

Modern hiperspektrális adatfelvételezési és feldolgozási módszerek

Burai Péter ⁽¹⁾ Jung András ⁽²⁾ Bekő László ⁽¹⁾ Lénárt Csaba⁽¹⁾ Tomor Tamás ⁽¹⁾

1. Debreceni Egyetem, Távérzékelési Szolgáltató Központ,

2. Szent István Egyetem, Műszaki Tanszék

Tartalom

- Platformok
- Szenzorok
- Adatfeldolgozás
- Kutatási területek, alkalmazások

Hiperspektrális platformok

jellemző
magasságok

500-1000km

Műholdak

Megjelentek a kis méretű szenzorok:
„CubeSat” (max 1,33kg)



500-8000m

Légi járművek



20-200m

Pilóta nélküli légi
járművek

High Altitude Long Endurance Unmanned
Aerial Vehicles (HALE UAV)



0,01-100m

Földközeli távérzékelés

Kis méretű kézi szenzorok, önjáró robotok

Néhány hiperspektrális műhold technikai specifikációja

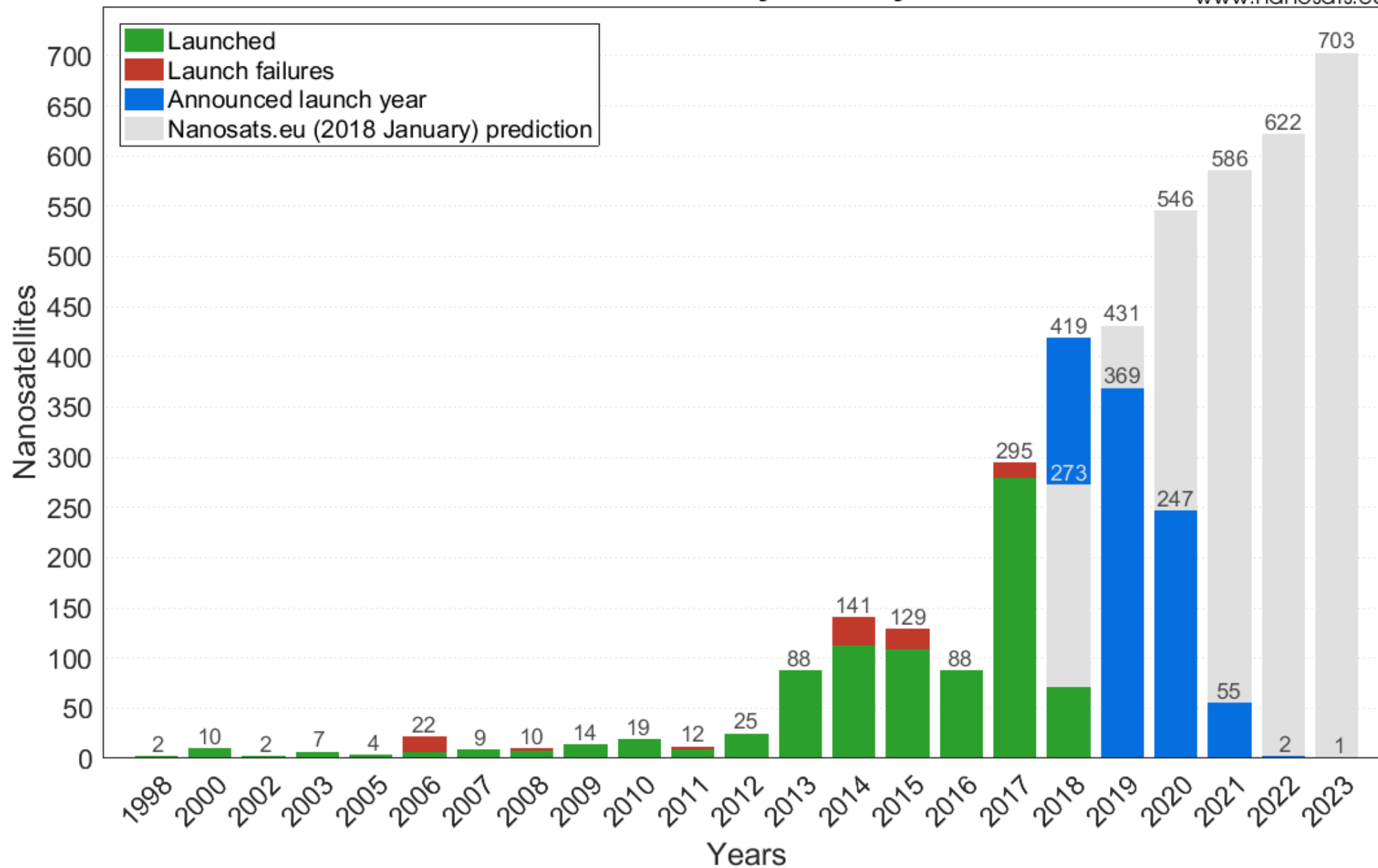
szenzor	terepi felbontás (m)	spektrális csatornák száma	spektrális tartomány (nm)	pásztázási szélesség (km)	visszatérési idő (nap)
Hyperion	30	128	357-2576nm	7,5km	5
EnMAP HSI*	30	244	420-2450nm	1000km	4
Satellologic	30	29	460-830nm	150km	7
HyperScout	70	45	400-1000nm	164km	45 (teszt)

*2019-2020 körül várható

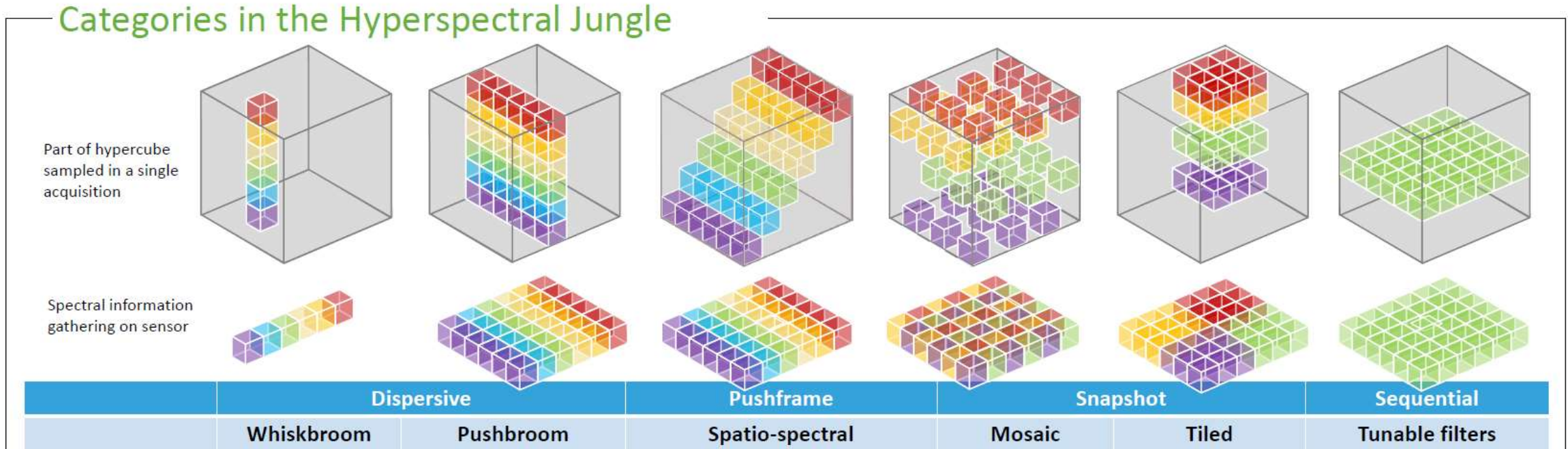
További műholdak adatai: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions>

Nanosatellites by launch years

www.nanosats.eu



Hiperspektrális szenzorok csoportosítása működési elv szerint



Hiperspektrális szenzorok jellemzői

Felvételezés típusa	Adatfelvételezési technikák elnevezései	Szenzor térbeli dimenzió	Spektrális csatornák száma	Spektrális felbontás (FWHM)	Bit Depth	Példák
	point	-	1024-3648	0,1-12nm	12bit	Ocean Optics STS, QMini
Line scanner (Dispersive)	pushbroom	1240-2450 ⁽¹⁾ 384-1600 ⁽²⁾	1240-2450 ⁽¹⁾ 166-390 ⁽²⁾	3,2-6,4nm ⁽¹⁾ 5-10nm ⁽²⁾	11-14bit	AisaKESTREL ⁽¹⁾ , Hedwall micro-hypersec ⁽²⁾ , HySpec
2D Imager/frame/snapshot	sequential (multi)-band	1010×1010(VNIR) 320×256(SWIR)	100(VNIR) 30(SWIR)	5-12nm	12bit	Rikola FPI VNIR
	multi-point	50×50	125	5-25nm	12bit	Cubert FireFleye
	filter-on-chip/mosaic	512×272	16	5-10nm	10bit	Imec SNm5*5
	spatiospectral/push-frame	400*218	160	5-10nm	8-10 bit	Cubert ButterfLEYE LS

AISA push-broom hiperspektrális szenzorok

„Klasszikus” szenzorok (már nem forgalmazzák)

típus	AISA EAGLE
súly	15kg
spektrális tartomány	400-1000nm
pixel	1000

típus	AISA HAWK
súly	18kg
spektrális tartomány	1000-2450nm
pixel	300

AISA DUAL: EAGLE + HAWK

Kompakt kamerarendszerek

típus	AISA FENIX
súly	15kg
spektrális tartomány	380-1000
pixel	384



típus	AISA FENIX 1K
súly	32kg
spektrális tartomány	400-1000
pixel	1000



Kis méret, új CCD érzékelővel

típus	AISA Kestrel 10, 16
súly	5kg
spektrális tartomány	380-1000 nm (10) 600-1640 nm (16)
pixel	1312/2048 (10) 320/640 (16)



Speciális szenzorok

típus	AISA IBIS
súly	14.2 + 9,5kg (DPU)
spektrális tartomány	670-780 nm (10) FWHM: 0,11-0,22 nm
pixel	384/786

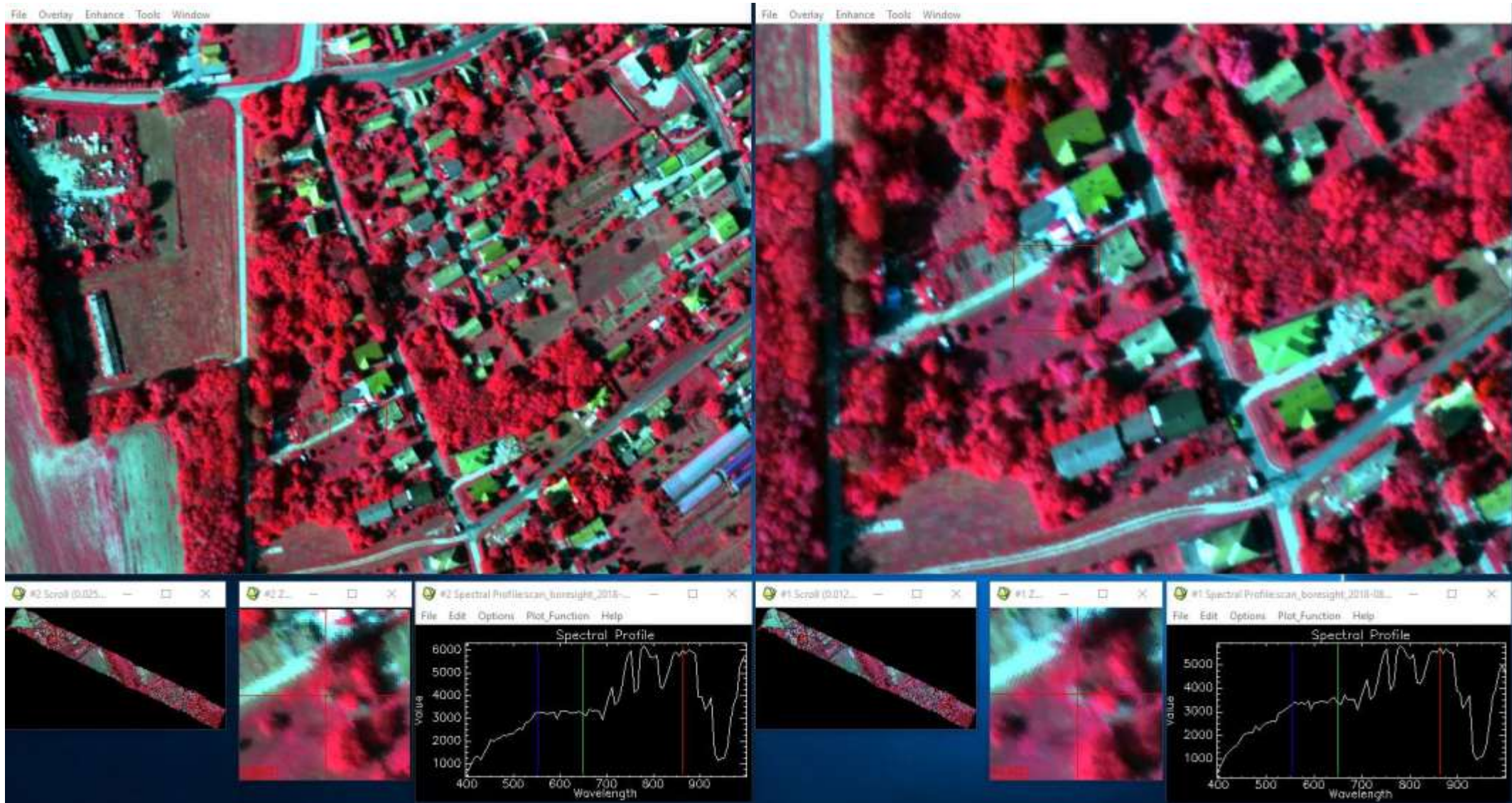


fluoreszcencia mérés

típus	AISA Owl
súly	13+4,5kg
spektrális tartomány	7,7-12,3 μ m
pixel	384

termális infravörös
tartomány

Aisa Kestrel 10 teszt

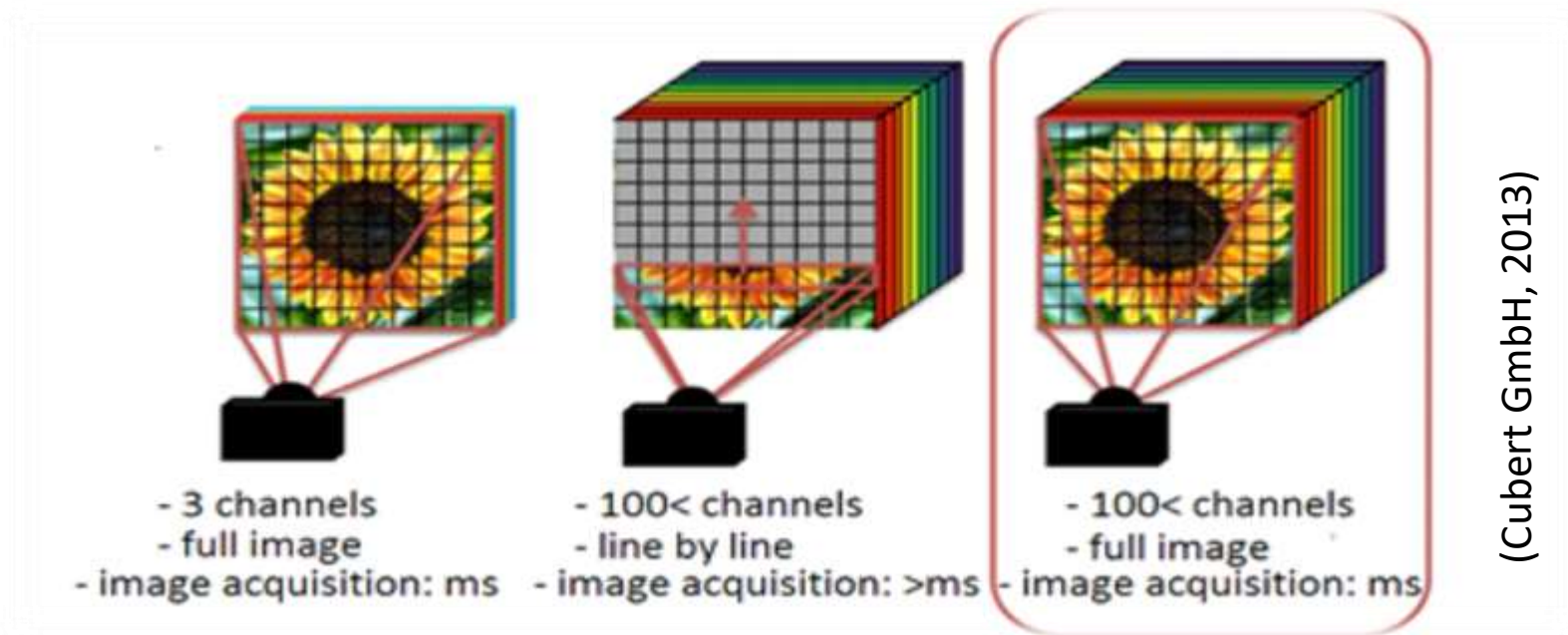


1020 pixel, 50 cm

FÉNY-TÉR-KÉP 2018

2040 pixel, 25 cm

A terepi képalkotás átalakulása (snapshot HS kamera)



Snapshot hiperspektrális kamera



UHD 185

forrás: www.cubert-gmbh.de



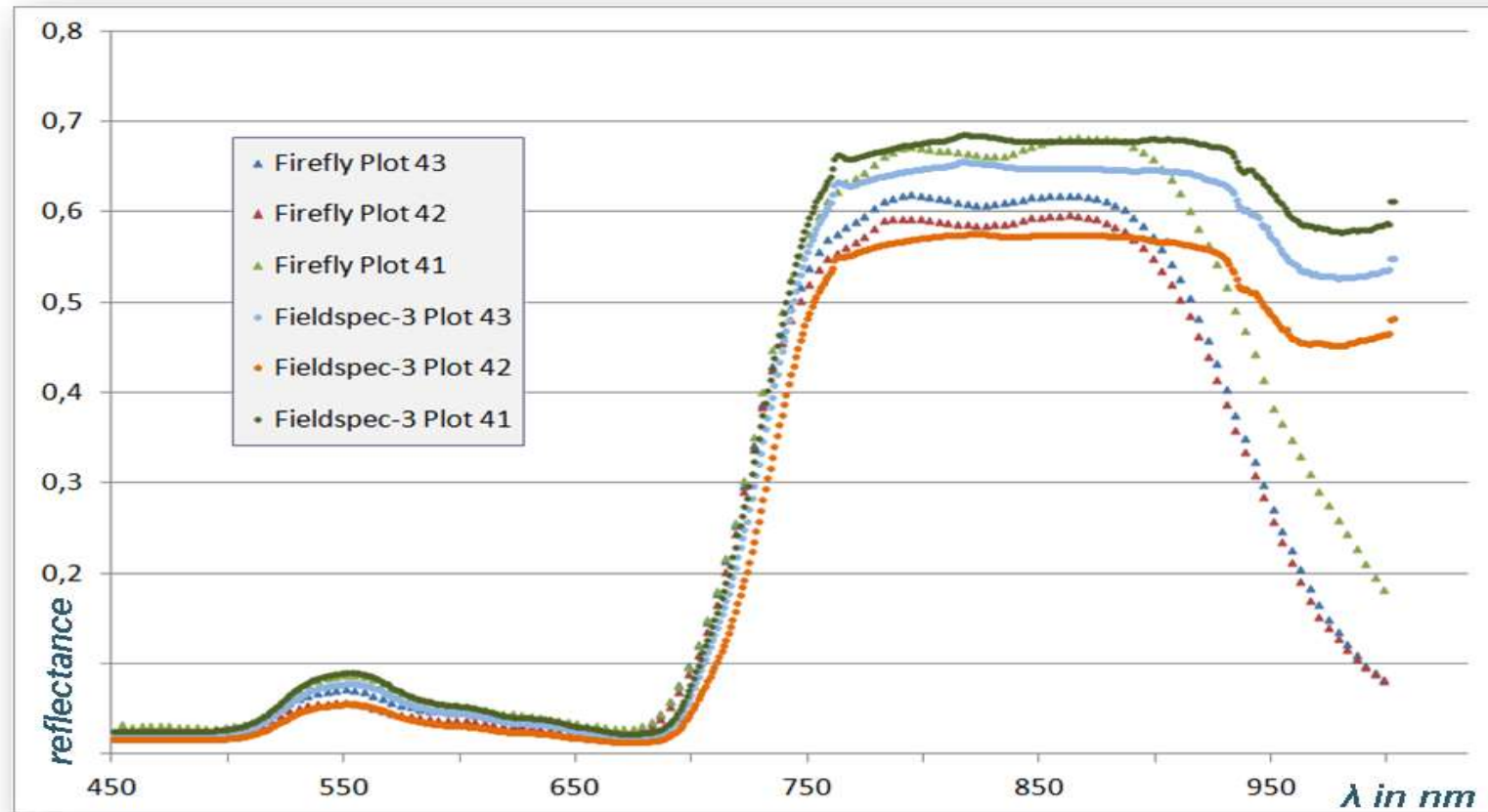
Kamera súly: 470, 39 g



Teljes berendezés súly:
1006,26 g

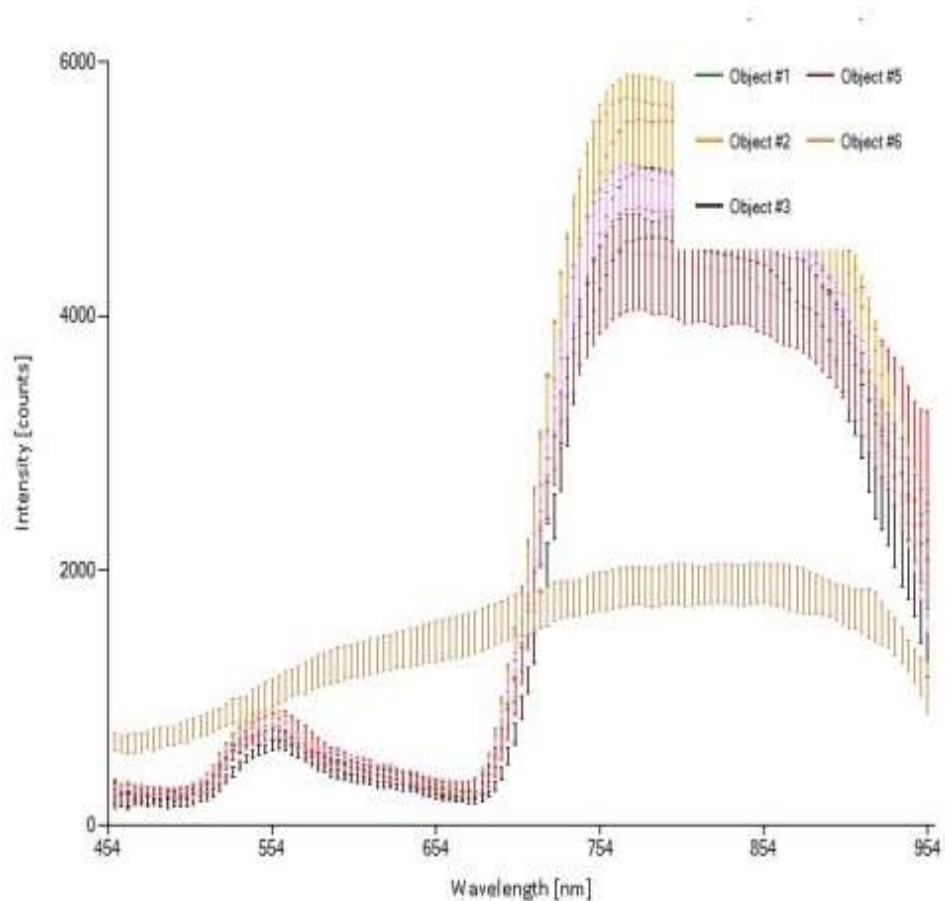
(Cubert GmbH, 2013)

Cubert Firefly vs. ASD FS 3



Bareth et al. 2013: Introducing and Evaluating a Full Frame Imaging Spectrometer for Low-weight UAVs. Workshop on UAV-based Remote Sensing Methods for Monitoring Vegetation, 9-10.09., University of Cologne, Cologne, Germany

Cubert Firefly alkalmazása (20-30 m magasságból)

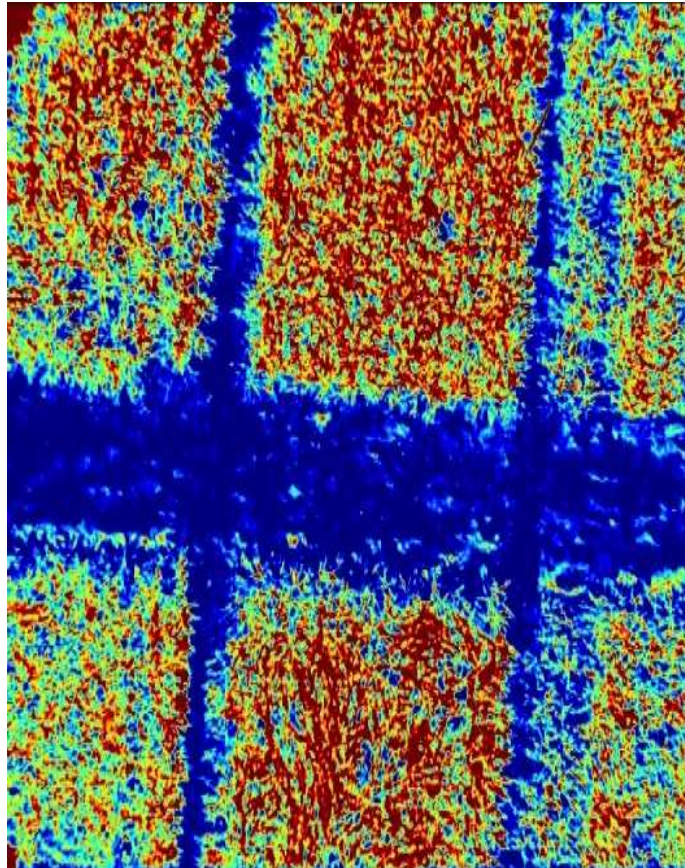
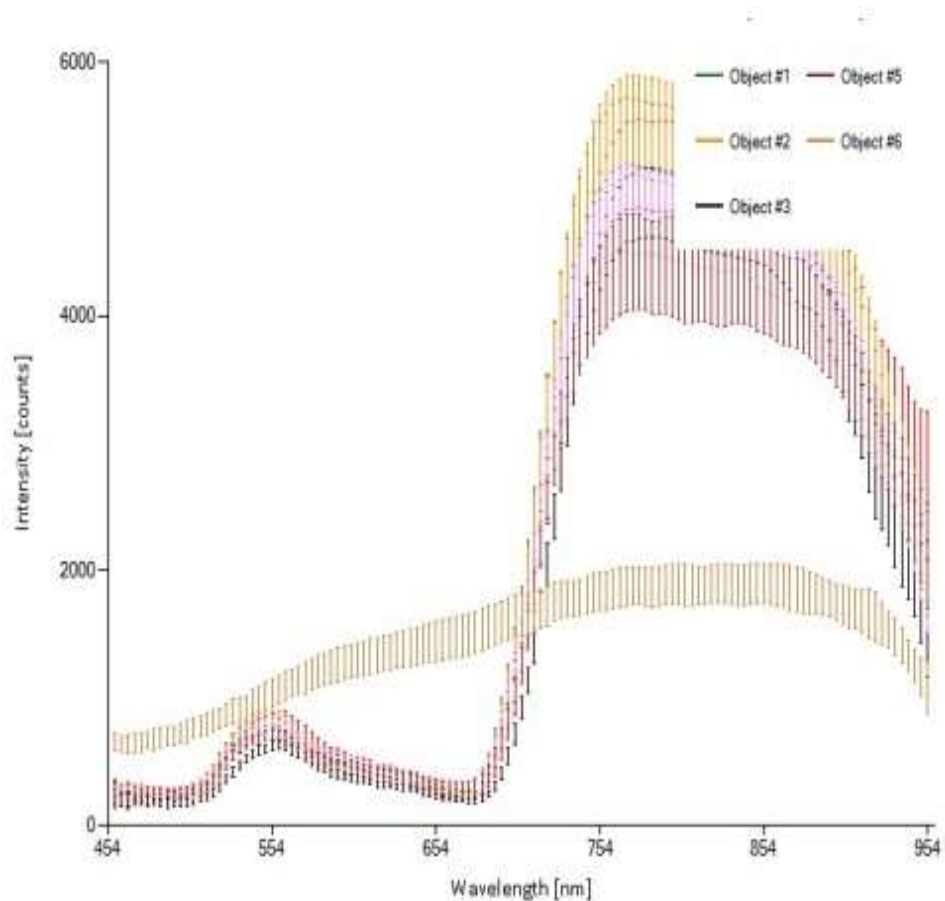


(Bareth, 2012)

Térképek:

- Vitalitás
- Betegségek
- Stressz
- Vízellátás
- Termésbecslés
- Heterogenitás
- Fenológia
- stb.

Cubert Firefly alkalmazása (20-30 m magasságból)



(Bareth, 2012)

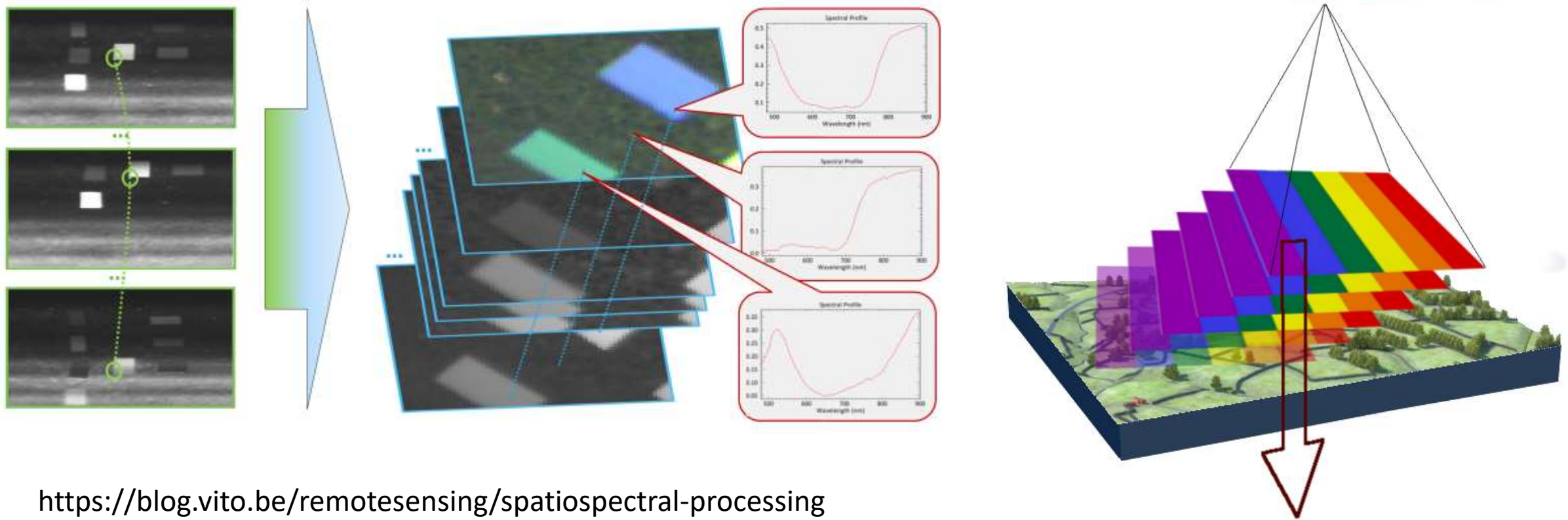
Térképek:

- Vitalitás
- Betegségek
- Stressz
- Vízellátás
- Termésbecslés
- Heterogenitás
- Fenológia
- stb.

Műszaki elvárások a terepi snapshot spektroszkópiában

- Könnyű hordozhatóság és nagy mobilitás (2-3< óra terepen)
- Kis súly (< 1-2 kg)
- Hiperspektrális látásmód (> 100 csatorna)
- Spektrális felbontás (< 5 nm)
- Rövid integrációs idő a teljes képre (< 1-2 ms)
- Valós idejű mérés (egy időben kép és spektrum)
- Videó képesség (15-20 Hz)

„Pushframe” szenzor

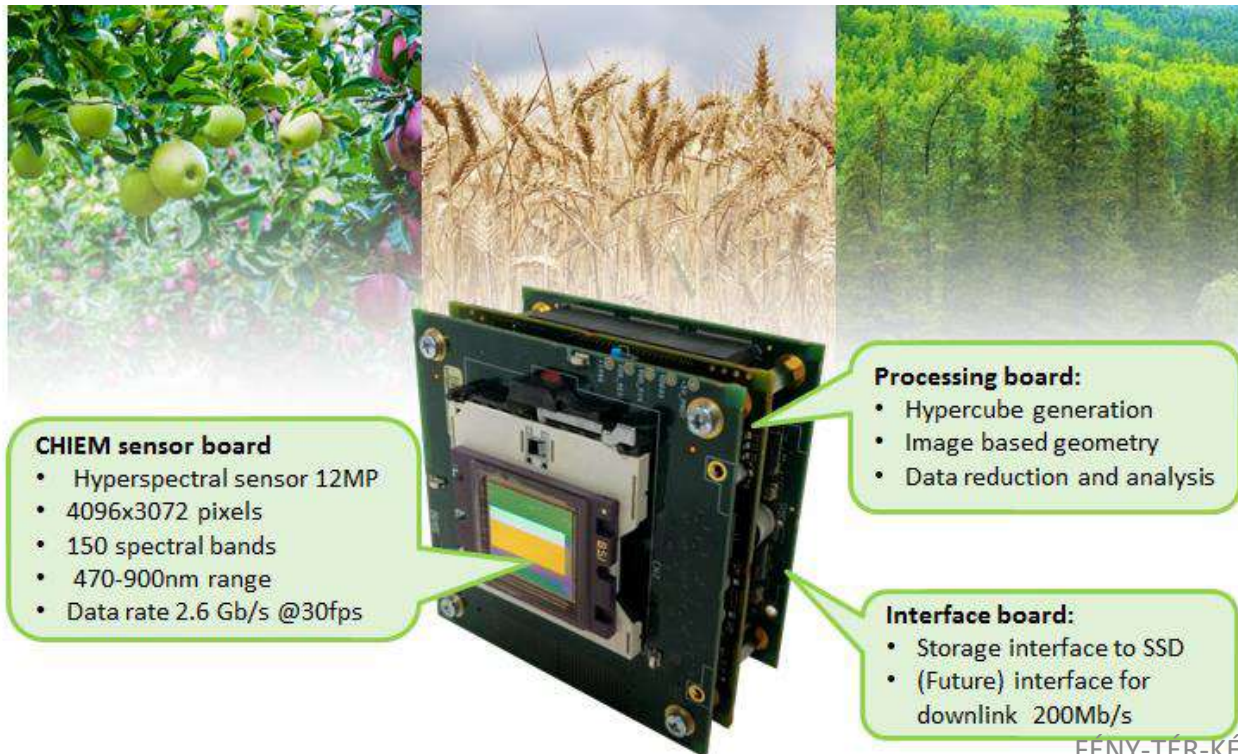


<https://blog.vito.be/remotesensing/spatiospectral-processing>

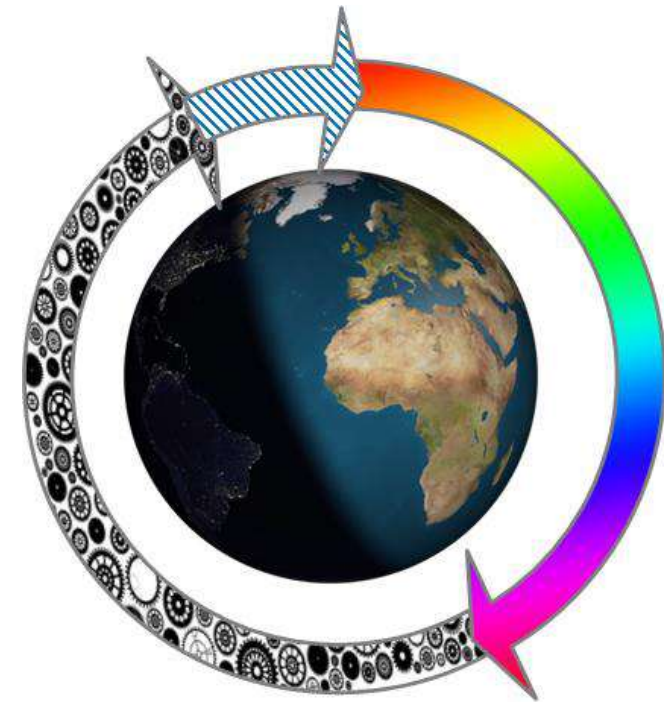
Adatgyűjtés és adatletöltés a hiperspektrális CubeSat rendszerknél

Letöltési kapacitás: 8 perc/orbit ~ **11,7 Gbyte**, míg a kb. 47 perc adatfelvételezés: **771 Gbyte**-tal

Megoldási lehetőség: onboard processing



FÉNY-TÉR-KÉP 2018



Adatfeldolgozás

- **Hiperspektrális felvételek feldolgozása a klasszikus feldolgozási folyamat alkalmazásával:** előfeldolgozás- információnyerés-képelemzés. Elsősorban a deep learning módszerek alkalmazása. Az előfeldolgozás is kulcsfontosságú.
- **Valós idejű célfelismerés:** elsősorban a védelmi jellegű és a minőségbiztosítási rendszerekben terjedt el
- **„Onboard processing”:** a szenzorba épített feldolgozási és adattömörítési módszerek

Adatfeldolgozás

DEEP LEARNING! HYPE OR HOT TOPIC?

Richard Bamler, ([DLR](#), Germany), discussed the topic extensively during his keynote presentation. To the pressing question *‘Is the massive interest justified or not?’* he gave a well-balanced answer: *“No doubt deep learning models have some amazing capabilities. However sometimes it seems they are used to reinvent the wheel, e.g. when extracting features from raw data results in deep learning ends up finding well know (vegetation) indices. In such cases, it is far more useful to incorporate domain knowledge into the models.”*

Whispers, 2018

Jellemző folyamatok a hiperspektrális távérzékelésben

- Nő a radiometriai és geometriai felbontása a kis méretű HS szenzoroknak, illetve nő az UAV eszközök teljesítménye – jellemző maximális napi területteljesítmény: 0,1-10km²
- „Cubesat” típusú műholdak elterjedése várható: nagy területteljesítmény, azonban a terepi felbontás max. 30m, vagy kis pásztázási szélességgel 10m körül várható – mivel tudnak többet ezek a műholdak a Sentinel-2 adatoknál???
- Hiperspektrális szenzorok diverzifikációja (fluoreszcencia, termális tartományok)
- „On board processing” és célfelismerési módszerek elterjedése várható
- Az eddigi távérzékelési projektjeinkben szinte kizárólag a 0,5-2m-es terepi felbontású hiperspektrális adatokat alkalmaztunk!

A DE Távérzékelési Szolgáltató Központ hiperspektrális kutatási területei

- Szensorfejlesztés: valós idejű adatfeldolgozás, kameraintegráció, szenzortesztek
- Adatfeldolgozás fejlesztése: geometriai és atmoszférikus korrekció, képelemzés
- Adatintegráció: LIDAR, ALS és műhold adatok
- Térképezés elsősorban az alábbi témakörökben:
 - Invazív gyomok
 - Fafajok azonosítása
 - Természetes gyepek
 - Precíziós mezőgazdaság
 - Vízügyi ágazat
 - Beépített területek, mesterséges felszínek
 - Védelmi célú projektek
- Földközeli (snapshot) technológia
 - Anyagvizsgálat
 - Orvosi diagnosztika