készítése szorosan kapcsolódik a műszerekhez, a távérzékelés technikai megoldásaihoz és a szabványokhoz. A feldolgozásnál nagyobb szerephez jut a kiértékelést végző személy. Természetesen az adatok feldolgozása is – az alkalmazástól függetlenül – bizonyos szabályok és általános lépések betartását igényli. A kiértékelési módszerekkel, eredményekkel kapcsolatban az adott feladat elvárásain túl általános követelmények is megfogalmazhatók (Csornai G.- Dalia O.,1991 után):

- a kiértékelési módszer megbízható és kiterjeszhető legyen más alkalmazási területekre,
- az információ-kivonási eljárás a feladat sajátos időskálájához képest megfelelően gyors, gazdaságos, objektív és ismételtető legyen,
- az eredmény geometriai és tematikus pontossága garantált és empirikusan igazolt legyen,
- a tematikus térképekhez kapcsolódó statisztikai adatok pontosak és megbízhatók legyenek.

A távérzékelési adatok kiértékelésének két alapszere ismeretes:

- **az interpretáció (vizuális kiértékelés) és**
- **a digitális képfeldolgozás (lásd: FOI5).**

Mindkét módszernek vannak előnyei és hátrányai, a két módszer kiegészítheti egymást, ezért gyakran az un. hibrid vagy komplex eljárást azzal a céllal alkalmazzuk, hogy az együttes használatból eredő előnyöket kihasználjuk. Például, a vizuális interpretáció hatékonysága növelhető számítógépek alkalmazásával a kiértékelés teljes folyamatában. Hasonlóan több forrásból származó adatok együttes kezelése akkor lesz eredményes, ha a vizuális interpretációt számítástechnikai eljárásokkal egészítjük ki. Az interpretáció és a számítógépes képanalízis összehasonlítását néhány alapeladatban a 4-1. táblázat tartalmazza.

### **4-1. táblázat - Az úrfelvételeken végzett vizuális interpretáció és számítógépes képanalízis összehasonlítása néhány alapeladatban (Csornai G.- Dalia O. 1991)**

Feladat	Vizuális interpretáció (szem-agy rendszer)	Számítógépes kiértékelő rendszer
Geometriai összefüggések, struktúrák felismerése	<b>kitűnő</b>	<b>gyenge</b>
Textúra felismerése, azonosítása	<b>jó</b>	<b>gyenge</b>
Textúra mérése	<b>gyenge</b>	<b>kitűnő</b>
Tónusok elkülönítése	<b>közepes</b>	<b>kitűnő</b>
Megbízhatóság, objektivitás, reprodukálhatóság	<b>közepes</b>	<b>jó</b>
Feldolgozási sebesség	<b>gyenge</b>	<b>kitűnő</b>
Bonyolult szakértelem, egyéb ismeretek alkalmazása	<b>jó</b>	<b>közepes</b>
Több adatforrás vagy több időpont együttes kiértékelése	<b>gyenge</b>	<b>kitűnő</b>

## 2.1. 4.2.1 Vizuális interpretáció

Az interpretáció folyamatában függetlenül attól, hogy a távérzékelési adatokat fénykép vagy digitális felvétel formájában használjuk, a tematikus adatok meghatározása és értelmezése látás útján történik. A kiértékelési eljárás három alapvető részre osztható (Bajzák D.1990, Szilágyi A.- Juhász I. 1988 után):

- a képolvasásra (felismerés és azonosítás)
- a fotóanalízisre
- a fotóinterpretációra

A vizuális interpretációs folyamat legegyszerűbb része a **képolvasás**. A képet szemlélő személy meghatározza a képen látható tárgyakat és elkülöníti azok határvonalait. A **fotóanalízis** során egy nagyobb egységet alkotó objektumot komponenseire bontunk, a komponenseket egymástól függetlenül meghatározzuk és megvizsgáljuk az egymáshoz való viszonyukat. Ez a folyamat a fotóolvasás mellett a terepi objektumok tulajdonságainak meghatározásával, osztályozásával és az objektumok kiterjedésének mérésével is foglalkozik. A legösszetettebb értékelési részt a **fotóinterpretáció** jelenti, mely a képolvasásra és fotóanalízisre építve nemcsak az objektumok meghatározását és osztályozását foglalja magában, hanem indukciós és dedukciós következtetéseket is levon a különböző tárgyak egymáshoz való viszonyára vonatkozóan.

Az egyes objektumok, földfelszíni kategóriáinak meghatározása az objektum (földfelszíni kategória) képét alkotó pontok tónus értékei és térbeli elhelyezkedése alapján lehetséges. A felvételen lévő színárnyalatokból, tónuskülönbségekből, a felvétel szabályos textúrájából, vonalas szerkezetek és foltok összefüggéseiből, valamint a fotóinterpretátor saját tematikus szakismereteiből a felszínre vonatkozó következtetéseket von le.

Egyes műveletek elvégzéséhez fotóinterpretátor számítógépet vagy más interpretációt segítő műszereket is igénybe vehet, de a felismerést, azonosítást, lehatárolást és az osztályozást az ember végzi el. A tónust és a tónus értékek különböző csoportosulását az **interpretáció elemeinek** (4-2. ábra) nevezzük. A következő interpretáció elemeket különböztetjük meg (4-2. táblázat):

- tónus, szín

- méret
- alak
- textúra
- séma
- árnyék
- magasság
- asszociáció, elhelyezkedés.

**4-2. táblázat - A fotóinterpretáció elemeinek osztályozása (Bajzák D. 1990, Lillesand T., 2007 után)**

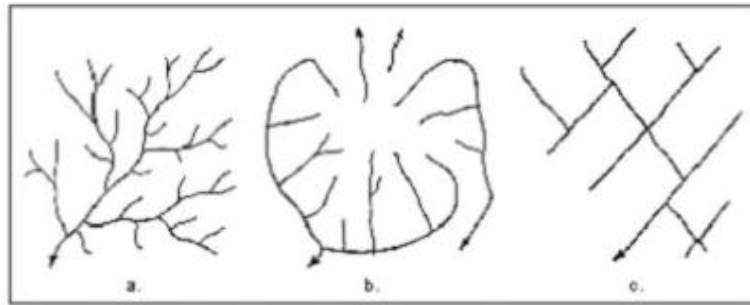
ÖSSZEFÜGGÉS		Felismerési tényező	FOKOZAT
képpontok értéke		TÓNUS (SZÍN)	alapvető
képpont érték térbeli eloszlása	képsíkban való elhelyezkedése	MÉRET ALAK	másodlagos
	képpont csoportok ismétlődése	TEXTÚRA	
		SÉMA	harmadlagos
	szintkülönbségek	MAGASSÁG ÁRNYÉK	
tereptárgyak egymáshoz való viszonya	ELHELYEZKEDÉS ASSZOCIÁCIÓ		magasabb fokú

A legalapvetőbb felismerési tényező a **tónus**, ami a képrészek közötti árnyalati különbségeket fejezi ki. A tónus értékeket a fehértől a feketéig terjedő szürkéségi lépcsőfokokkal vagy fotódenzitással lehet megadni. Színes képek minden képpontjához három denzitási érték tartozik. A látás szempontjából a három érték együttese egy színt alkot. Digitális felvételek esetén az egyes képpontokhoz általában 0 és 255 közé eső egész szám tartozik.

A **méret** és az **alak**, mint felismerési tényezők az egymáshoz tartozó képpontok térbeli eloszlásán alapulnak. A tárgyak nagyságának, alakjának ismerete hasznos felvilágosítást ad azok megkülönböztetésére. Például az autópálya (autóút) és vasútpálya közötti különbség a felvételen abban nyilvánul meg, hogy az autópályák derékszögben is keresztezhetik egymást, a kanyarok élesebbek lehetnek, mint vasúti pálya esetén.

A **textúra**, az egyes objektumok képének határain belül előforduló tónusváltozások ismétlődését fejezi ki. A textúrát a képen az érzékelő berendezés terepi felbontásánál kisebb tárgyreszekekről visszavert energia eredményezi. Például kis méretarányú fényképeken az egyes fákoronák ismétlődése és csoportosulása szabja meg a fényképeken látható textúrát.

A séma, a magasság és az árnyék a terepi tárgyak térbeli elhelyezkedésére vonatkoznak. A **séma** a terepi tárgyak vagy felületi tulajdonságok ismétlődésének a kifejezője. Például növénytermesztés alatt álló egyes földterületek tipikus sémát alkotnak, melyből következtetni lehet a termesztett növény fajtájára. Egyes esetekben az általánosan elfogadott séma leírását is használhatjuk, mint az a 4-1. ábrán a vízhalózat esetében is látható. A faágakhoz hasonló hálózat üledékes, a radiális hálózat vulkanikus területre jellemző. A párhuzamos vízhalózat pedig mesterségesen létrehozott árokrendszerre utal. Az interpretáció elemeinek néhány példája a 4-2. ábrán látható.

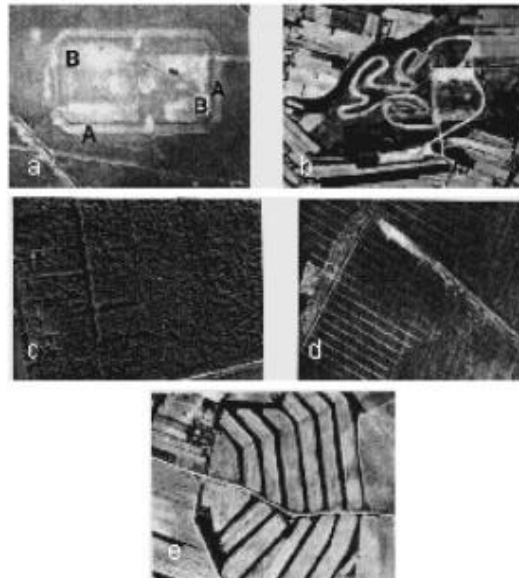


4-1. ábra Tipikus vízhálózati sémák (Bajzák D. 1990), a) faágazathoz hasonló hálózat (dendrites), b) sugaras hálózat, c) mesterségesen létrehozott hálózat

A **magasságot** és az **árnyékot** , mint interpretációs elemeket a tereppontok közötti magasságkülönbségek és a tárgyak meghatározásánál használjuk. Az objektumok magasságait és terepi szintkülönbségeit sztereo felvételeken mérhetjük.

Az **asszociáció** a terepi objektumok és jelenségek egymáshoz való viszonyát fejezik ki. Különböző objektumok logikus térbeli elhelyezkedése, a terepi tárgyak közötti összefüggések utalhatnak a terület jellegére, hasznosítására.

Az űrfelvételeket sok esetben vizuális interpretációval értékeljük (pl. CORINE felszínborítás). Ilyenkor, hasonlóan mint a fent leírt légifénykép interpretációnál, a kiértékelés során a felvételen látható tónuskülönbségekből, a kompozit képek színárnyalataiból, textúrájából, geometriai alakzatok és a vonalas szerkezetek összefüggéseiből a felszínre és a felszíni objektumokra vonatkozó információt keresünk. A képen látható színek és tónusok alapján, valamint a terepi objektumok geometriáját (alakját, méretét, elhelyezkedését) figyelembe véve a megfelelő szaktudással és interpretációs gyakorlattal rendelkező szakember képes felismerni, elkülöníteni és tematikus kategóriákba besorolni a terepi tárgyakat és felszínborításokat.



4-2. ábra Egyes interpretációs elemek ábrázolása űr- és légifelvételeken (a képek részletei FÖMI kiadványokból és a FÖMI archívumából származnak

a. *Tónus (űrfelvétel). A mezőgazdasági táblán belüli inhomogenitásokat eltérő tónusok jelzik*



b. *Alak. Egy dombos, füves területen kialakított motocross-pálya*

i. *Textúra. Egyes fák koronái által eredményezett ismétlődő tónusváltozások*

a. *Séma. Mesterségesen létrehozott hálózat – drénezés felszíni nyomai*

b. *Séma. Mikroteraszos művelés szabályos táblái*

A felismerés, analízis folyamatában előfordulhatnak olyan területek, melyeknek azonosítása vagy tematikus osztályba besorolása nem egyértelmű, nem lehetséges. Ebben az esetben a kiértékelést ki kell egészíteni más forrásból származó adatokkal pl. helyszíni mintavételezéssel (adatgyűjtéssel), mely alapján el lehet dönteni a kérdéses terület hovatartozását. Az interpretációs problémák értékelése, lokalizálása után a terepi ismeretek bővítésével, a kiegészítő dokumentáció tanulmányozásával a kiértékelés megbízhatóbbá válik. Az űrfelvételek vizuális interpretációját papír képeken, vagy közvetlenül a monitoron is végezhetjük. A számítógép monitorján megjelenített kép interpretációja során a használt szoftver képkezelő lehetőségeit (pl. nagyítás) felhasználva, a képrészletek könnyebben elemezhetők, mint az analóg képeknél. A képernyőn végzett tematikus kategóriák lehatárolási eredménye (vektoros állomány) digitálisan jelenik meg. A papírképeken manuálisan kijelölt kategóriák digitális állománnyá alakítása szkenneléssel, vagy más digitalizáló eljárással, többlet feladatként végzendő el.

Az űrfelvételek a légifényképekhez képest nagyobb spektrális felbontással rendelkeznek, ami azt jelenti, hogy az adatok rögzítése nem csak szélesebb spektrumtartományban, de több sávban is történik (lásd: FOI2). A különböző alkalmazási területeken általában nincs szükség az összes sávra kiterjedő kiértékelésre. A vizsgált objektumok, tematikus kategóriák reflektancia tulajdonságainak ismeretében a rendelkezésre álló sávok közül ki tudjuk választani a célunknak a legjobban megfelelőket. Ezzel nem csak a feldolgozandó adatok mennyiségét csökkentjük céltudatosan, de a felesleges adatok kiértékelésére fordított munkaidőt is. A felvételi sávok kiválasztásánál hangsúlyozni kell a vizsgált jelenségek, folyamatok tudományos megközelítésének fontosságát, hiszen az adat többlet nem mindig jár információ többlettel. A spektrális tartomány céltudatos kiválasztásánál ismerni kell az egyes hullámsávok főbb alkalmazási lehetőségeit, ahogyan pl. a LANDSAT TM sávjaira vonatkoztatva ismertjük a 4-3. táblázatban.

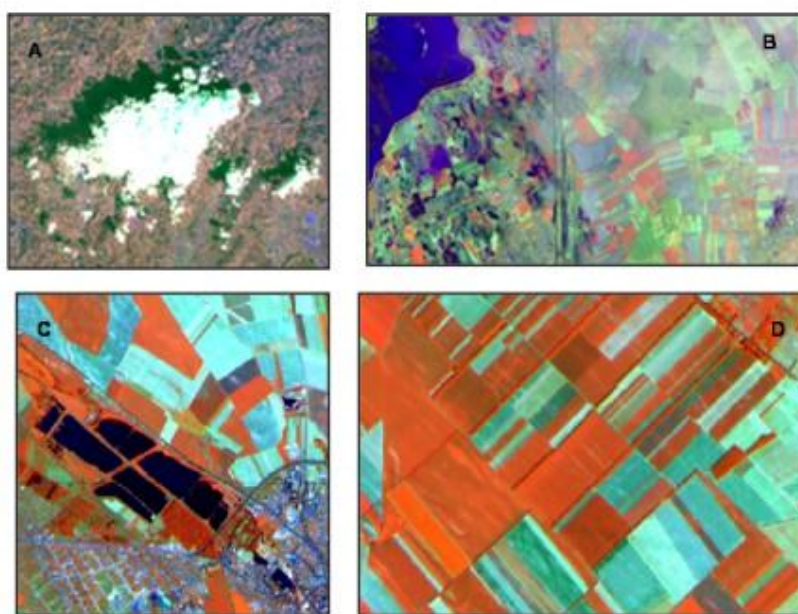
#### 4-3. táblázat - A TM spektrális sávjainak alkalmazási lehetőségei. Forrás: Lóki J., 1996)

sáv	Hullámhossz (µm)	A sáv névleges spektrális helye	Felbontás (m)	Alkalmazási lehetőség
1	0,45-0,52	Kék	30	parti vizek, erdőtüpus térképezése, talaj - vegetáció megkülönböztetése, építmények azonosítása
2	0,52-0,60	Zöld	30	növények zöld visszaverődési csúcsának mérése, vegetáció típusok elkülönítése, termésbecslés (egyéb sávokkal együtt), építmények azonosítása
3	0,63-0,69	Vörös	30	klorofill abszorpció mérése, növényfajta elkülönítése építmények azonosítása,
4	0,76-0,90	Közeli infravörös	30	vegetáció típusok, biomasza meghatározása, vízfelületek elhatárolása, talajnedvesség kimutatása

5	1,55-1,75	Közepes infravörös	30	vegetáció és a talajnedvesség kimutatása, a hó és a felhős területek elkülönítése
6*	10,4-12,5	Termális infravörös	120	növényzet betegségek elemzése, talajnedvesség kimutatása, hőterképezés
7*	2,08-2,35	Közepes infravörös	30	ásványok, kőzetek kimutatása, vegetáció-nedvesség tartalmának érzékelése

\* A 6. és a 7. sáv nem követi a növekvő hullámhossz sorrendet, mert a 7. sávot csak az eredeti rendszer megtervezése után kapcsolták a többi TM sávhoz.

Az egyes sávok kombinációból létrehozhatunk olyan színes képeket, un. színekompozitokat (lásd: FO15 modul), amelyek legalkalmasabbak az adott tematikus kiértékeléshez. A földfelszín, ennek hasznosítását legjobban a felszínborítás tükrözi. A felszínborítás elemzéséhez a fent felsorolt TM 3,4,5 sávjaiból készített színekompozit a legalkalmasabb, amelyben a piros színt ( **R** ed) a 4. sávhoz, a zöld színt ( **G** reen) az 5. sávhoz és a kék színt ( **B** lue) a 3. sávhoz rendeljük hozzá. Az űrfelvételek vizuális interpretációjához tartozó egyes elemek (4-3. ábra) bemutatása egy ilyen színekompozit elemzésen történik.



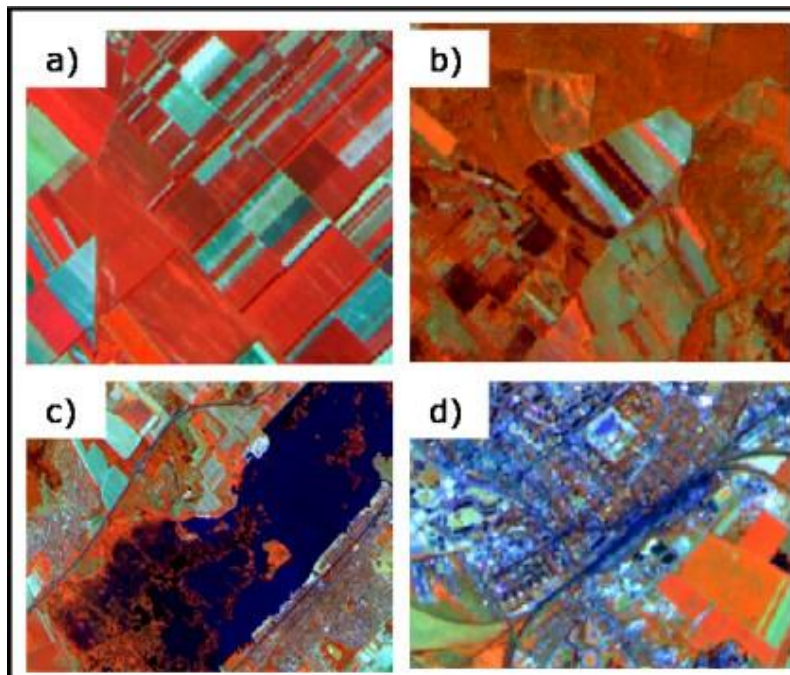
4-3. ábra Különböző időben, különböző területekről készült LANDSAT TM 453 (RGB) színekompozitok részletei

A felvétel kiértékelés elején megállapítható a felhők és ködfoltok jelenléte, ami megnehezíti vagy megakadályozhatja a kiértékelést. A felhők általában fehér, halványsárga vagy halványszürke színűek. Színárnyalatuk a felvételt készítés magasságától, levegő szennyezettségétől és az időjárástól függően változik. A felhők teljesen takarhatnak egyes területeket és a Nap állásától függően árnyékkal is rendelkezhetnek, amely fekete foltként a felhők közelében található. Az árnyék alakja követi a felhő alakját (4-3. ábra – A jelű képrészlet). A hóval borított területek hasonlóan fehér, esetleg szürkés-fehér színűek, azonban ezek a foltok a felhőktől jól elkülöníthetők, mert hozzájuk nem tartozik árnyék. Előfordulnak olyan felvételek, amelyeken a felszín kiértékelését a levegő magas páratartalma, köd jelenléte zavarja. Ezek a foltok a felhőktől abban különböznek, hogy áttetszőek, alattuk a felszíni objektumok halványan látszanak (4-3. ábra – B jelű képrészlet). A víztestek (folyó-, állóvizek) mélységük, tisztaságuk illetve szennyezettségüktől függően sötétkék, kékes-fekete színben jelennek meg (4-3. ábra – C jelű képrészlet). A nád jelenléte vagy alga elszaporodása esetén a vízparton vagy a vízben különböző árnyalatú piros színű, szabálytalan foltok láthatók. A Magyarország területéről készült űrfelvételeken meghatározóak a mezőgazdasági művelés alatt álló területek. A vegetációs

időszakban készült képeken a természetű növények fajtájától, fejlettségi állapotától, stresszhatásoktól függően a bíborvöröstől a halvány sárgáig terjedő színekben jelennek meg (4-3. ábra – D jelű képrészlet). A vegetációval nem borított talajok színe nagyon változatos. A fehér, rózsaszín, szürke, kék árnyalatok a talaj kémiai és fizikai tulajdonságaitól, valamint a talaj degradáció fokozatától függenek. Az erdős területek a mezőgazdasági területektől jól elkülöníthetők, a színük barnás-vörös. A települések a kékes-szürke szín és a jellegzetes szerkezet (utcahálózat, lakóépületek, ipari zónák, parkok) alapján ismerhetők fel (4-3. ábra – C jelű képrészlet). Az egyes objektumok azonosításánál nagyon fontos a méret, alak és a környezettel való viszonynak a figyelembe vétele.

A kiértékeléshez a fent említetteken kívül nagyon sokféle kompozitot lehet készíteni – a 7 sávú LANDSAT TM-ből elvileg 210 különböző színek kompozit hozható létre. Az elemzésre vonatkozó döntésnél mindig a kitűzött cél gazdaságos és eredményes elérését kell szem előtt tartani.

A vizuális interpretáció eredményét befolyásolja a kiértékelést végző személy távérzékelési és szakmai tudása és tapasztalata, hiszen a tematikus kategória meghatározása a felismerési tényezők megfontolásán, a vizsgált objektum környezetének elemzésén és az objektumok közötti összefüggések vizsgálatán alapul. Az objektumok, felszínborítási formák képi megjelenése nemcsak a felvevőrendszer típusától (pl.: spektrális érzékenység) függ, de szezonálisan is változik. Előfordul, hogy az egyes területek azonosítása nem egyértelmű, ami hibás osztályozáshoz vezethet, ezért a kép feldolgozása során fontos a képi jelkulcsok alkalmazása, ami az ilyen jellegű problémák megoldását segíti. A jelkulcsok a terepi objektumok, jelenségek képi megjelenésére vonatkozó információt adnak és általában magyarázó szöveget is tartalmaznak (4-4. ábra).



4-4. ábra Példa nyári űrfelvételekből készült (hamis színkompozit, TM 453) interpretációs kulcsokra. a) szántó: vörös szín és árnyalatai ( lábón álló növények),szürkés-kék (felszántott táblák), b) erdős terület: sötét barna (tülevelű állomány), barna (lomblevelű állomány), c) vízfelületek:kék, feketés kék, d) lakott terület: kékes (Büttner Gy.- Aninger L.,1992 alapján)

A **mintakulcsok** előállításánál figyelembe veszik a vizsgálandó jelenségek és tárgyak szezonális jellegét, így a tartalmuk a jelenségek fenológiai állapotától függően változik. Ezáltal a mintakulcsok a terepi tárgyak, valamint a környezet elemeinek felismerését segítik elő. A mintakulcsok egy másik csoportja, az **asszociációs kulcsok** olyan információt tartalmaznak, amely alapján a képen látható jelenségekből a nem látható tulajdonságokra következtetünk. A textúrával, jellegzetes formával rendelkező területek azonosításában (pl. vízálózat) a **grafikus mintakulcsok** használhatók. A fent leírtak alapján látható, hogy a mintakulcsok tartalma alapvetően a feladat jellegétől és a felhasznált képanyagától függően ismertetik a tárgyak képen való megjelenési formáját és módját. A mintakulcsok sokféleségét általánosságban két csoportba besorolhatjuk:

- szelekciós
- és eliminációs csoportba (Lillesand T., 2007).

A **szelekciós kulcsok** az egyes objektumokat és jelenségeket külön-külön írják le és ábrákkal vagy sztereogramokkal illusztrálják (Bajzák D., 1990). Az ismeretlen tárgy egy kategóriába sorolása az összehasonlítás alapján történik. Munka során a meghatározandó tárgyat a kulcs minden elemével össze kell hasonlítani. Az ilyen kulcsok a tematikus kategóriák (kiértékelési elemek) megjelenési formát is megadják.

Az **eliminációs kulcsok** is összehasonlítási alapon működnek, de a kiértékelő általában két lehetőség közül, az adott körülményeknek legjobban megfelelőt választja ki. Egy ilyen jelkulcs példáját a 4-4. táblázat mutatja. A 4-4. táblázatban bemutatott kulcs (a teljesség igénye nélkül), csak általános ismereteken alapul.

#### 4-4. táblázat - Az eliminációs kulcsok példája

1. Földterület							
1.1. Termékeny terület				1.2. Terméketlen terület			
1.1.1. Földművelés alatt álló terület		1.1.2. Földművelés alatt nem álló terület		1.2.1. Mocsár		1.2.2. Szikes terület	
1.1.1.1.	1.1.1.2.	1.1.2.1.	1.1.2.2.	1.2.1.1....	1.2.1.2....	1.2.2.1...	1.2.2.2...
Kertészet	Szántó	Erdő	....				

Egyes távérzékélesen alapuló feladatoknál előre meghatározzák a feladat megoldásának teljes módszertanát (lásd: FOI7 modul). Ilyenkor az interpretációs jelkulcsok szerkesztése során figyelembe veszik a felhasználandó távérzékélesi adatok geometriai felbontását így a jelkulcs magában foglalja a legkisebb térképezendő egységet és térképezés méretarányát is.

A fent leírtakat összegezve a fotointerpretáció általános folyamatát a következő táblázatban foglaltuk össze:

#### 4-5. táblázat - A fotointerpretáció általános folyamatának lépései (Bajzák D.1990, Lillesand T. 2007 alapján)

Előkészítés	A feladat meghatározása, szakirodalmi adatgyűjtés, terepi vizsgálatok, felvételek kiválasztása, szükség esetén repülési terv készítése
Előfeldolgozás	A kép (fénykép, felvétel) előkészítése az interpretációhoz: képtartalom módosítása, geometria átalakítás, tájékozódás a felvételen
Képolvasás	Terepi objektumok, felszín típusok felismerése az interpretáció elemek vizsgálatával és interpretációs kulcsok alkalmazásával
Képanalízis	a képelemek tematikus tartalmának (tulajdonságainak) vizsgálata, az objektumok kiterjedésének mérése
Osztályozás	a terepi objektumok és jelenségek egymáshoz való viszonyának vizsgálata, a kép elemeinek besorolása tematikus kategóriákba
Tematikus térkép készítése	Tematikus térképek, statisztikai adatok, szöveges beszámolók készítése, adatbázis felépítése, a tematikus adatok integrálása a térinformatikai rendszerbe

A fotointerpretációs eredmények véglegesítése előtt el kell végezni a pontossági vizsgálatot. Ennek során a referencia adatok alapján az interpretáció pontossága ellenőrizhető és meghatározható.

A képkértékelés teljes folyamatában használhatunk az interpretációt segítő szemlélő, mérő és árajzoló berendezéseket, műszereket. A kiértékelést továbbá olyan elektro-optikai műszerek használata is segítheti, amelyekkel a kép tartalma (pl. kontrasztfokozás) kiemelhető. A képek optimális megvilágítására speciálisan kifejlesztett izzólámpák és átvilágító asztalok szolgálnak.

A képek szemléltése nagyító eszközön keresztül történik, különböző méretű nagyítás mellett. A szemlélő berendezés **lehet egylencsés** is, de a kiértékelés szempontjából előnyösebb a **kétlencsés sztereoszkópikus eszközök** (4 - 5. ábra.) használata.



4-5. ábra Példák térbeli szemléltést nyújtó eszközökre: lencsés sztereoszkóp teszt mintaképpel (bal), stereo képkértékelő (jobb). Forrás: wpcontent.answers.com/wikipedia/commons/thumb, www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek...

A vertikálisan átfedéssel képek térbeli szemléltésére, kiértékelésére **lencsés** és **tükrös** sztereoszkópok (4-6. ábra) használhatók. A lencsés sztereoszkóp a nagyítás mellett a két szem látását szétválasztja, ami a földfelszín háromdimenziós leképezését eredményezi, így a tárgyak magasságára vonatkozó információ is nyerhető. A tükrös megoldásnál a tükrök és prizma segítségével a vizsgált területről háromdimenziós modell állítható elő. A lencsék segítségével a modell nagyítható, ami megkönnyíti a kép kiértékelését. A mérések mikrométeres parallaxis rúddal végezhetők el. Egyszerű felépítésű műszerek mellett bonyolult felépítésű optikával, zoom optikával felszerelt és számítógéppel vezérelt műszerek is használhatók.



4-6. ábra Tükrös sztereoszkóp. Forrás: www.benmeadows.com/images/xl/SOKKIA-Mirror-St...

A számítástechnika fejlődésének és a digitális képfeldolgozó rendszerek kifejlesztésének nagy hatása van a fotointerpretációra. Egyre gyakrabban az úgynevezett számítógéppel segített fotointerpretációt alkalmazzuk (CAPI = Computer Assisted PhotoInterpretation), ami azt jelenti, hogy a tematikus kategóriák meghatározása látás révén történik, de a fotointerpretáció teljes folyamatában a számítógép és a térinformatikai rendszer interaktív képfeldolgozó eszköztárát használhatjuk. Ezzel egyesítjük a fotointerpretáció és a számítástechnika által nyújtott előnyöket.

A fotointerpretáció során alkalmazott interaktív képfeldolgozó rendszer lehetőségei (Büttner Gy. – Aninger L., 1992):

- numerikus adatok bevitele a feldolgozó rendszerbe
- analóg adatok szkennelése

- megjelenítés: egysávós, színekompozit előállítás, nagyítás
- sávonkénti, több sávós statisztikai elemzések
- kép tartalmának módosítása (intenzitási műveletek, radiometriai korrekció).

### 3. 4.3 Összefoglalás

A tananyag elsajátítása után Ön egyrészt általános ismereteket szerzett a képelemzés témakörében, másrészt részletesen megismerte a vizuális interpretáció folyamatát, a képen látható objektumok tematikus kategóriába besorolása során használt segítő eljárásokat (interpretációs elemeket, jelkulcsok használatát) és technikákat. A bemutatott példák tanulmányozásával képes lesz felismerni a vizuális és számítógéppel segített vizuális képelemzésben felmerülő problémákat és azok megoldási alternatíváit.

#### Önellenőrző kérdések

1. Mi a vizuális képkiértékelés?
2. Hasonlítsa össze a képkiértékelési módszereket!
3. Sorolja fel a vizuális interpretáció elemeit, magyarázza meg a fogalmakat és mondjon példát mindegyikre!
4. Foglalja össze a vizuális képkiértékelés folyamatát
5. Milyen szerepe van a jelkulcsoknak a fotointerpretációban?
6. Mitől függ a terepi tárgyak és a különböző felszínborítások megjelenése a képeken (vegye figyelembe a szenzorok spektrális felbontását is)?
7. Milyen berendezések használhatók a vizuális képkiértékelésben?
8. Foglalja össze a számítógéppel segített fotointerpretációt! Milyen szerepe van a számítógépnek és a képelemző rendszereknek ilyen jellegű képelemzésben?

## Irodalomjegyzék

- Bajzák D. : *A távérzékelés alapjai, Melléklet* , MTA Földrajztudományi Kutató Intézet , 1990
- Büttner Gy. Aninger L. : *Corine Land Cover Project. Technical Guide (fordítás).*, Budapest , 1992
- Colwell R. N. : *Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry, USA* , 1983
- Csornai G. - Dalia O. : *Távérzékelés.* , EFE FFFK jegyzet. , Székesfehérvár , 1991
- Gupta R.P. : *Remote Sensing Geology, Germany* , 1991
- Lóki J. : *Távérzékelés, Debrecen* , 1996
- Lillesand T. M., Kiefer R. W., Chipman W. J. : *Remote Sensing and Interpretation* , John Wiley and Sons, Inc. , 2007
- Swain P. H. - Davis S.M. : *Remote Sensing: The Quantitative Approach, USA* , 1983
- Szilágyi A. – Juhász I. : *Talajtani légifénykép-interpretáció, Budapest* , 1988