

# Távérzékelés BSc.

Lovas Tamás

# Tárgy követelmények

- Előadások, gyakorlatok, hibrid órák
- Gyakorlat
  - Közös órai munka
  - Önálló feladatok
- Számonkérés
  - 2 ZH, 2HF
  - Pótlási lehetőségek
- Új beosztás március 22-től

| BSc     | ea (H 14-16)   |         | gy (H 14-16)  |
|---------|--|---------|---|
| 08.febr | Tárgy ismertető, távérzékelés kvíz (LT)  | 08.febr | távérzékelésről általában, state-of-the-art, trendek (LT)                           |
| 15.febr | Légi lézerszkennelés (fizikai alapok, szkenner típusok, kibocsátási minták) LT               | 15.febr | Excel + CloudCompare, LasTolols alapok SÁ   |
| 22.febr | Légi lézerszkennelés pontossága, Légi lézerszkennelés összehasonlítás más technológiákkal LT | 22.febr | Lastools + QGIS + Feladat kiadás SÁ   |
| 01.márc | Légi lézerszkennelés; repülési terv, felbontás/lefedettség optimalizálás LT                  | 01.márc | Lastools + QGIS SÁ  |
| 08.márc | Tárgyszkennelés SÁ<br>ZH LT  | 08.márc | Közelfotogrammetria SÁ<br>Feladat beadás SÁ   |
| 15.márc | <b>nemzeti ünnep</b>   | 15.márc | <b>nemzeti ünnep</b>  |
| 22.márc | Bevezetés, műholdas távérzékelés kezdete, fizikai alapok, sugárzás, képalkotás, alkalmazás   | 22.márc | Műholdas adatnyerés, adatbázisok, formátumok, adatbeolvasás                         |
| 29.márc | Hordozó eszközök, keringési pályák, multispektrális, optikai szenzorok                       | 29.márc | Képmegjelenítés, képkivágás, adattartalom, visszaverődések leképzése, képszeletelés |
| 05.ápr  | <b>húsvét</b>  | 05.ápr  | <b>húsvét</b>   |
| 12.ápr  | Termális infravörös távérzékelés, hiperspektrális távérzékelés                               | 12.ápr  | Képfeldolgozás és térinformatika, eredmények megjelenítése                          |
| 19.ápr  | Passzív mikrohullámú távérzékelés, Geometria-, radiometriai torzulások                       | 19.ápr  | Geometriai torzulások, koordináta transzformáció, légkör javítás                    |
| 26.ápr  | Multispektrális képfeldolgozás, transzformációk, osztályozás                                 | 26.ápr  | Multispektrális transzformáció (filter, NDVI, model maker, resolution merge)        |
| 03.máj  | Radar  | 03.máj  | Radar   |
| 10.máj  | Összefoglalás, 1 alkalmazás egyéni feldolgozása, előadással<br>ZH                            | 10.máj  | Radar<br>Feladat konzultáció  |

# Tárgy célja

- Áttekintés a távérzékelés technológiákról
  - Légi lézerszkennelés
  - Műholdas távérzékelés
  - Radar/ifsar
- Alapvető elméleti, fizikai alapok tisztázása
- Gyakorlatokon jellemző távérzékelési termékek feldolgozása
  - Légi lézerszkennelt állományok
  - SAR adatok
  - Úrfelvételek
- Alkalmazás orientált ismeretek
- Alap az ismeretek elmélyítésére

# BME, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék és a távérzékelés

- 10 oktató, 3 doktorandusz, 1 prof. emeritus
- BSc: Távérzékelés, Fotogrammetria és lézerszkennelés, Geodézia és térinformatika projektfeladat, Térinformatikai elemzések
- MSc: Térképezési technológiák
- Szakmérnöki képzés: Fotogrammetria, LiDAR
- TDK, diploma és doktori disszertációk
- Kutatási projektek
- Akadémiai és ipari partnerek

2015. 02. 06. péntek, Dóra



-10°C / +4°C

EUR: 306 Ft

GBP: 410 Ft



10 000 Ft-os kép

Google™ Egyéni Kereső



ORIGO

HÍREK ▾ PÉNZ ▾ MÉDIA ▾ SPORT ▾ TECH ▾ TUDOMÁNY ▾ AUTÓ ▾ KULT ▾ UTAZÁS ▾ GASZTRÓ ▾ KÉP ▾

TECHBÁZIS

# Túl sok volt a drog: nem bírta a drón

ORIGO | 2015. 01. 22. 12:42

7  
KOMMENT

**Lezuhant egy drón az amerikai-mexikói határnál: túl sok metamfetaminnal pakolták meg, nem bírta el a csomagokat.**

Drogot akartak csempészni ismeretlenek Mexikóból az Egyesült Államokba, de a jól megpakolt drón nem bírta el a súlyt és egy szupermarket parkolójában lezuhant a San Ysidrói határátkelőhöz közel.

San Ysidro  
San Diego, CA

Útvonalt...

Mentés



▼ MOST

**12:39** Obamával reggelizett a magyar pornópápa

**12:39** Szusszan egyet a dollár?

**12:33** Angelina Jolie kínzáspornóban utazik

**12:31** Lemondott a Simicska-médiabirodalom vezérkara

**12:26** Ukránban tesztelik új fegyvereiket az oroszok

hirdetés



# Távérzékelés?

- Úr/légi/földi
  - dm/cm/mm
  - hét/nap/bármikor
  - kormányzat/nagyvállalat/kis cég
  - $100\text{km}^2/\text{km}^2/\text{m}^2$
  - 100M/10M/1M Ft. nagyságrend
- Tematikus térképek
- Vektoros adatok, ortorektifikált termékek
- Sztereo kiértékelés

# Távérzékelés – elnevezés, fogalom

- Remote sensing – Fernerkundung
- US – EU – Mo.
- Távérzékelés – fotogrammetria
- Úr-, légi-, földi távérzékelés
- Térképészeti célú távérzékelés

# ISPRS

- Remote sensing is the science and technology of capturing, processing and analysing imagery, in conjunction with other physical data of the Earth and the planets, from sensors in space, in the air and on the ground.
- Photogrammetry is the science and technology of extracting reliable three-dimensional geometric and thematic information, often over time, of objects and scenes from image and range data.

# Szempontok

- Tudományos: fizikai alapok megértése, EM sugárzás viselkedése az atmoszférában, visszaverődésekben
- Technológiai: aktív/passzív szenzorok fejlesztése, feldolgozó eszközök, szoftver környezetek
- Szervezeti: társadalmi és ipari igények felderítése, szocio-ökonómiai elemzések, üzemeltetés, szabványosítás

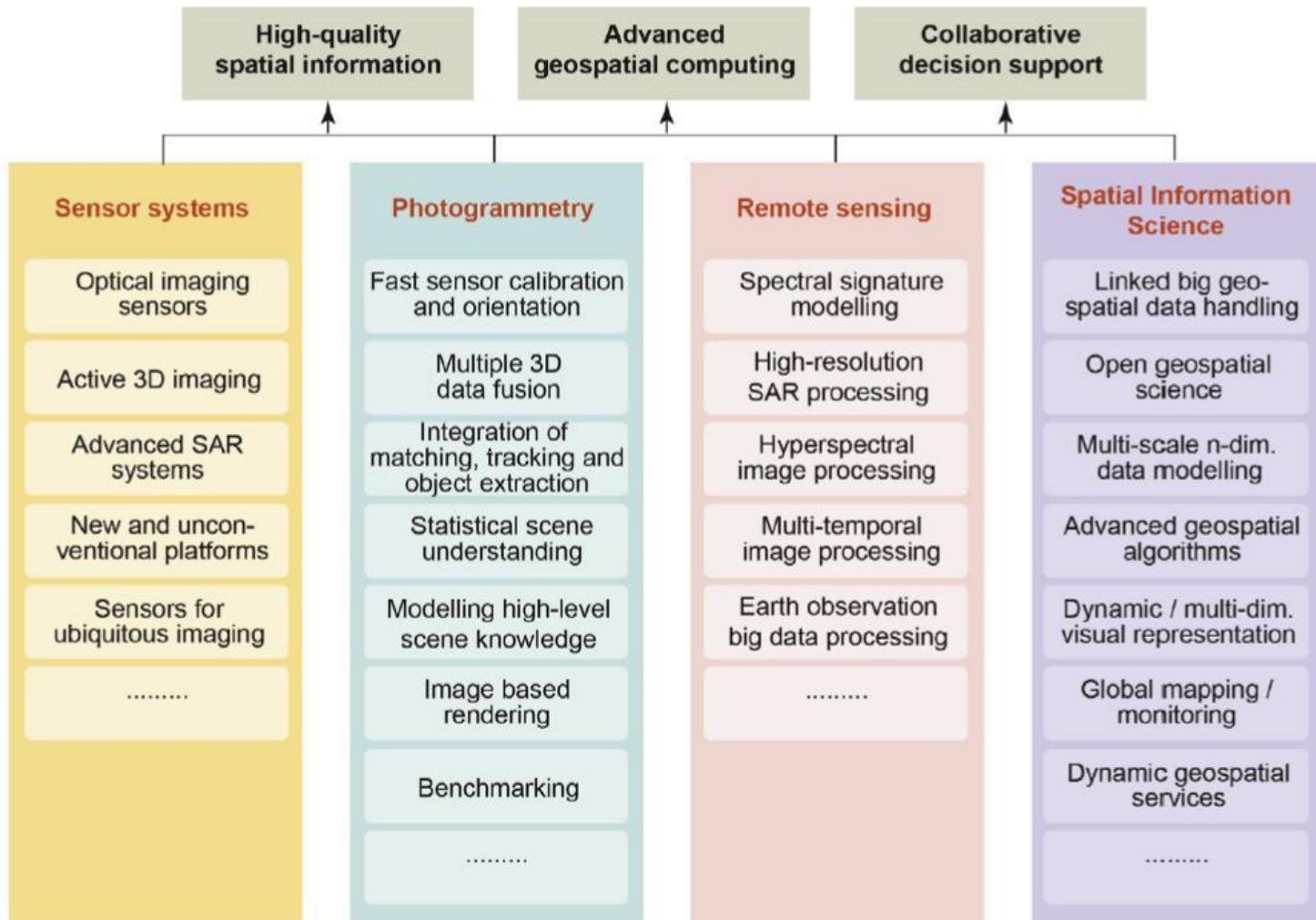
# Kihívások

- Térinformációk: topográfia, földhasználat, kataszter, népesség, szennyeződések stb.
- Big data kezelés, feldolgozás
- Data fusion
- Adatok elérése
- Elosztott rendszerek alkalmazása

# Új technológiák, módszerek

- Technológiák
  - UAV/UAS
  - InSAR, PS-InSAR (légi és űr)
  - Amatőr kamerák és helymeghatározó eszközök
- Geometriai információk
  - Structure from motion – SFM
  - Simultaneous localisation and mapping – SLAM
  - Dense3D
- Tematikus információk
  - Support vector machine – SVM
  - Random forests – RF
- Vizualizáció
  - 3D
  - Online
  - VR/AR

# Kutatási területek - ISPRS



# Történeti áttekintés

- Fotogrammetria
  - Közel
  - Légi
- Úrfelvételek
  - Tematikus távérzékelő holdak
  - Nagy felbontású fényképező holdak
- Radar/IfSAR
  - Légi
  - Úr
- LiDAR
  - Földi
  - Légi
  - Mobil
- Egyéb
  - Mélységkamera, infra, tárgyszkenner stb.

# Evolúció - magánszektor

- 1990-ig a távérzékelés kormányzati terület
  - Fotogrammetria: magánszektor is
- 90-es évek közepétől változás
  - Magáncégek (pl. DigitalGlobe)
  - Online térkép almazások (pl. MapQuest, googlemaps, yahoo map)
  - Navigációs rendszerek (integrált - pda – pna – okostelefon)
  - Alacsonyabb rendű (pl. önkormányzati) igény távérzékelt adatokra
  - Magáncégek az űrkutatásban
  - Elérhető GIS megoldások (pl. ESRI ArcGIS, nyílt csomagok)

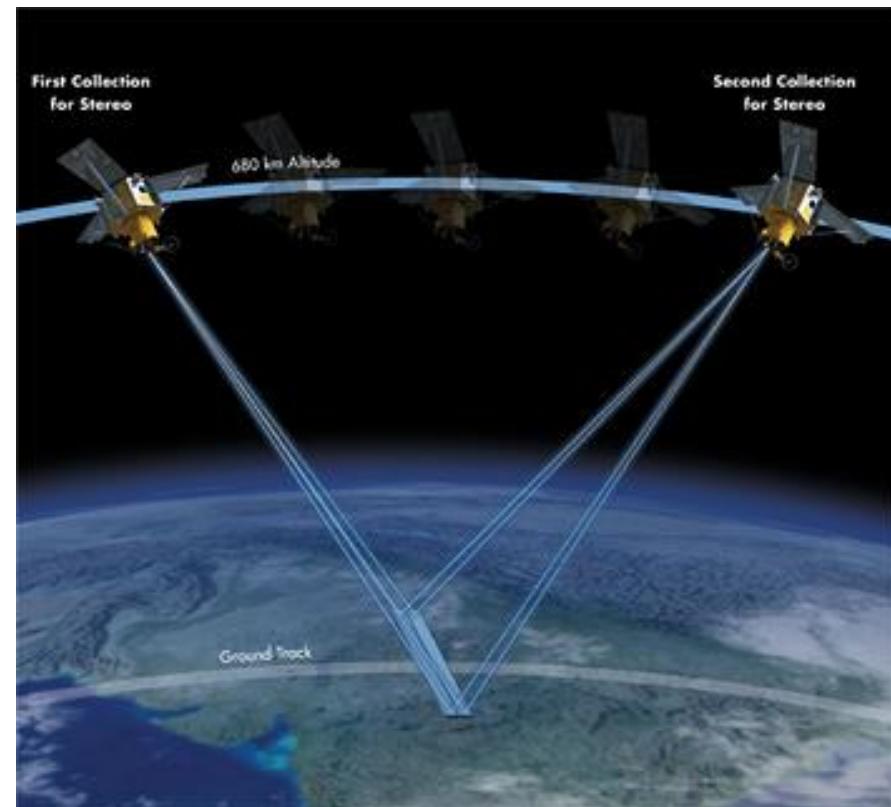
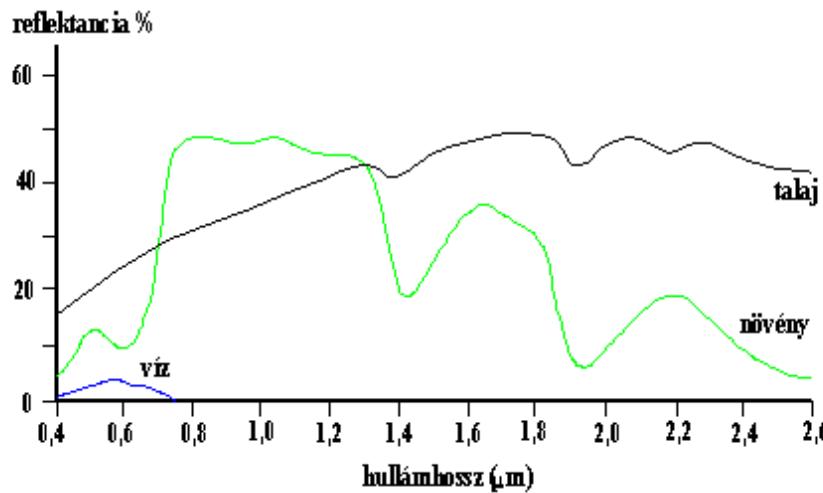
# Fotogrammetria

- Történelem
  - Földi: 1800-as évek vége
  - Légi: II. vh előtt
- Fotogrammetria trendek ma
  - Amatőr kamerák használata
  - Digitális kamerák terjedése
  - dense3D
  - Adat fúzió
  - Ferde tengelyű érzékelés
  - Szkennelés
  - UAV



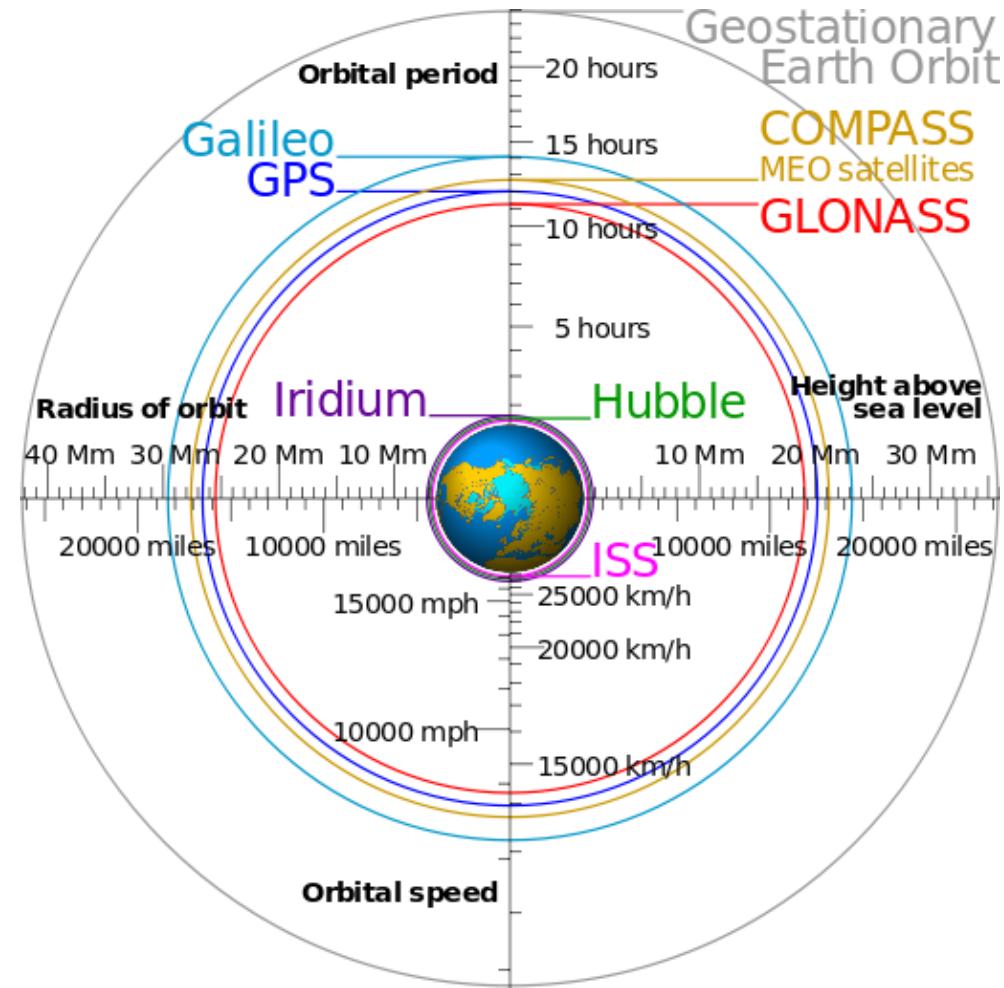
# Műholdas távérzékelés

- Tematikus térképező holdak
- Nagyfelbontású (vagy „szuper felbontású”) ūrfelvételek
  - sztereo
- Radar – IfSAR
  - Műhold
  - Úrsikló



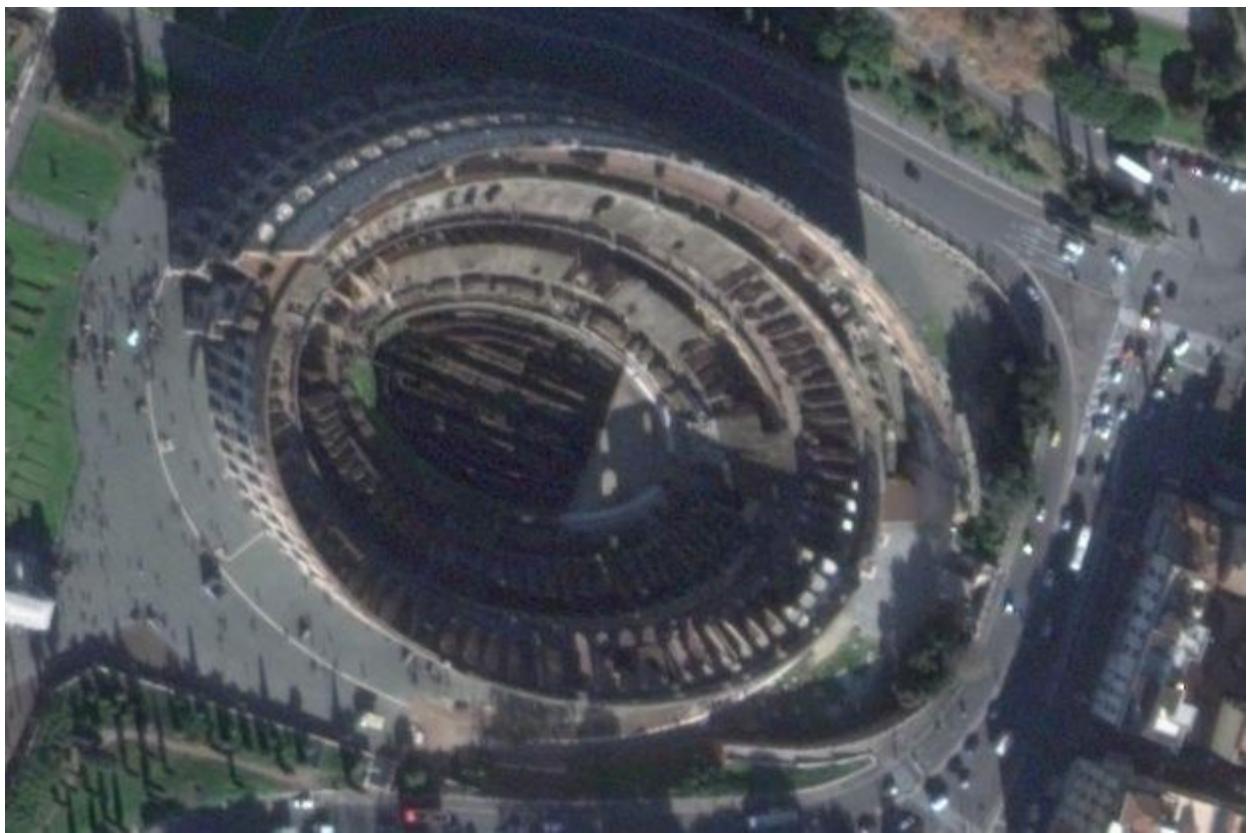
# Űreszközök

- Galileo 23 222 km
- Beidou 21 250 km
- GPS 20 200 km
- GLONASS 19 100
- Radarsat 798 km
- Envisat 790 km
- Iridium (66 műhold) 781 km
- ERS 780 km
- WorldView-2 770 km
- LandSAT 7-8 705 km
- Spot 6-7 694 km
- Pleiades 1A és 1B 694 km
- Ikonos, GeoEye 1 (2) 681 km
- WorldView-3 620 km
- Hubble 569 km
- WorldView-1 496 km
- Quickbird 482 km
- ISS 330-435 km
- Úrsikló 190-960 km (SRTM 233 km)



# Távérzékelés ma

- 1970-80-as évektől: Landsat, Spot
  - 1999-2000-től: Quickbird, Ikonos
  - 2007-től: Geoeye, WorldView
- 
- IfSAR, DInSAR
  - LiDAR



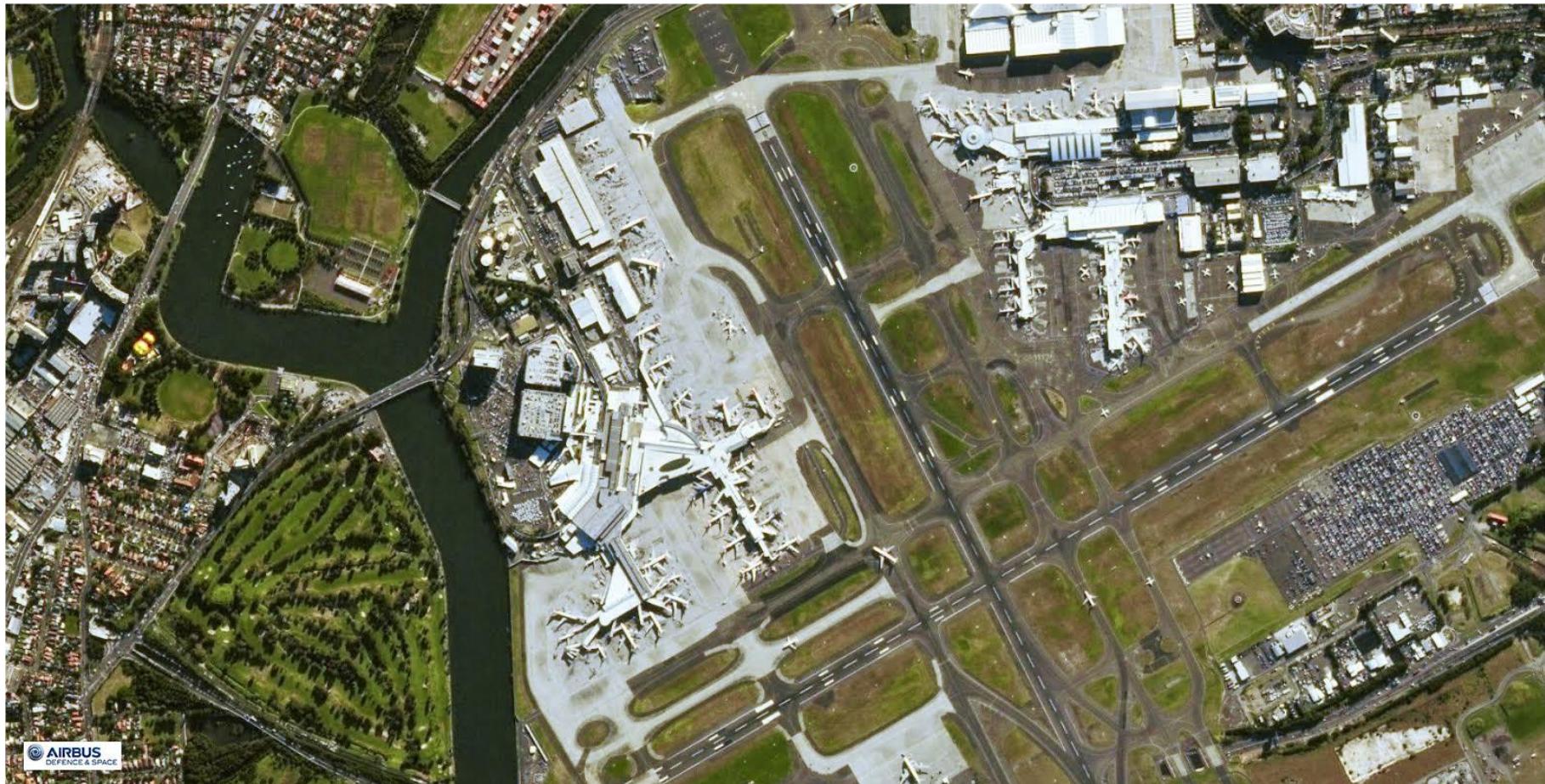


- 12 CAVIS – 30m
- 1 napos visszatérési idő, 680.000 km<sup>2</sup> naponta

- 20
- 16
- Lan
- 15
- 11
- tar



# Spot 7

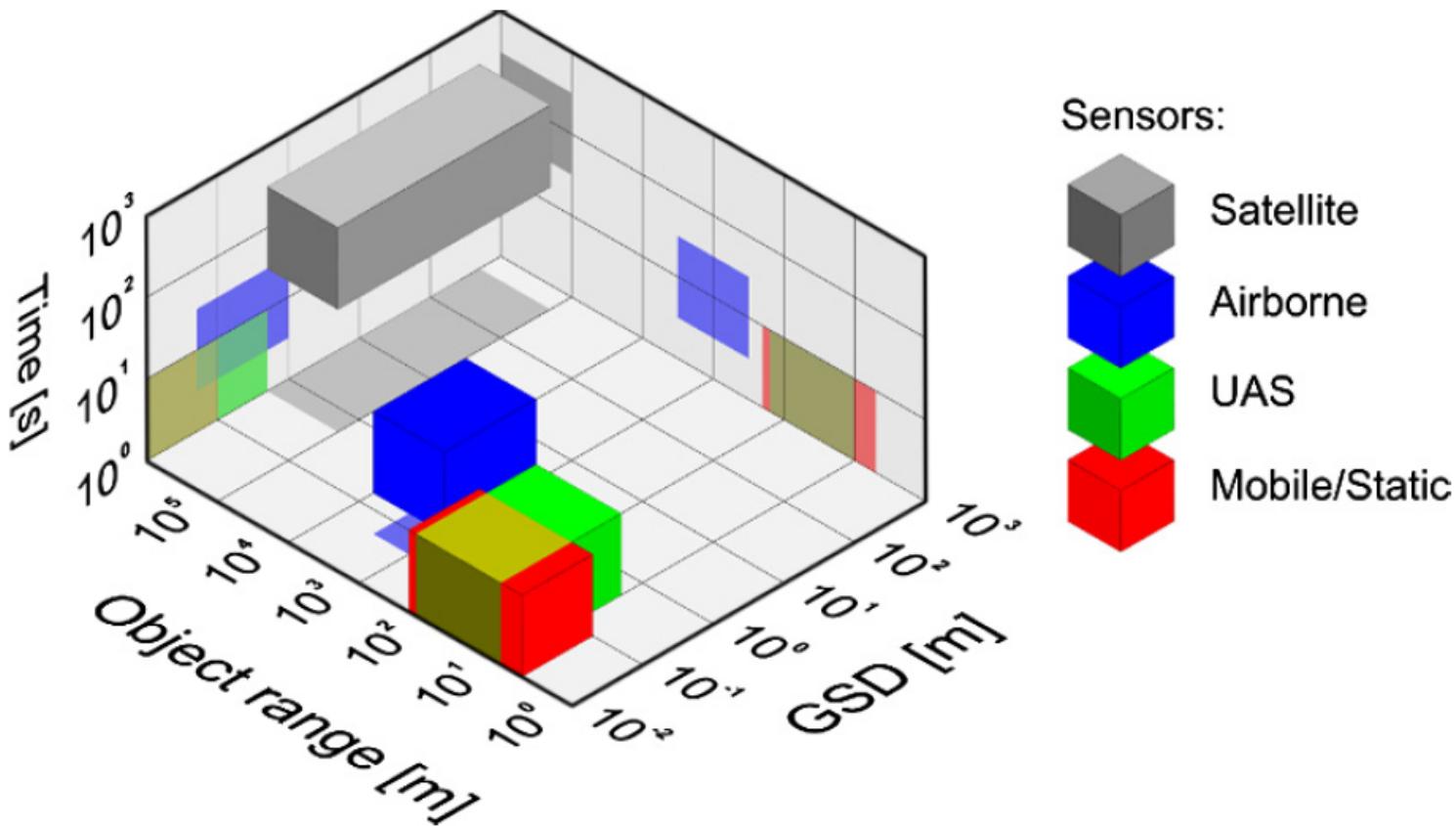


# Kis méretű objektumok felmérése

- Orvosi érzékelés
  - Röntgen
  - CT, MR
  - Spektográf
- Kézi szkennerek
  - Dávid szkenner
  - Optikai-mintás
  - Sztereo optikai
- Földi lézerszkennerek



# Szenzor platform - GSD



# Platformok

Typical sensor and platform configurations with main operational parameters.

| Applicability and operation aspects | Data acquisition platforms |                  |                       |                        |                  |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|
|                                     | Satellite (spaceborne)     | Airborne         | UAS                   | Mobile/static (ground) | Crowdsensed      |
| Maneuverability                     | No/limited                 | Moderate         | High                  | Limited                | High             |
| Observation space                   | Worldwide                  | Regional         | Local                 | Local                  | Local            |
| Sensor diversity                    | MS/HSI/SAR                 | MS/HSI/LiDAR/SAR | MS (LiDAR/HSI)        | MS/LiDAR (HSI)         | MS/video         |
| Environment                         | Outdoors                   | Outdoors         | Outdoors/indoors      | Outdoors/indoors       | Outdoors/indoors |
| Scale (inverse sensor range)        | Small                      | Small/medium     | Medium/large          | Medium/large           | Medium/large     |
| Ground coverage                     | Large (10 km)              | Medium (1 km)    | Small (100 m)         | Small (50 m)           | Small (10 m)     |
| FOV                                 | Narrow                     | Wide             | Wide/super wide       | Wide/super wide        | Wide/super wide  |
| Repeat rate                         | Day                        | Hours            | Minutes               | Minutes                | Minutes/seconds  |
| Spatial resolution (GSD)            | 0.30–300 m                 | 5–25 cm          | 1–5 cm                | 1–5 cm                 | 1–5 cm           |
| Spatial accuracy                    | 1–3 m                      | 5–10 cm          | 1–25 cm               | 3–50 cm                | 1–2 m            |
| Deployability                       | Difficult                  | Complex          | Easy                  | Moderate               | Simple           |
| Observability                       | Vertical/oblique           | Vertical/oblique | Vertical/oblique/360° | Oblique/360°           | Oblique          |
| Operational risk                    | Moderate                   | High             | Low                   | Moderate               | No               |
| Cost                                | \$\$\$\$\$                 | \$\$\$           | \$                    | \$\$                   | No               |

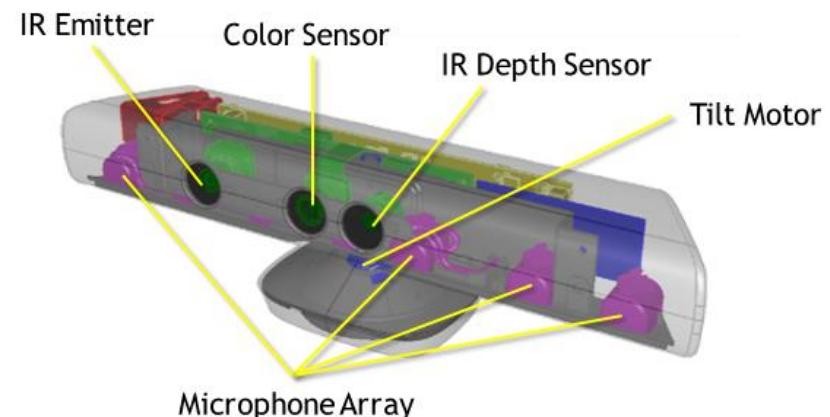
MS: Multispectral, HSI: Hyperspectral Image, LiDAR: Light Detection And Ranging, SAR: Synthetic Aperture Radar.

# Új irányok

- Stratollite
- Cubesat

# Nem térképezési távérzékelés - példák

- DARPA automatikus járművezérlés
  - Google
  - Autógyárak
- Intelligens jármű szenzorok
  - Optikai (sztereo is)
  - Radar
  - Lézer
- Controller
  - Kinect
  - Szemmozgás érzékelés



# (Képalkotó-térképező) tavérzékelés piaca a XI. században

- Terepi/radiometriai/spektrális/temporális felbontás?
- Mezőgazdaság
  - Monitoring, előrejelzés, klímaváltozás, földhasználat
  - Kormányzati szervek, EU, akadémia
- Katasztrófavédelem
  - Kormányzat, polgári védelem, nemzetbiztonság
- Térképi alapok, 2D/3D modellek
  - Kormányzat, katonaság, ipar, kutatás
- Új szereplők, pl. mobil kommunikáció, webes térinformatika, közösségi szolgáltatások

# Paradigmaváltás I.

- Statikus vs. kinematikus módszerek
  - Pontosság biztosítása mozgó platformon is
  - Hatékonyság növelése
- Pont vs. képi érzékelés
  - Földi geodézia feladatok földi/légi képi érzékeléssel
  - Nem technológia váltás, csak súlypont áthelyezés
  - Képi érzékelés terjedése földi felmérésnél

# Paradigmaváltás II.

- Direkt vs. indirekt tájékozás
  - Hely és helyzetmeghatározás fejlődése
  - LiDAR-nál és IfSAR-nál alapkötetelmény
  - Hatékonyság növelése
    - Kevesebb földi előkészítés
    - Rövidebb utófeldolgozás
- Passzív vs. aktív szenzorok
  - Nincs szükség (megvilágításra)
  - Egyes területeken (pl. DDM) teljes dominancia

# Paradigmaváltás III.

- Egyedi szenzor vs. szenzorcsoport
  - Információtartalom növelése
    - Redundancia növelése
    - Egymást kiegészítő információk
- Egyedi vs. együttes szenzor kalibráció
  - Képi szenzorok egyedi kalibrálása (belő tájékozás)
  - Navigációs és érzékelő szenzorok együttes kalibrálása

# Paradigmaváltás IV.

- Kézi vs. automatikus feldolgozás
  - Hagyományos technológiáknál automatizálási szint növekedése (pl. digitális fotogrammetria)
  - Új technológiák eleve automatikus eljárásokra épülnek
- Utó vs. valósidejű feldolgozás
  - Valósidejű navigációs megoldással akár azonnal előállítható tájékozott adatsor, felszínmodell

# Paradigmaváltás V.

- 2D vs. 3D
  - Térképek, termékek
  - Alkalmazások, szolgáltatások
- Dediált pontok vs. felület
  - Mérés előre meghatározott pontokban
  - Teljes felületi, később más célra is hasznosítható eredmény

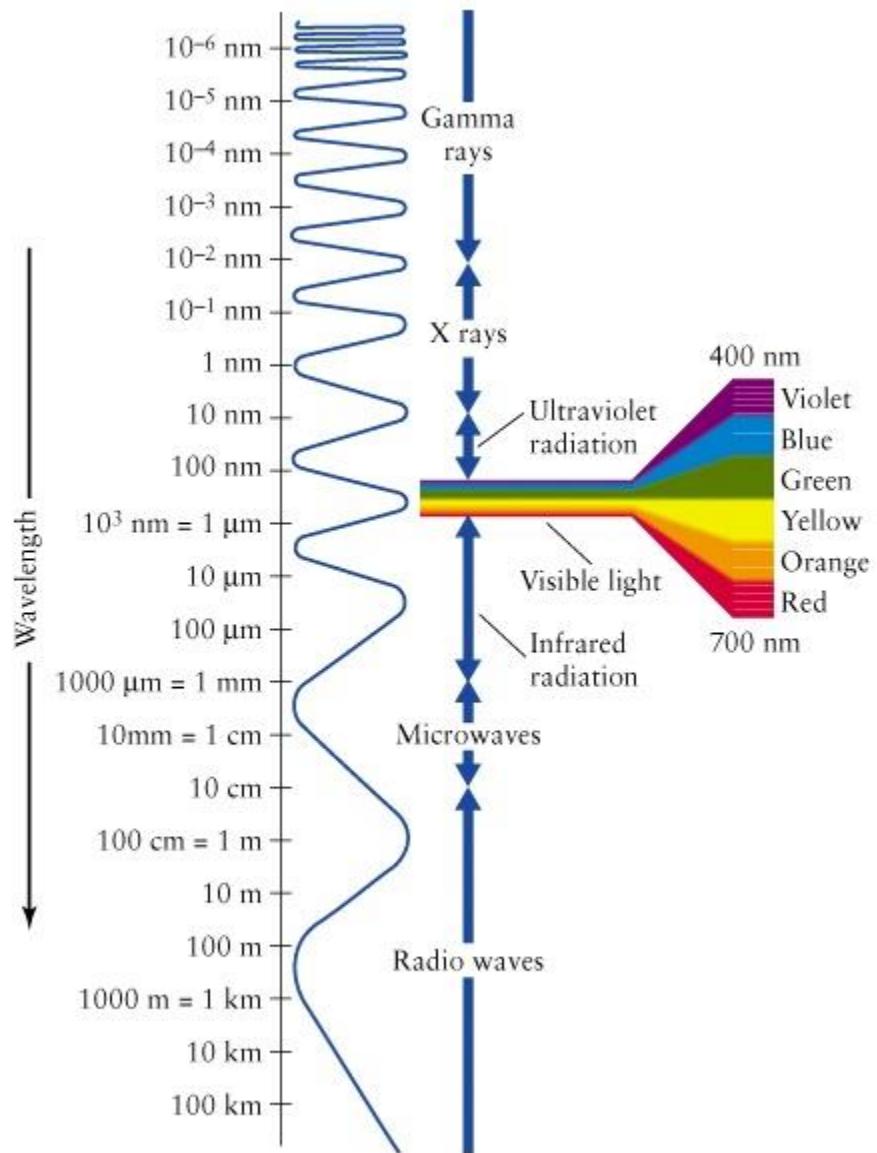
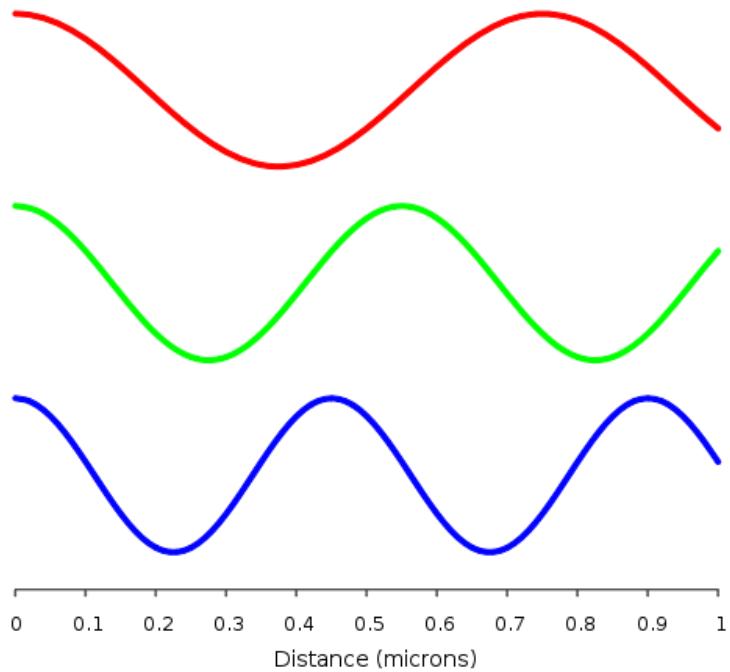
# Gazdasági szempontok

- Szenzor árak
- Szakmai hozzáértés „ára”
- Adat árak
- Adatgyűjtés (pl. repülés) ára
  - Lefedettség
  - Időigény
- Adat élettartam
- Megoszthatóság, jogi kérdések

# Távérzékelés ma

- Földi-, légi-, ūrtávérzékelés
- Aktív és passzív szenzorok, pontfelhők és képek
- Szenzor és adat egyesítés
- Fotogrammetria
- Amatőr világ
  - Amatőr szenzorok – amatőr felhasználók
  - Fél amatőr szenzorok
  - Közösségi adatnyerés, crowdsourcing vagy VGI (volunteered geographic information)

# Infra



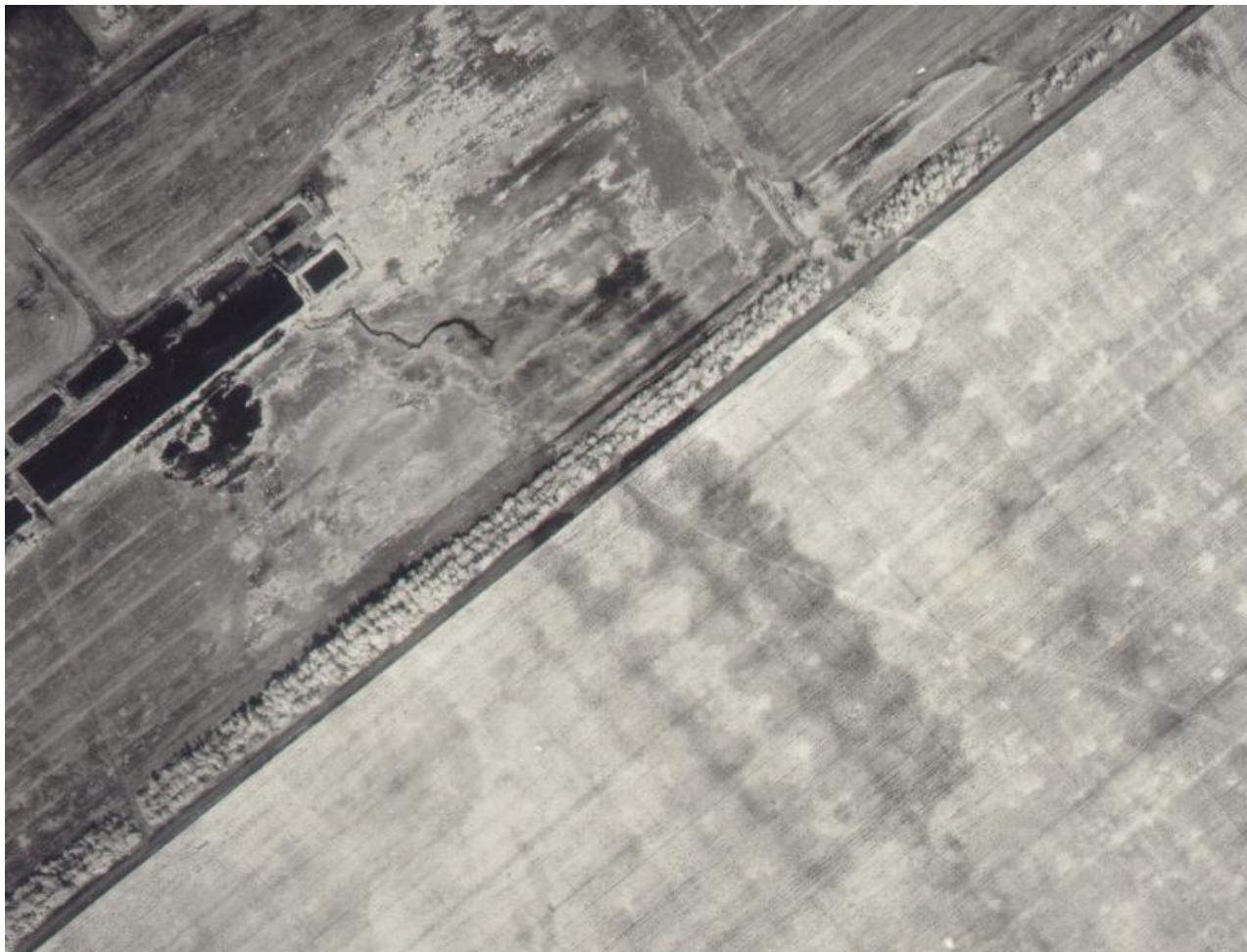
# Légifényképezés infravörös filmmel

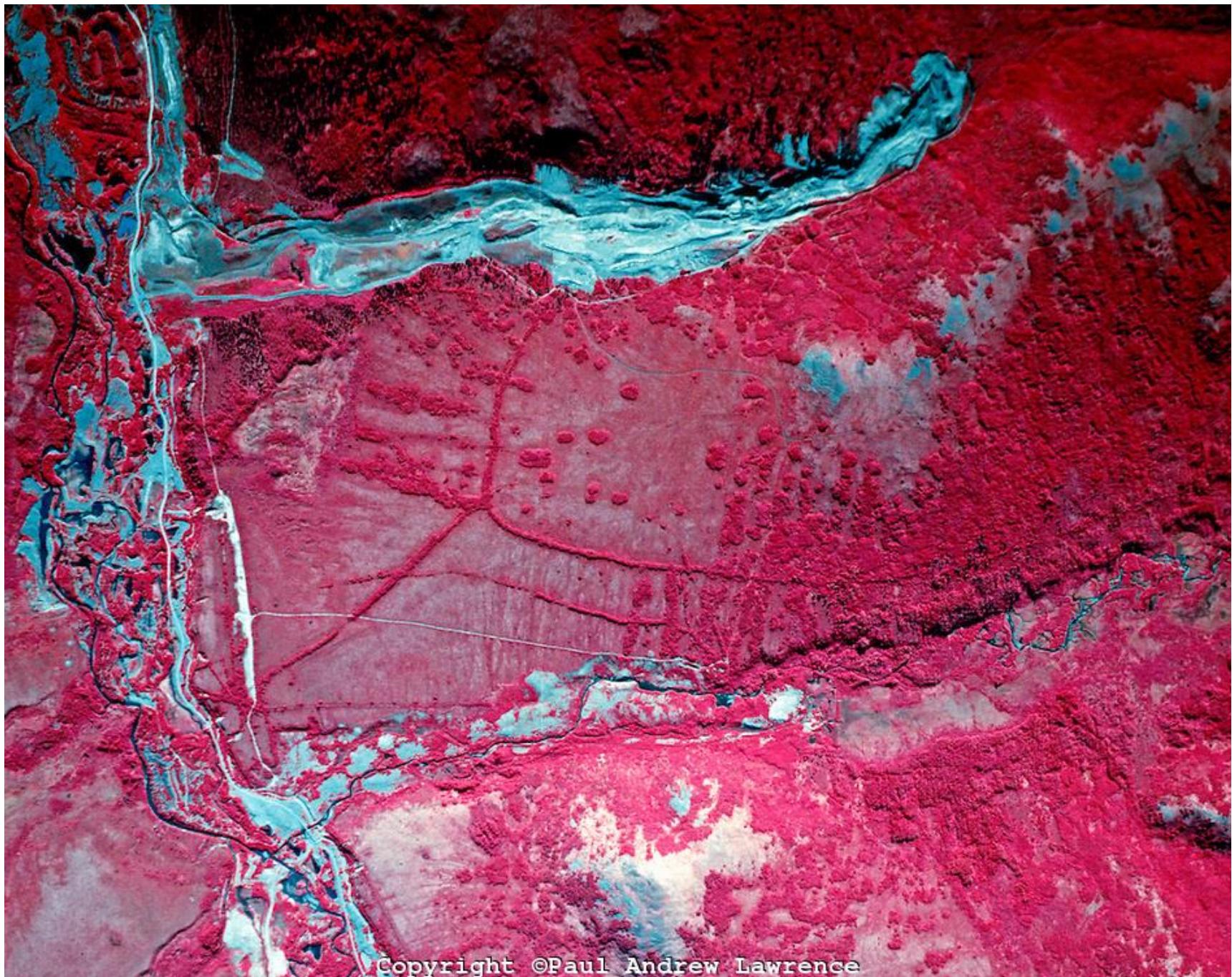
- PI. KODAK AEROCHROME III Infrared Film 1443



# Természeti monitorozás

- Mosonmagyaróvár

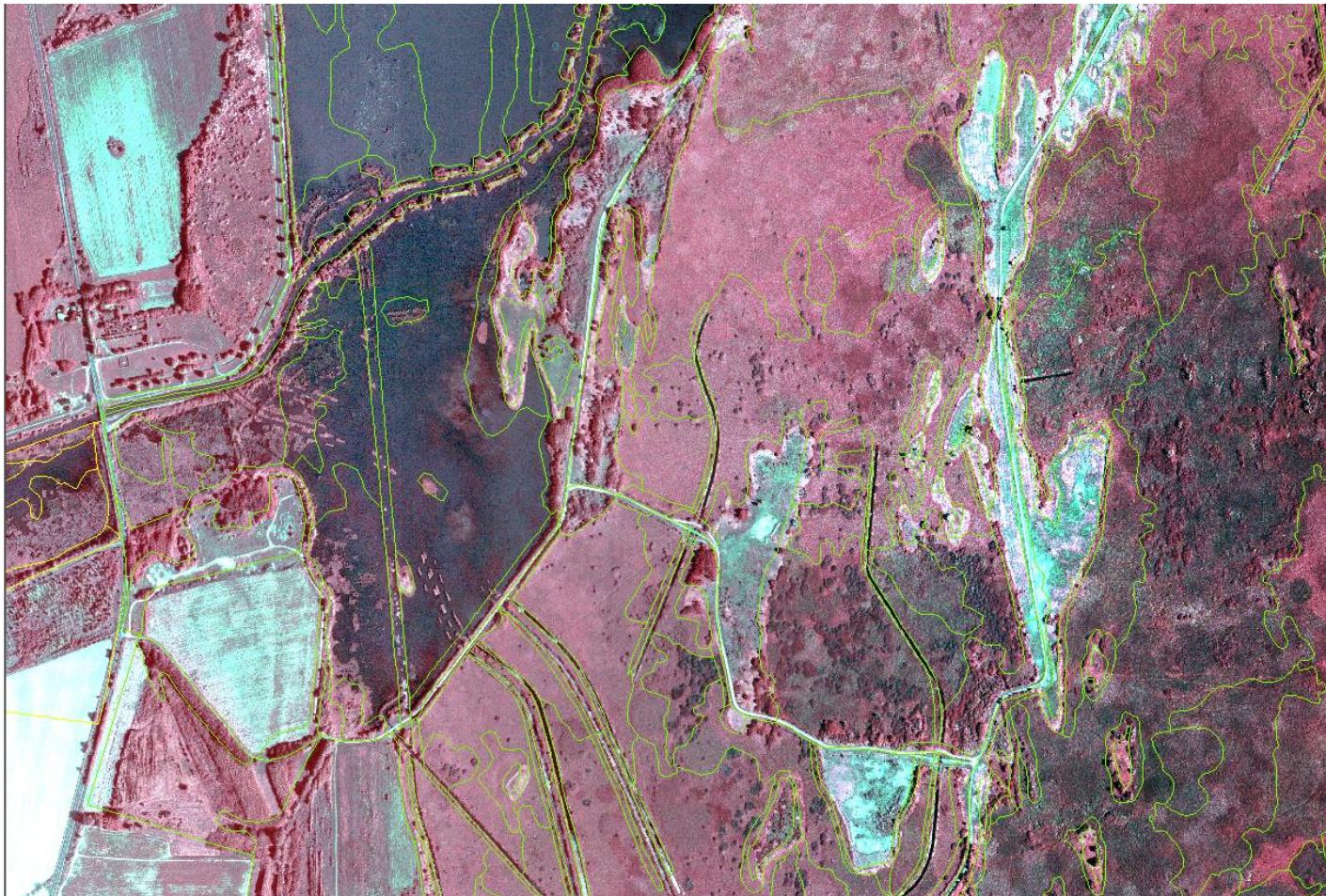




Copyright ©Paul Andrew Lawrence

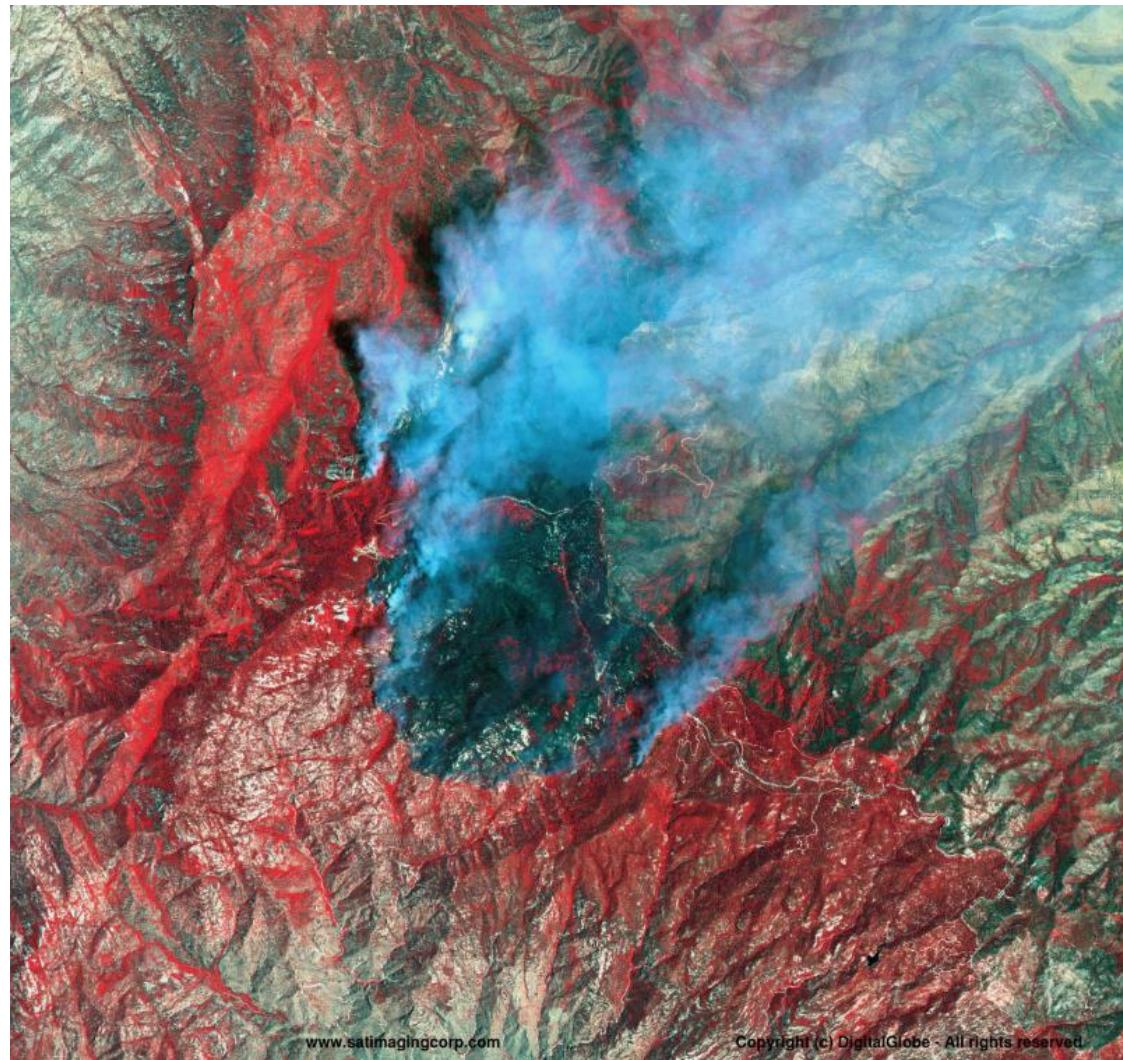
# Színes infrafelvétel (CIR) kiértékelése

- Kisbalaton: növényzet és tóállapot monitoring



# Erdőtűz monitorozása

- Arizona, USA
- Quickbird-kép



# Növényzetkárosodás vizsgálata

- Balatonkenese



# Légszennyezés vizsgálata

- Várpalota - Inota

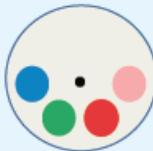
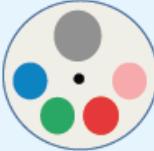
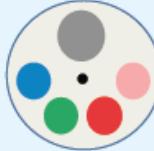
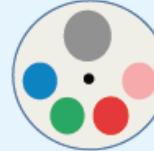


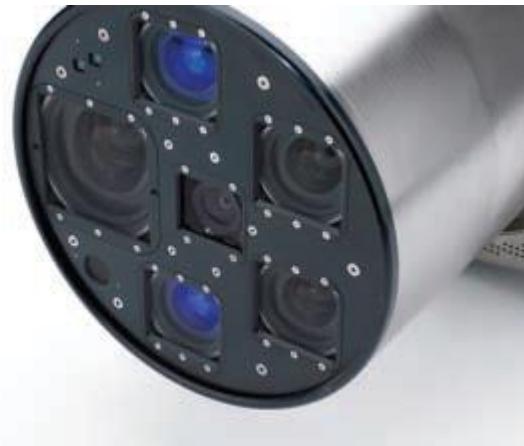
# Infravörös kamerák

- Földi fényképező kamerák
- Légifényképező kamerák
- Műholdas érzékelők
- Ipari kamerák
- Csillagászati kamerák

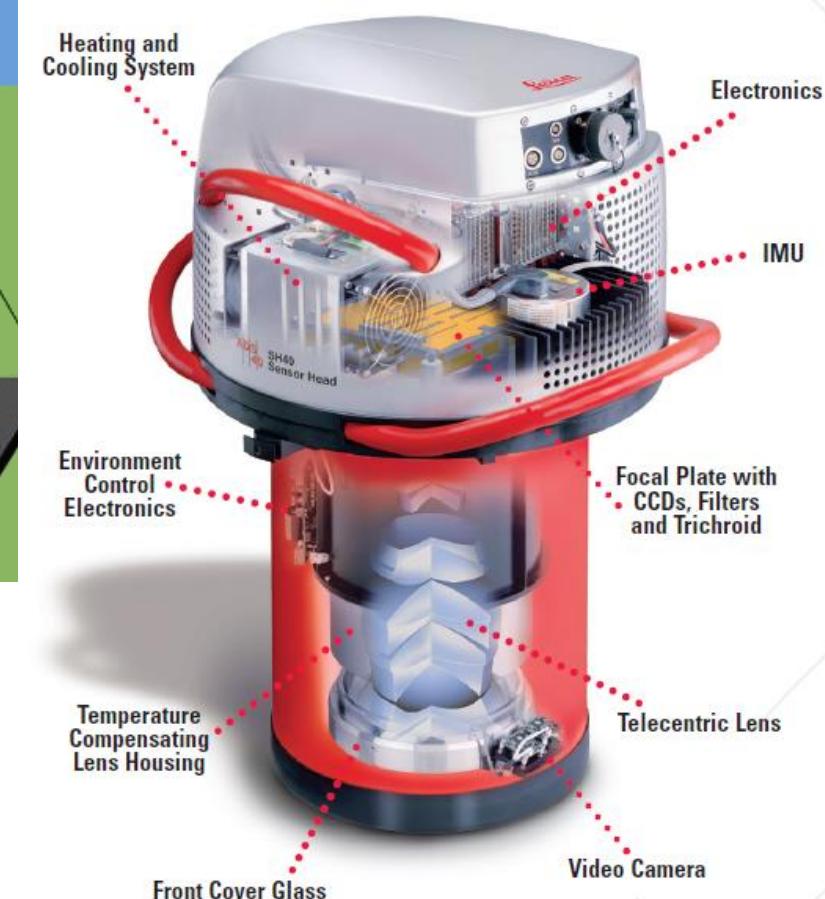
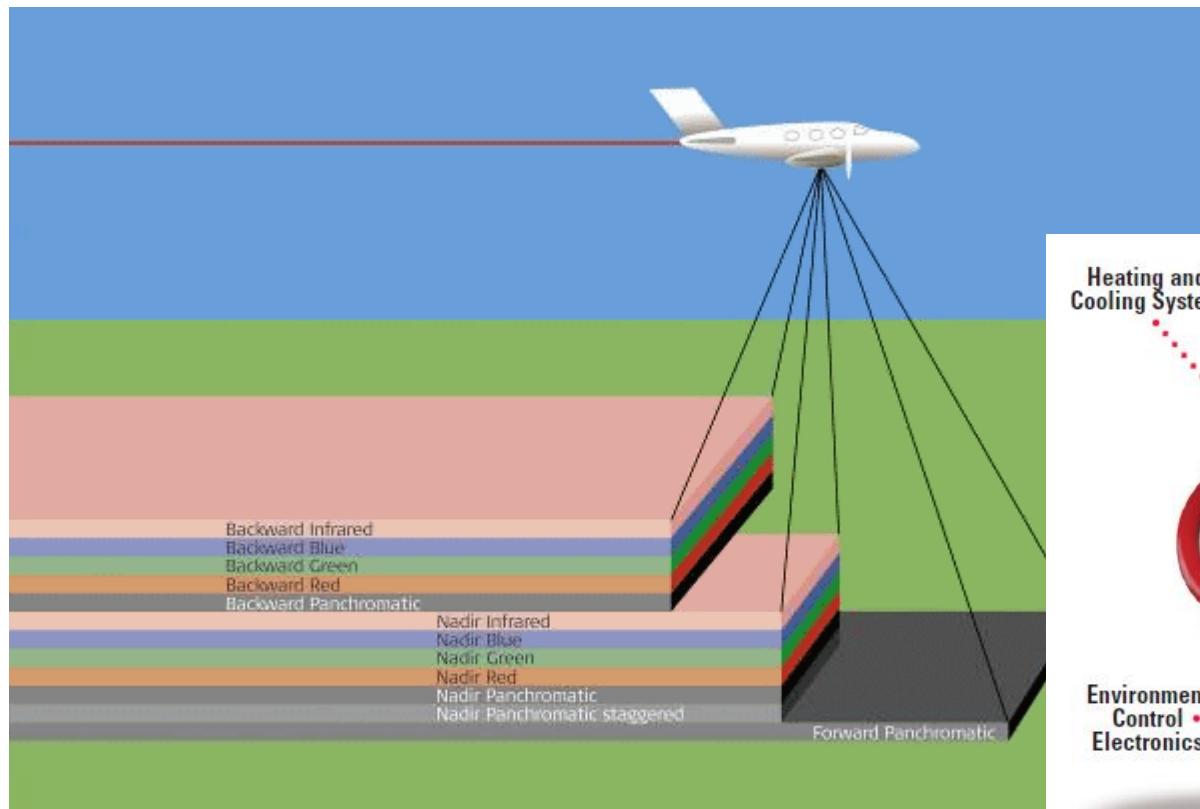
# Infravörös légifényképező kamera: Intergraph DMC



| RMK D  | DMC II <sub>140</sub>   | DMC II <sub>230</sub>   | DMC II <sub>250</sub>   |
|--|---|---|---|
| Multi-spectral sensor, including 4 camera heads, RGB, and NIR<br> | Multi-spectral sensor, including 5 camera heads, RGB, NIR, and PAN<br> | Multi-spectral sensor, including 5 camera heads, RGB, NIR, and PAN<br> | Multi-spectral sensor, including 5 camera heads, RGB, NIR, and PAN<br> |



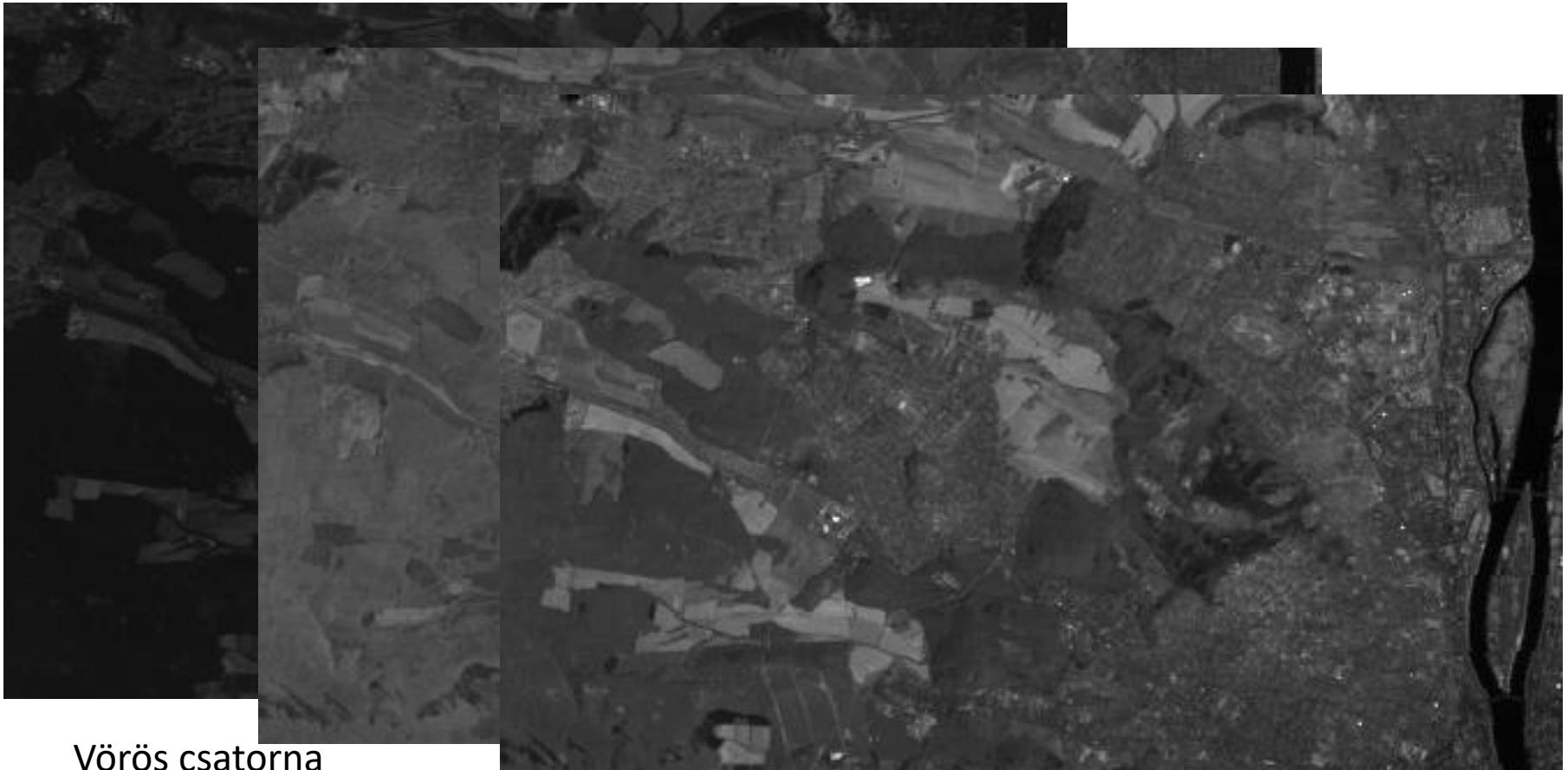
# Infravörös légifényképező kamera: Leica ADS40



# Infravörös légifényképező kamera: Vexel UltraCamX



# Úrfelvételek

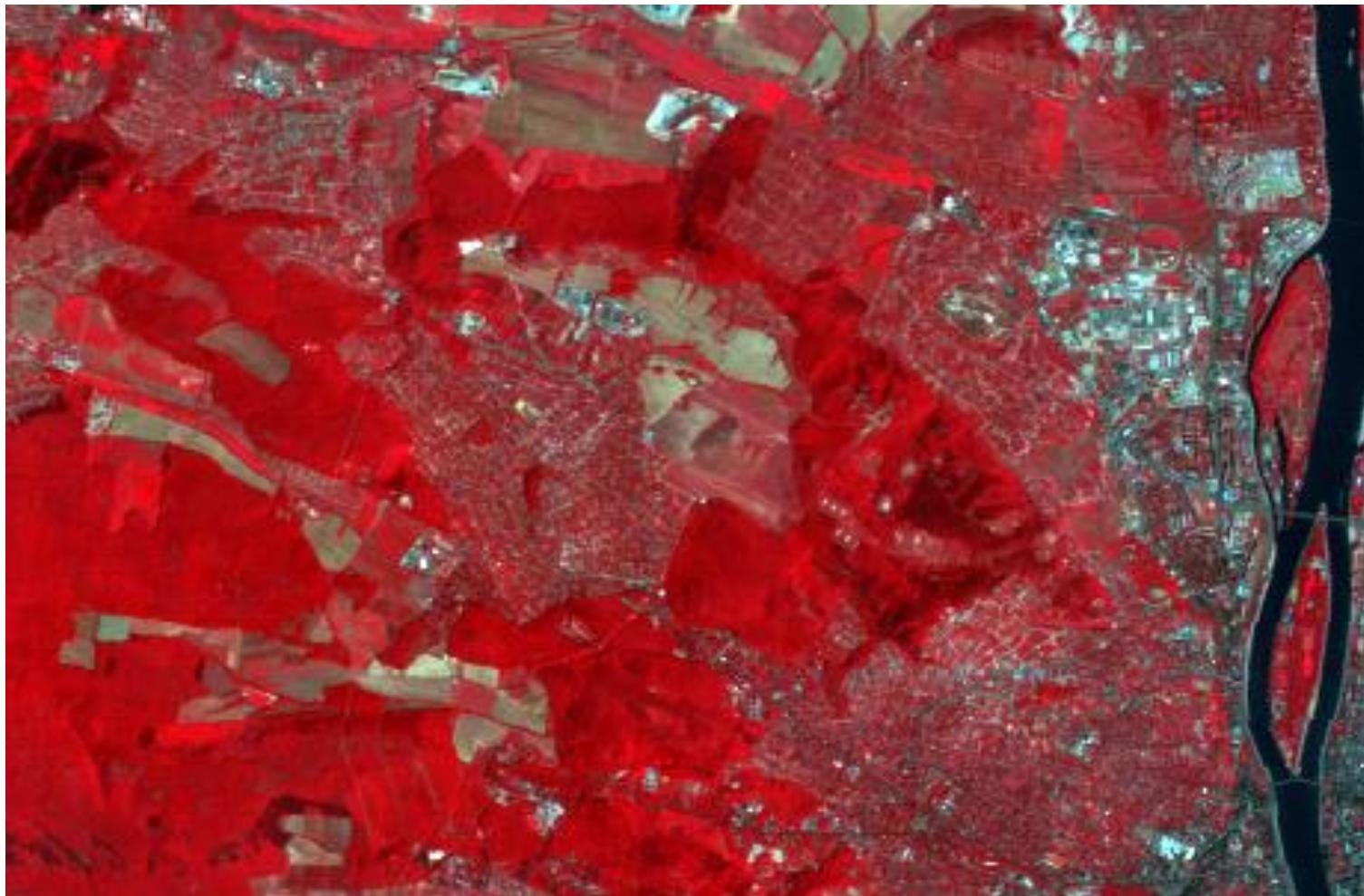


Vörös csatorna  
(3)

Közeli infravörös csatorna  
(4)

Közepes infravörös csatorna (5)

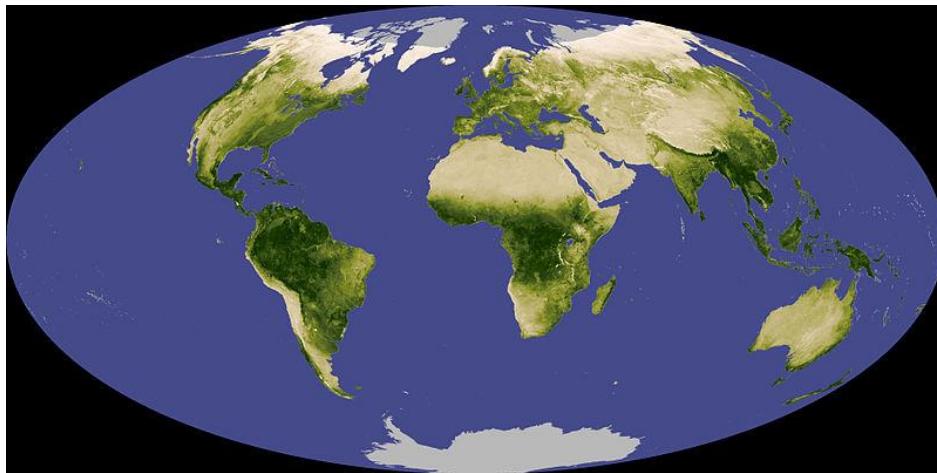
# Infravörös kompozitkép



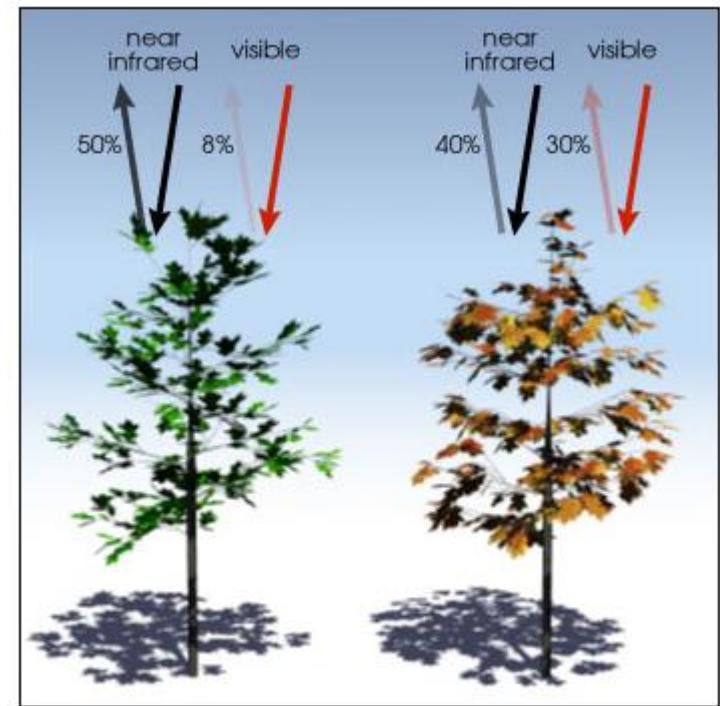
4-3-2 csatornák

# Infravörös képfeldolgozás: egy példa

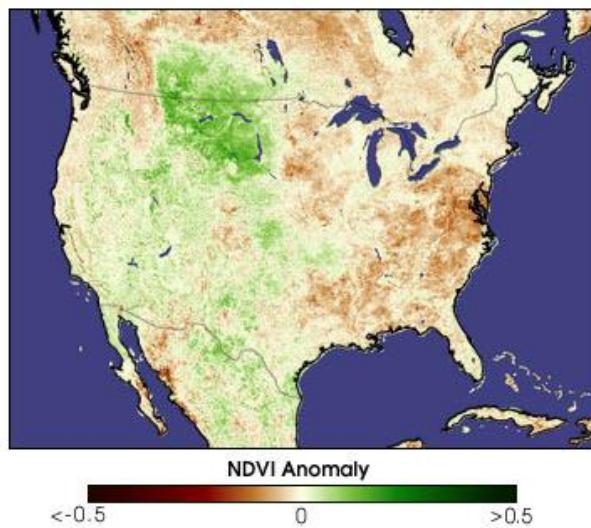
- Normalizált differenciált vegetációs index (NDVI):



$$(IR-R)/(IR+R)$$



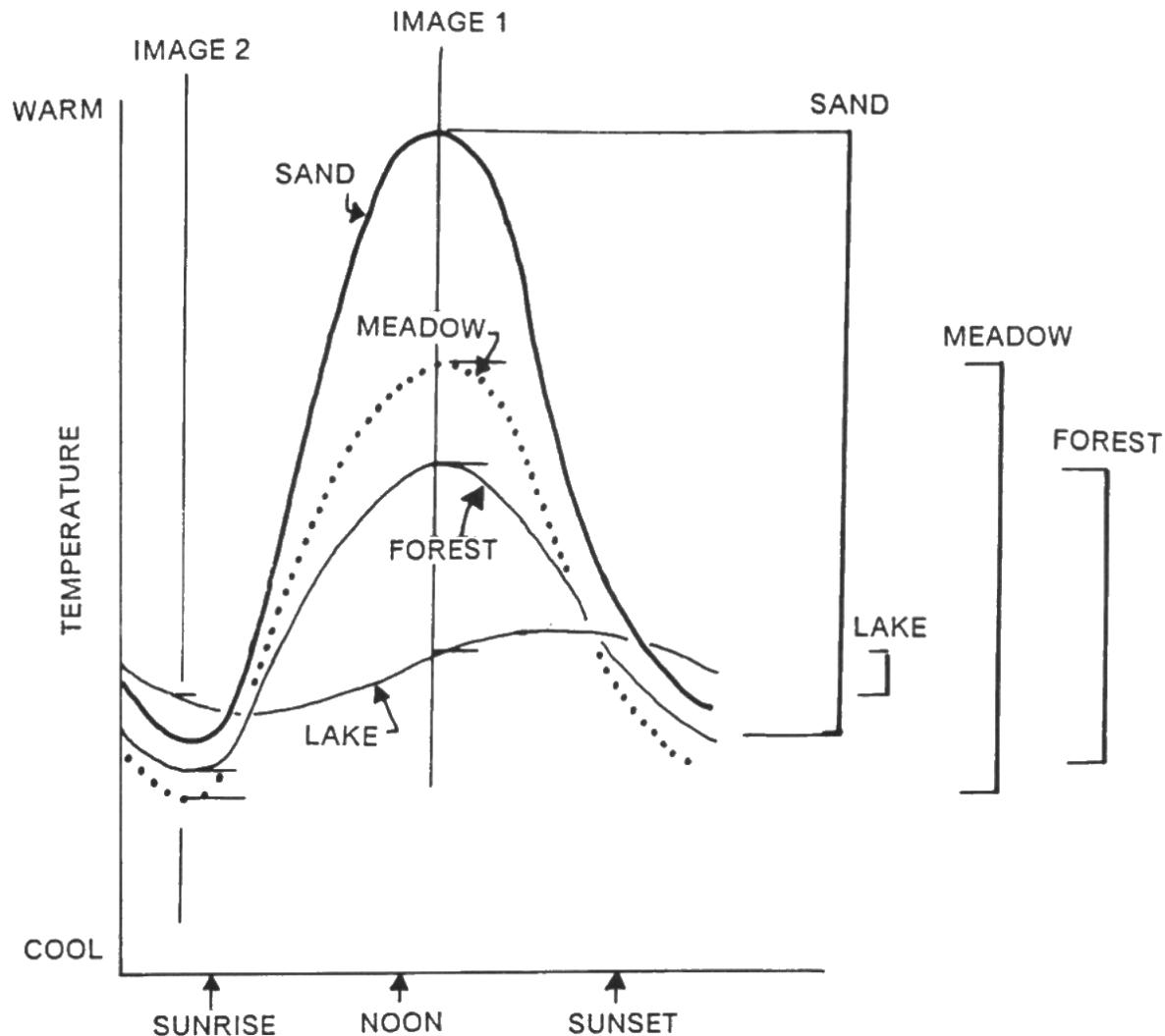
Elsivatagosodás:



$$\frac{(0.50 - 0.08)}{(0.50 + 0.08)} = 0.72$$

$$\frac{(0.4 - 0.30)}{(0.4 + 0.30)} = 0.14$$

# Hősugárzás időbeli változása



# Földi/kézi termokamerák

InfraTec

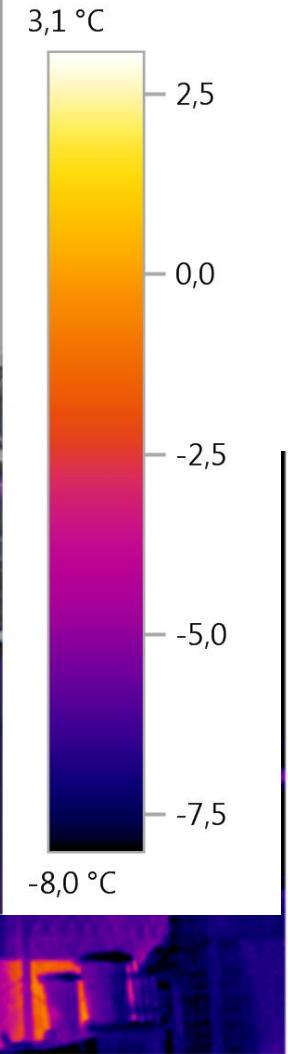
InfraTec

InfraTec

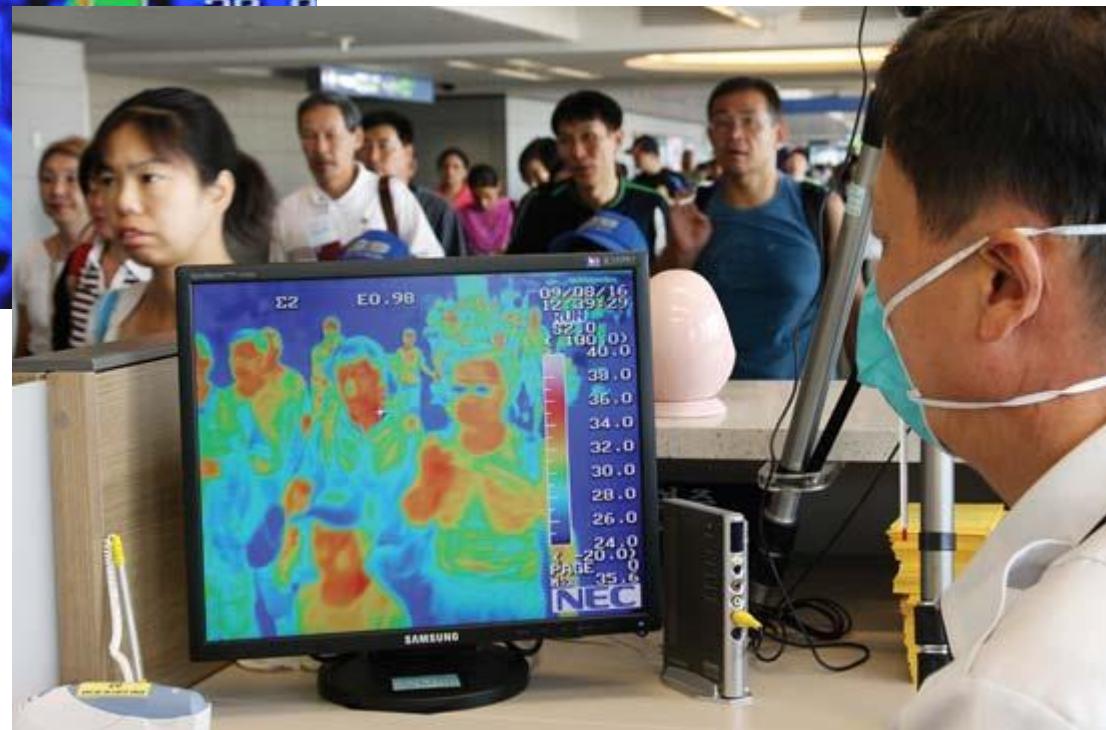
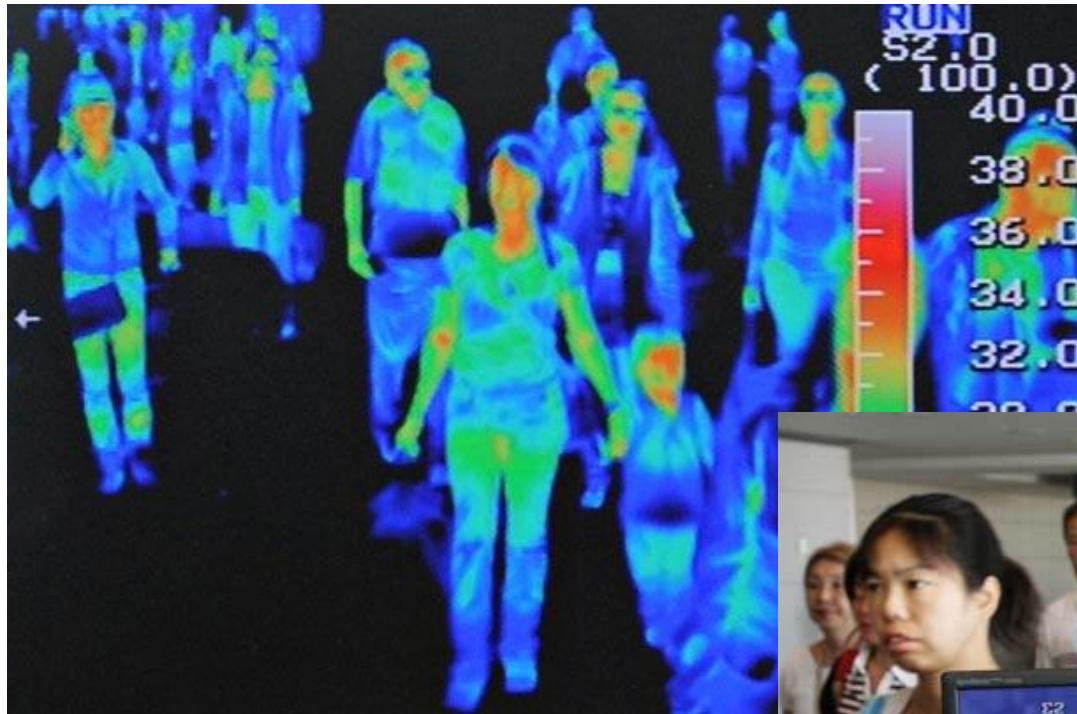


Wir messen es. **testo**

# Épületvizsgálat



# Influenza-figyelő kamerák



# Termokamerás és lézerszkenneres

Detailansicht Status Einstellungen

Fahrzeuge

26.09.2012 13:24:23 244.6 °C  
Alarm (bearbeitet)

26.09.2012 13:22:28 162.0 °C  
Alarm (bearbeitet)

26.09.2012 13:22:21 502.3 °C  
Alarm (bearbeitet)

Allgemeine Informationen

Zeit 26.09.2012 13:24:23  
vor 2 Minuten

Geschwindigkeit 17 km/h

Breite 3.20 m

Höhe 4.18 m

Länge 16.19 m

Kategorie LKW Sattelzug

Fahrzeugteile

|          |          |
|----------|----------|
| Fahrzeug | 244.6 °C |
| Kabine   | 29.2 °C  |
| Ladung   | 51.3 °C  |
| Motor    | 244.6 °C |
| Hot-Spot | 244.6 °C |
| Hot-Spot | 84.9 °C  |
| Hot-Spot | 85.2 °C  |
| Hot-Spot | 138.4 °C |
| Hot-Spot | 79.7 °C  |
| Hot-Spot | 62.1 °C  |

3D-Modell und Thermographie

Einstellungen

Seitenbilder

Nachbearbeitung

Beurteilung: Reifen, Massnahme: Mech. Inspektion

Bemerkungen: bei genauer nachkontrolle des gesamten lkw 2. rad  
bremsscheibe nachröhren

Visum: 26.07.2012 14:34:40, axuser

Fall übernehmen

Alarm (bestätigt)

250 °C

25 °C

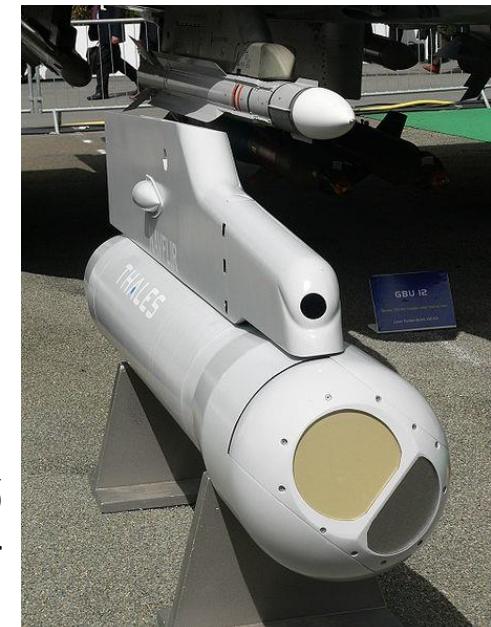
# Forward Looking InfraRed (FLIR)

- Katonai és civil repülésben alkalmazott képalkotó megoldás az infravörös – főként a termális infravörös – sugárzás érzékelésére
- Hűtött és nem hűtött változatokban egyaránt



Francia katonai helikopter FLIR-fejjel

Thales FLIR-érzékelő rendszer



# Hasonló rendszerek

- FLIR: Forward Looking Infrared
- SLIR: Sideways Looking Infrared
- DLIR: Downward Looking Infrared



# Az Open Skies szerződés szerinti érzékelők

- Eredetileg 1992-ben aláírt, 2002-ben hatályba lépett katonai verzió, 34 ratifikáló állammal
- „Open Skies aircraft may have video, optical panoramic and framing cameras for daylight photography, **infra-red line scanners for a day/night capability**, and synthetic aperture radar for a day/night all weather capability.”

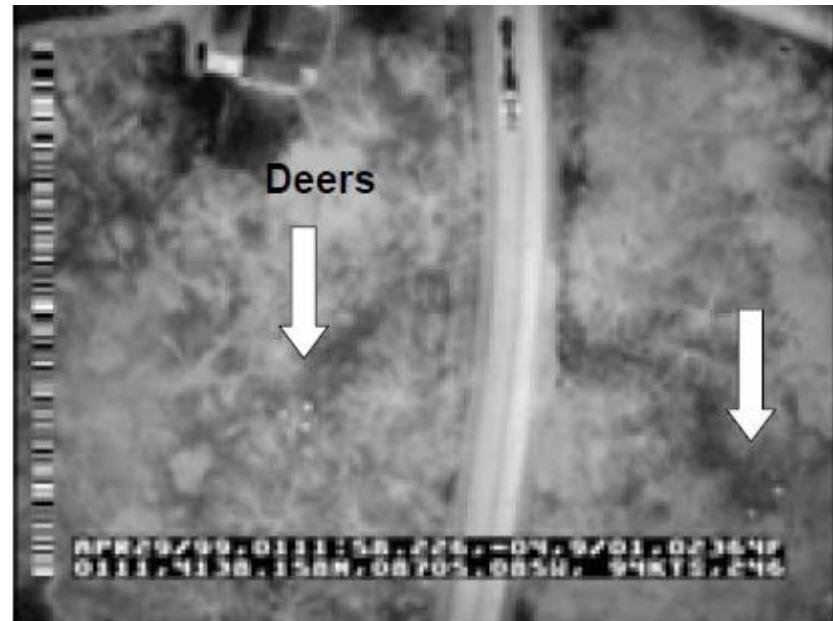
# Alkalmazó: német Marine

- Szennyezés-kutatás (Open Skies 2004 október, Cmdr P. Weiler)
- Dornier DO 228 LM
- IR/UV szenzor
- FLIR/CALI szenzor



# Alkalmazó: spanyol Open Skies Section Verification Unit

- Állatkövetés
- Vízszennyezés
- Erdőtűz



RPN/9/99.0111:53.228,-04.9701.023548  
0111.4138.158N,08705.085W, 948T5,296

# Infrared Line Scanner (IRLS) hordozók (felderítő gépek)

- Boeing OC-135B
- Dassault Mirage IV CT52
- Tupolev Tu-22R



# F-14 Tomcat („Top Gun”) kamerarendszere IRLS-sel



# IRST: Infra-Red Search and Track

- Automatikus, passzív tárgykövető megoldás: vízszintesen forgó IR-érzékelővel



SU-27 UB pilótafülke

# Irodalom

- Albertz, J. – Wiggenhagen, M. (2009): Taschenbuch zur Photogrammetrie und Fernerkundung, Wichmann
- Campbell, J.B. (1996): Introduction to Remote Sensing, Taylor&Francis
- McGlone, C. (ed.)(2004): Manual of Photogrammetry, ASPRS
- [www.flir.com](http://www.flir.com)
- [www.kodak.com](http://www.kodak.com)
- [www.testo.de](http://www.testo.de)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)