OKTATÁSI SEGÉDLET

Lektorálta: Dr. Berke József
egyetemi docens

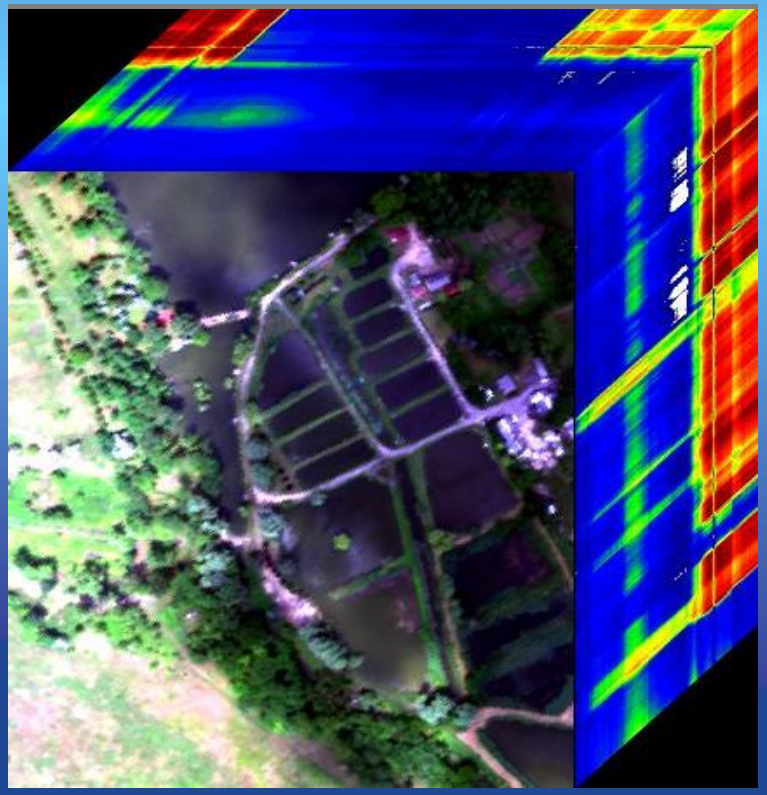
HIPERSPEKTRÁLIS KÉPALKOTÁS

HIPER v1.0

Kozma-Bognár Veronika

kbv@ex1.georgikon.hu

Pannon Egyetem,
Georgikon, Mezőgazdaságtudományi Kar,
Gazdaságmódszertani Tanszék,
Informatika Csoport
Keszthely

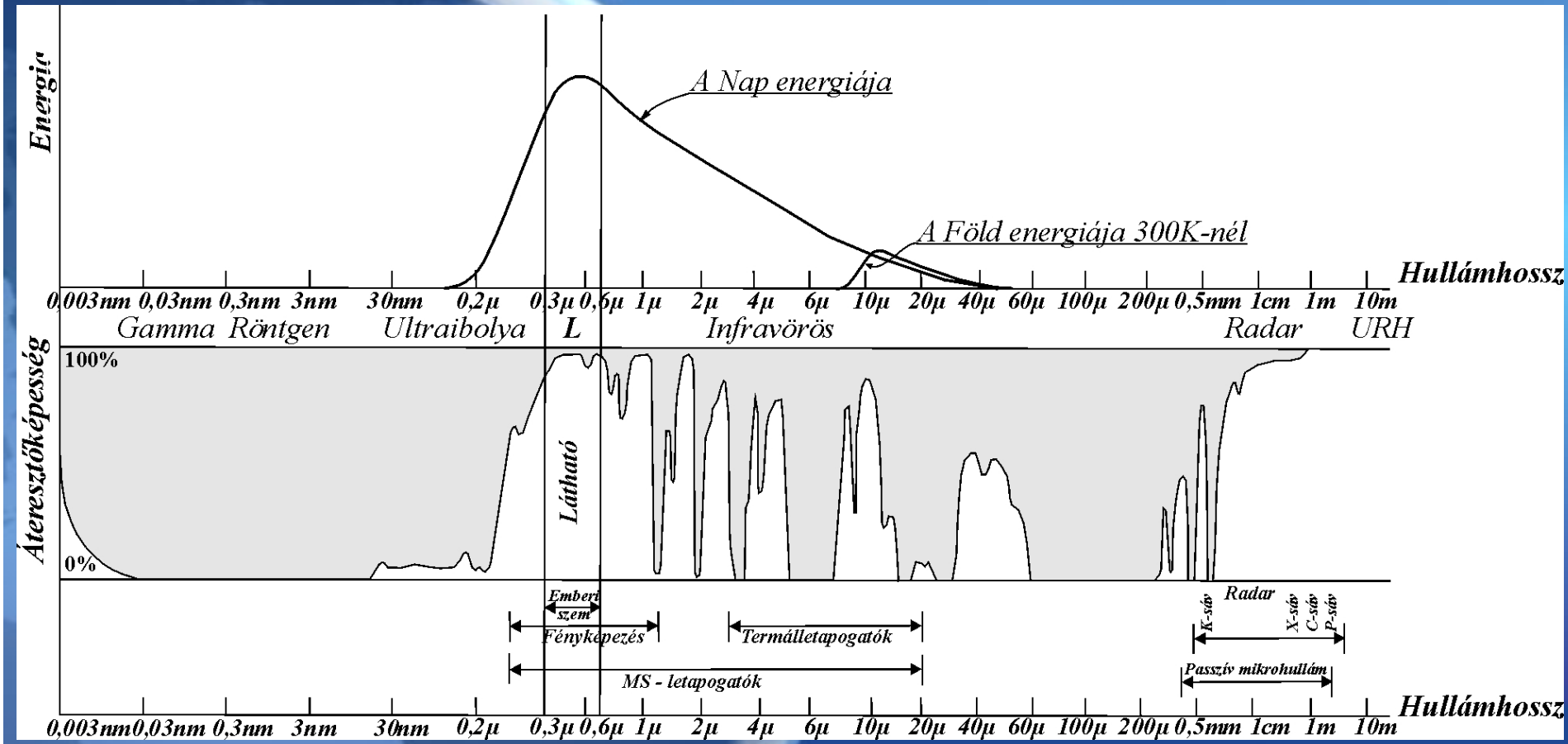



Tartalom
• Távérzékelés alapjai
• Hiperspektrális szenzorok
• DAIS
• AISA

Távérzékelés

- A földfelszín objektumai által különböző hullámhosszon visszavert vagy kisugározott elektromágneses energia rögzítése és az adatok kiértékelése.
- A mérőműszer nincs közvetlen kapcsolatban a vizsgált tárggyal.
- Nem gyakorol befolyásol hatást a vizsgálat tárgyára
- Lehetővé teszi nagy kiterjedésű területekről rendkívül rövid idő alatt sok adat gyűjtését.
- A távérzékelési eljárásokkal más módszerekkel elérhetetlen, megfigyelhetetlen területek is megfigyelhetők .

A távérzékelési eszközök spektrális működési tartományai



Ultraibolya:

30nm--400nm

Látható:

400nm-700nm

Infravörös:

700nm-100mikro:

- **700nm-1300nm közeli**
- **1300nm-3000nm középső**
- **3 mikron-100mikro termális**

Mikrohullám:

1mm-30cm

Atmoszférikus ablakok

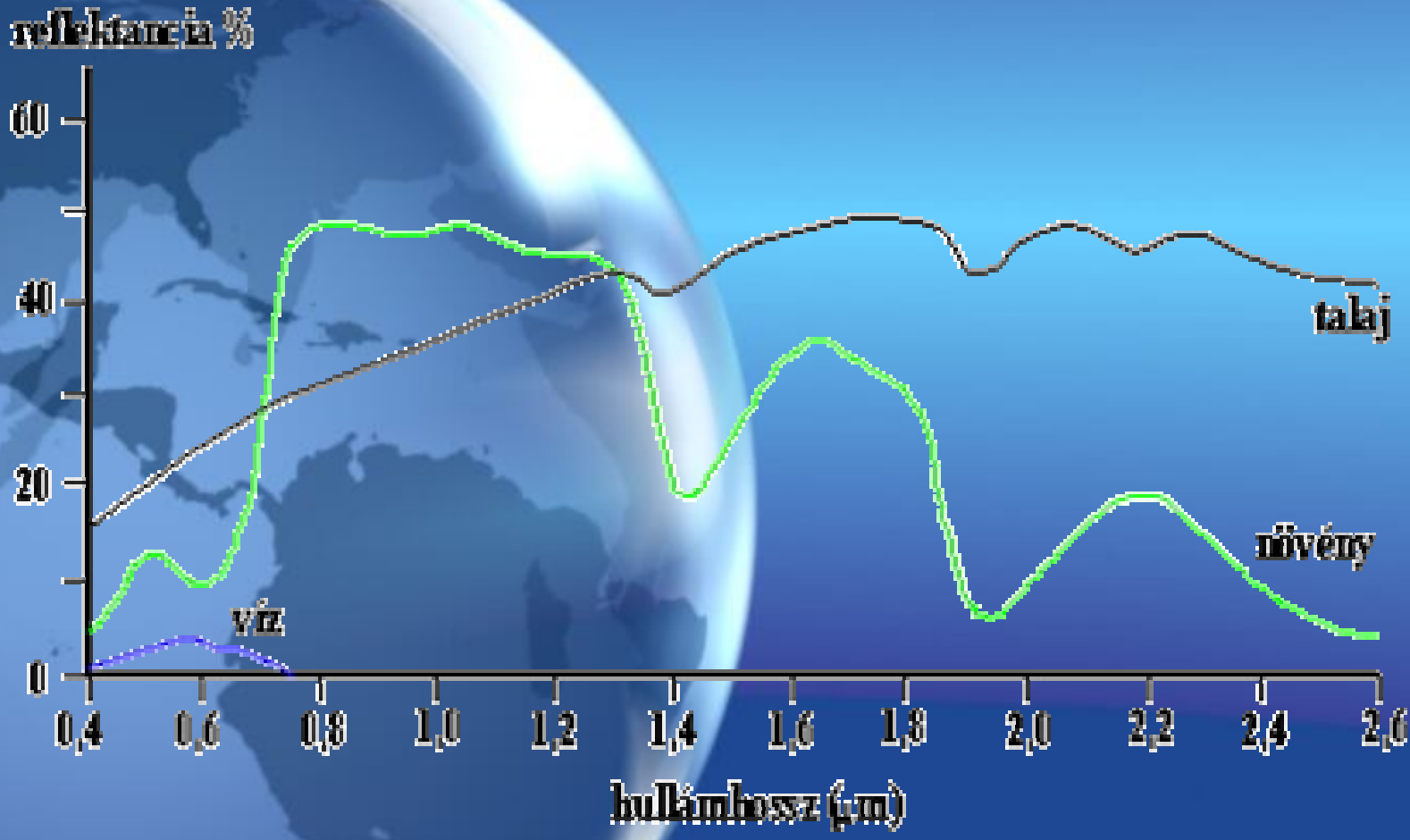
Atmoszférikus ablak	Hullámhossz tartomány (nm)
1	300-1300
2	1500-1800
3	2000-2600
4	3000-3600
5	4200-5000
6	7000-15000

Alapvető energia-kölcsönhatások



- Visszaverődés
- Elnyelődés
- Elvezetődés

Reflektancia görbék



Detektáló berendezések

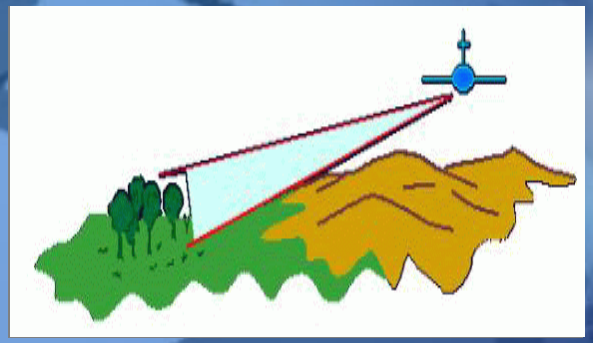
Az elektromágneses sugárzást érzékelő műszereket *szenzoroknak* nevezzük.

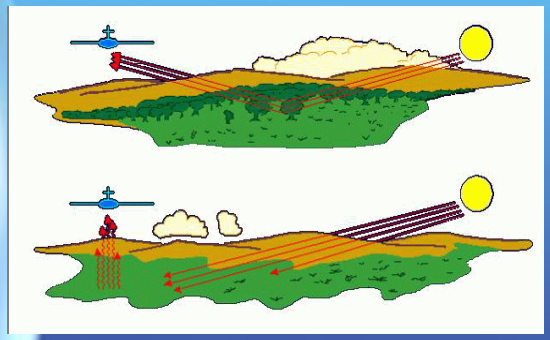
<u>Típusai</u>: ▪ alkalmazott em. sugárzás hullámhossza alapján:

pl. *látható fény, infravörös, vagy mikrohullámú szenzorok*

▪ szenzor energia forrása alapján: *aktív és passzív szenzorok*

Aktív





Passzív

▪ visszavert sugárzás detektálásának módszere alapján:

analóg felvételeket és digitális képeket készítő szenzorok

▪ hordozó eszköz alapján: *műholdas, földi és légi szenzorok*

Légi érzékelők I.

Szenzor	Hozzáférhetőség	Csatornák száma	Hullámhossz (nm)
AAHIS	1994	288	432 - 832
AHI	1994	256	7.500-11.700
AISA-1/2	1982-1985 1985-1987	128	900-2.100 800-2.400
AISA +	1997	244	400-970
AISA Eagle	2002	244	400-970
AISA Hawk	2003	240	1.000-2.400
AISA Dual	*2006*	*498*	*400-2.450*
ARGUS		400	370-2.500
ASAS	1987	62	400-1.060
APEX	2005	Max. 300	380-2.500
ASTER	1992	24	700-12.000
AVIRIS	1987	224	400-2.450
AVIS-2	2001	64	400-850
CASI	1989	288-2.200	400-1.000

Légi érzékelők II.

Szenzor	Hozzáférhetőség	Csatornák száma	Hullámhossz (nm)
DAIS 7915	*1994*	*79*	*498-12 300*
EPS-H	199	152	430-12.500
EPS-A	199	31	400-12 000
HYDICE	1995	210	400-2.500
HYMAP	1996	126	450-2 500
MAIS	1991	71	450-12.200
MAS	1993	50	529-14.521
MIVIS	1993	102	433-12.700
OMIS	1999	128	460-12.500
PROBE-1		100-200	440-2.543
ROSIS	1993	128	440-850
SASI	2002	160	850-2.450
SFSI	1994	22-120	1.230-2.380
VIFIS	1994	64	420-870


• Pánkromatikus kép: 1 csatorna
• Színes kép (RGB kamerák): 3 csatorna
• Multispektrális szenzorok: 4-20 csatorna
• Hiperspektrális szenzorok: 21- csatorna

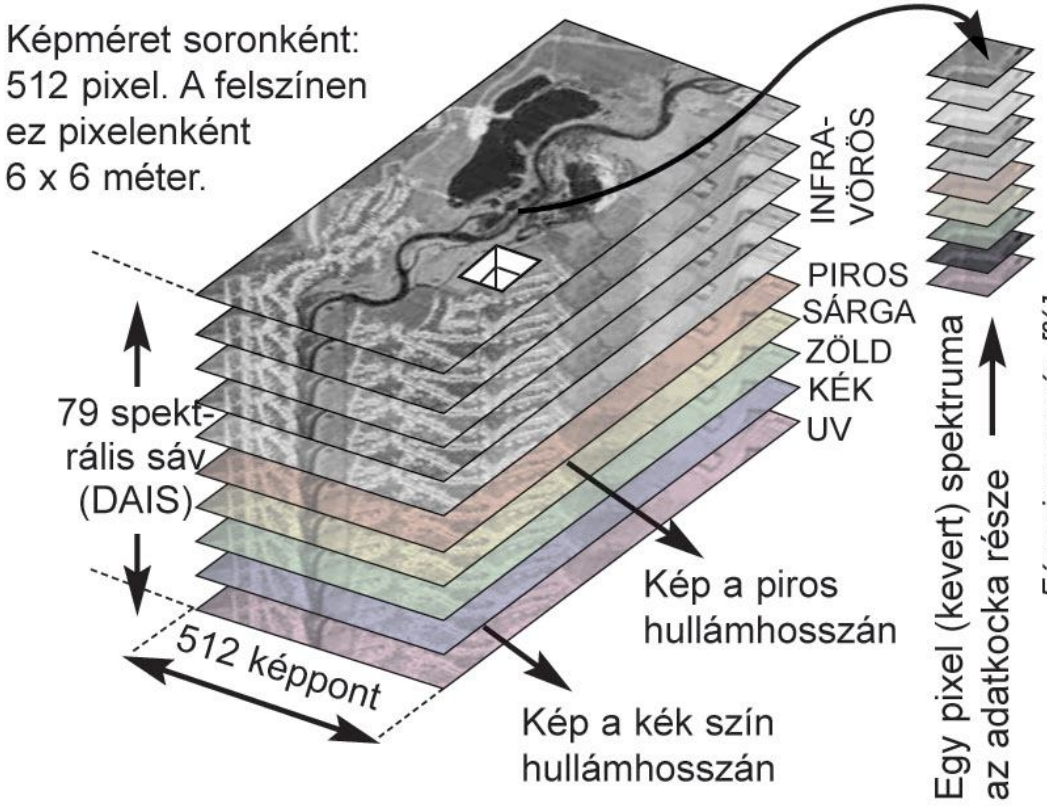
Hiperspektrális érzékelő

EURÓPAI UNIÓ TANÁCSA

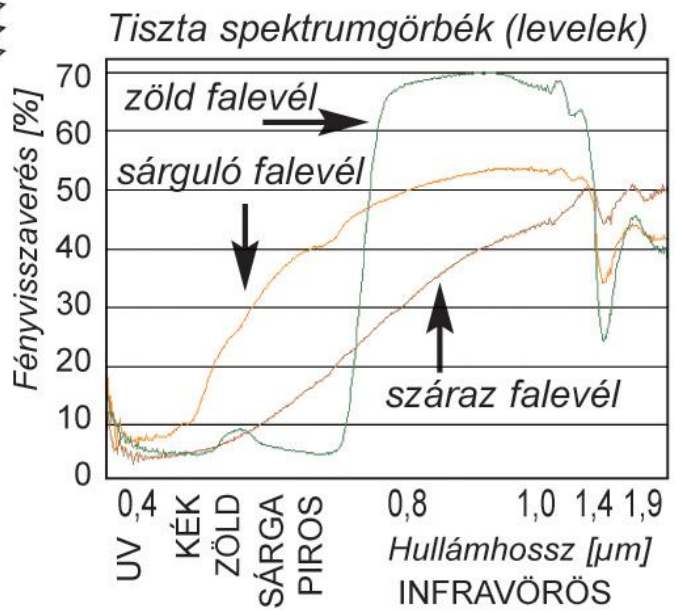
2003. január 27-i 149/2003/EK belső rendelet:

„a több mint húsz diszkrét spektrális sávval rendelkező szenzor”

Adatkocka felépítése

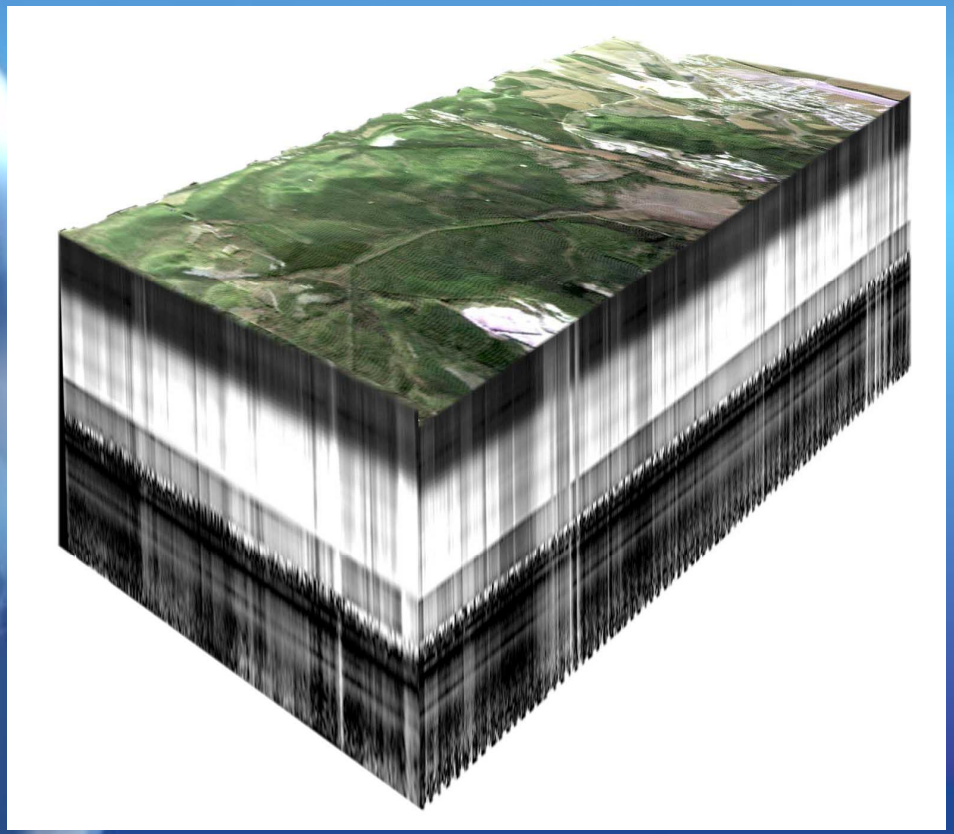


A hiperspektrális képen minden térbeli képponthoz egy folytonos spektrum tartozik. Segítségével a felszínt borító anyag azonosítható.



Adatkocka





Spektrum könyvtár

- Spektrális ujjlenyomatokat tartalmaznak
- Cél:
  objektumokat könnyen be lehessen azonosítani
- USGS library http://library.usgs.gov/
  /USGS = United States Geológiai Földmérési Intézet/
  - Ásványok
  - Növényzet
  - Mikroorganizmusok
  - Építmények
  - Mesterséges anyagok

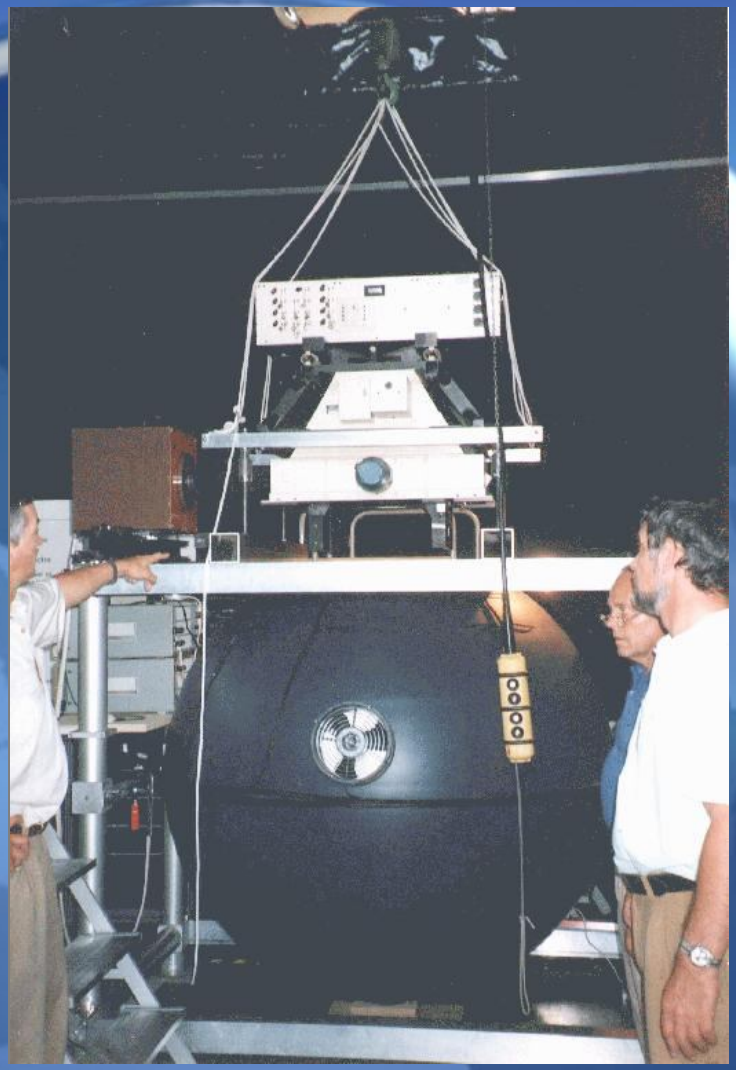
Hiperspektrális technológia alkalmazási területei

- ✓ Geológiai feltérképezések, ásványkutatás
  /Vulkánkitörése láváinak hőmérsékletének meghatározása/
- ✓ Földfelszín és tengeri ökoszisztéma környezeti monitorozása
  /Kőolajszennyezettség, Erdőtűzek/
- ✓ vegetáció állapotának és igénybevételének vizsgálata
- ✓ mezőgazdasági és erdészeti források feltérképezése
  - ✓ Talaj típusok meghatározására
  - ✓ Termésbecslés
  - ✓ Gyomdetektálás
- ✓ Képzőművészet (esztétikai értékük miatt)

DAIS 7915
(Digital Airborne Imaging Spectrometer)
http://www.op.dlr.de/dais/



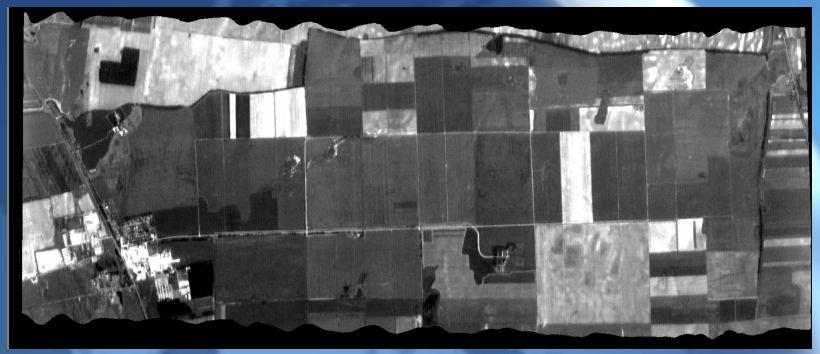
- Németországi Geophysical Environmental Research corp. (GER) fejlesztett ki
- 80 csatornás nagy felbontású optikai spektrométer
- Föld felszínéről gyűjt információkat a 0,4 és 12,3 μm hullámhosszúságú régióból



Hullámhossz /nm/	Csatornák száma	Sávszélesség /nm/
400-1000	32	15-30
1500-1800	8	45
2000-2500	32	20
3000-5000	1	2000
8000-12600	6	900

Magyarországi DAIS felvételek (2002 augusztus)

1. CSATORNA (látható)



25. CSATORNA (közeli infravörös)



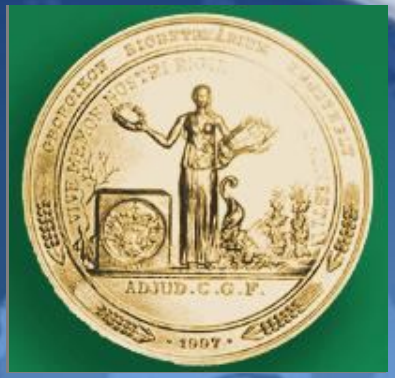
50. CSATORNA (középső infravörös)



80. CSATORNA (termális infravörös)



DAIS felvételek felhasználása

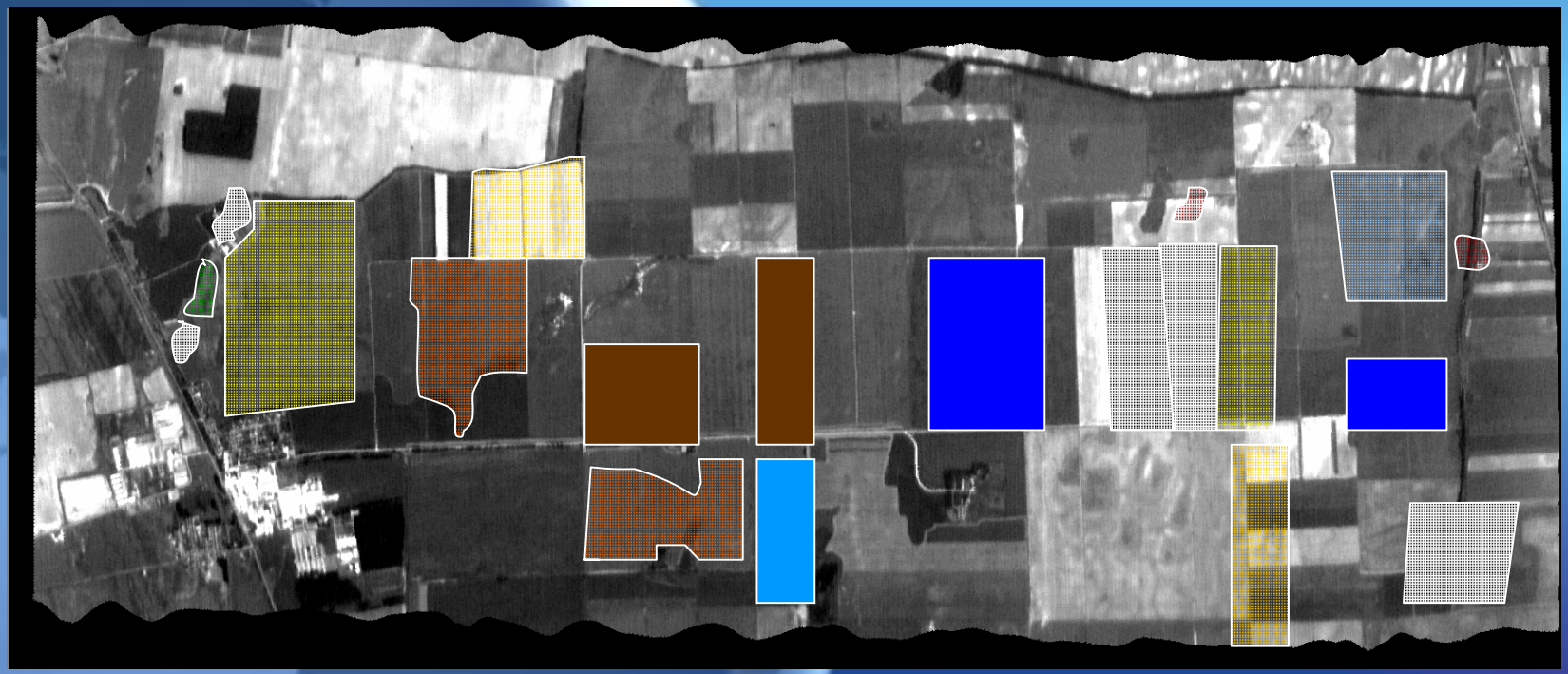


Pannon Egyetem,
Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar,
Gazdaságmódszertani Tanszék,
Informatika Csoport
Keszthely

- ✓ **Saját fejlesztésű szoftver segítségével,**
- ✓ **Különböző vegetációkra (lucerna, cukorrépa, kukorica, őszibúza, gyom és gyep) vonatkozóan,**
- ✓ **Csatornánként és mind a 80 csatornára egyaránt mértünk SFD-t.**

Vizsgált területek

A tanulmányozott terület a Hajdúböszörmény mellett fekvő TEDEJ Rt. területén helyezkedett el (koordináták: E 27 26, N 47 54),



Lucerna

Cukorrépa

Kukorica

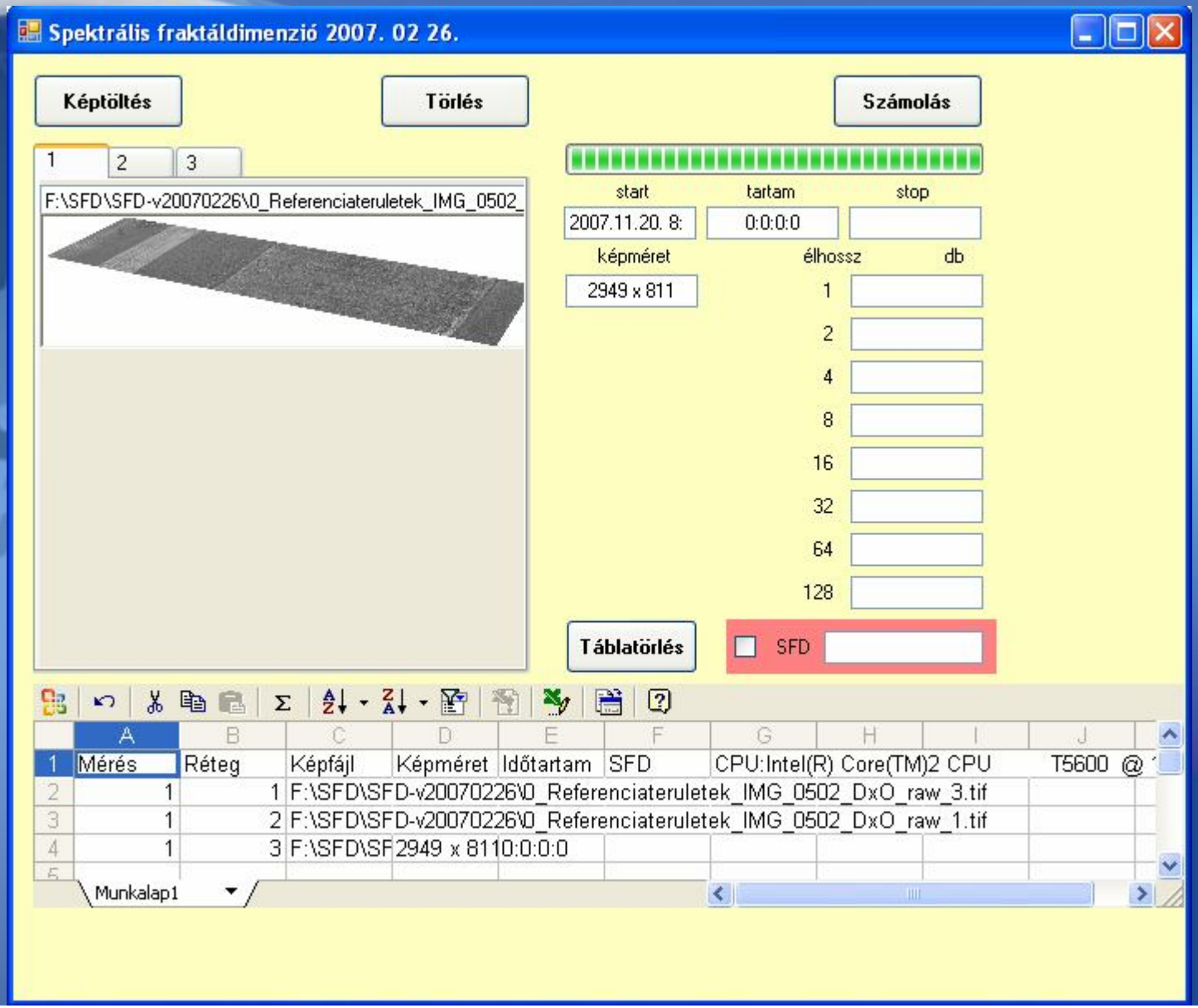
Őszi búza

Gyom

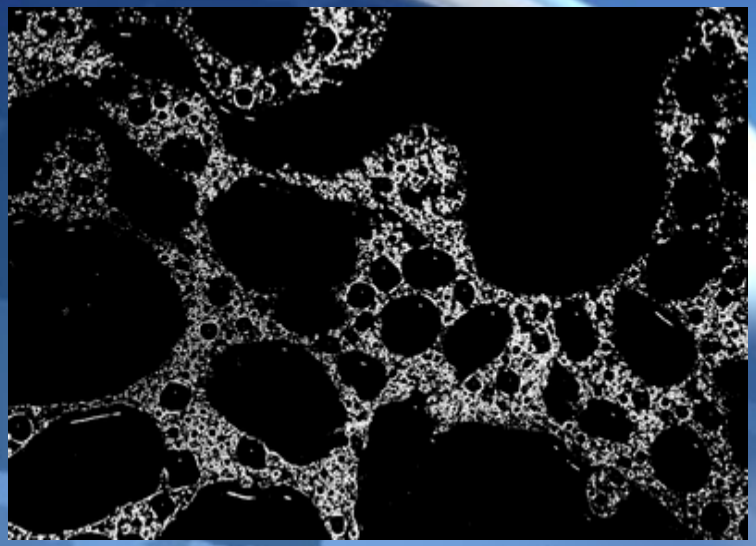
Gyep

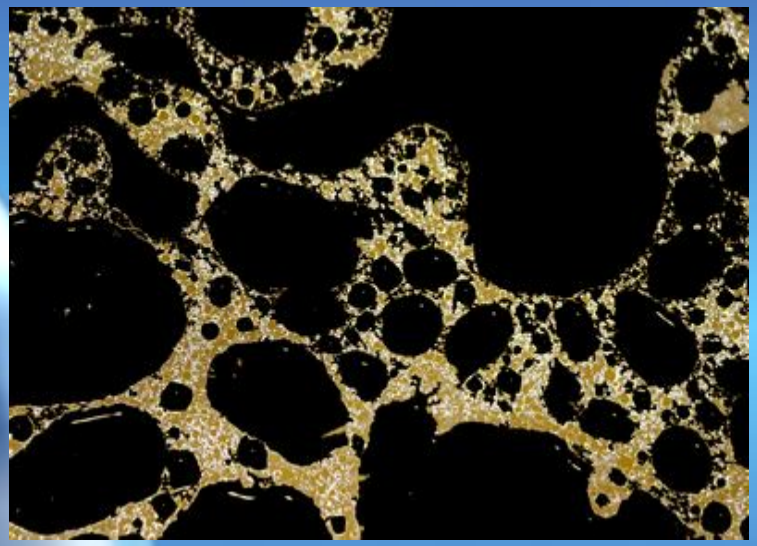

Adobe Photoshop - [p04i00c1h13_f10_cal_atm_geo_1-40.psd @ 100% (1/8)]
File Edit Image Layer Select Filter View Window Help
Resize Windows To Fit
Ignore Palettes
Zoom All Windows
Actual Pixels
Fit On Screen
Print Size
Brushes
Too
Layers
Channels
Paths
8 Ctrl+8
9 Ctrl+9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
Előkészítés
100%
Doc: 1,24M/49,5M
Click image to zoom in; click and drag to marquee zoom. Use Alt and Ctrl for additional options.

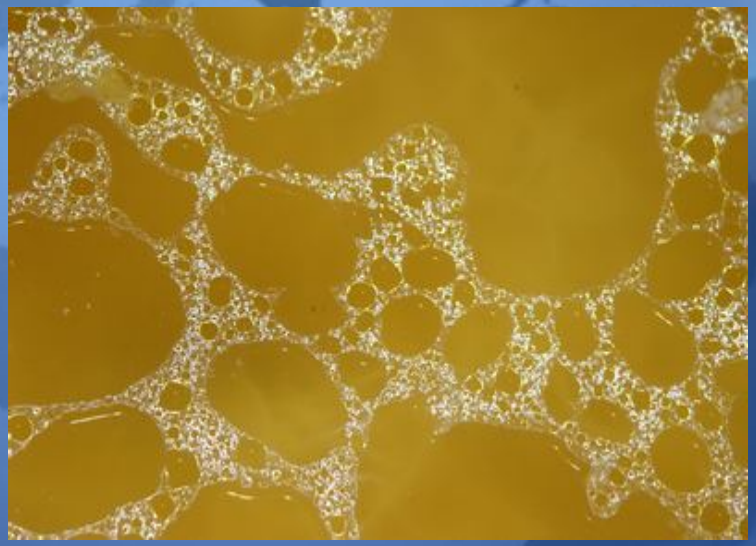
Mérés - SFD program



Az FD és SFD összehasonlítása







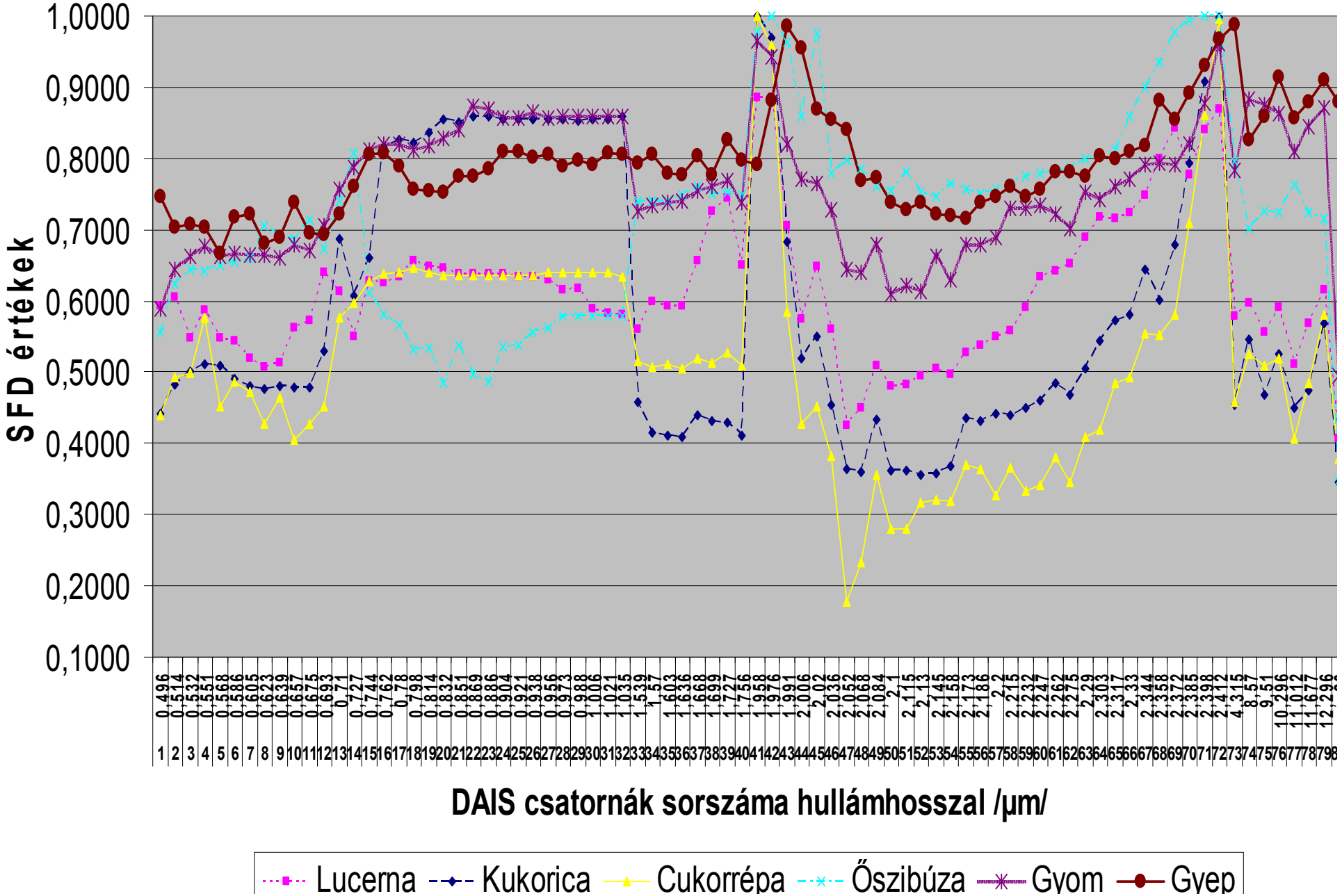
FD = 1,99
SFD = 1,14

FD = 1,99
SFD = 2,49

FD = 1,99
SFD = 2,51

SFD mérés eredményei DAIS felvételek alapján

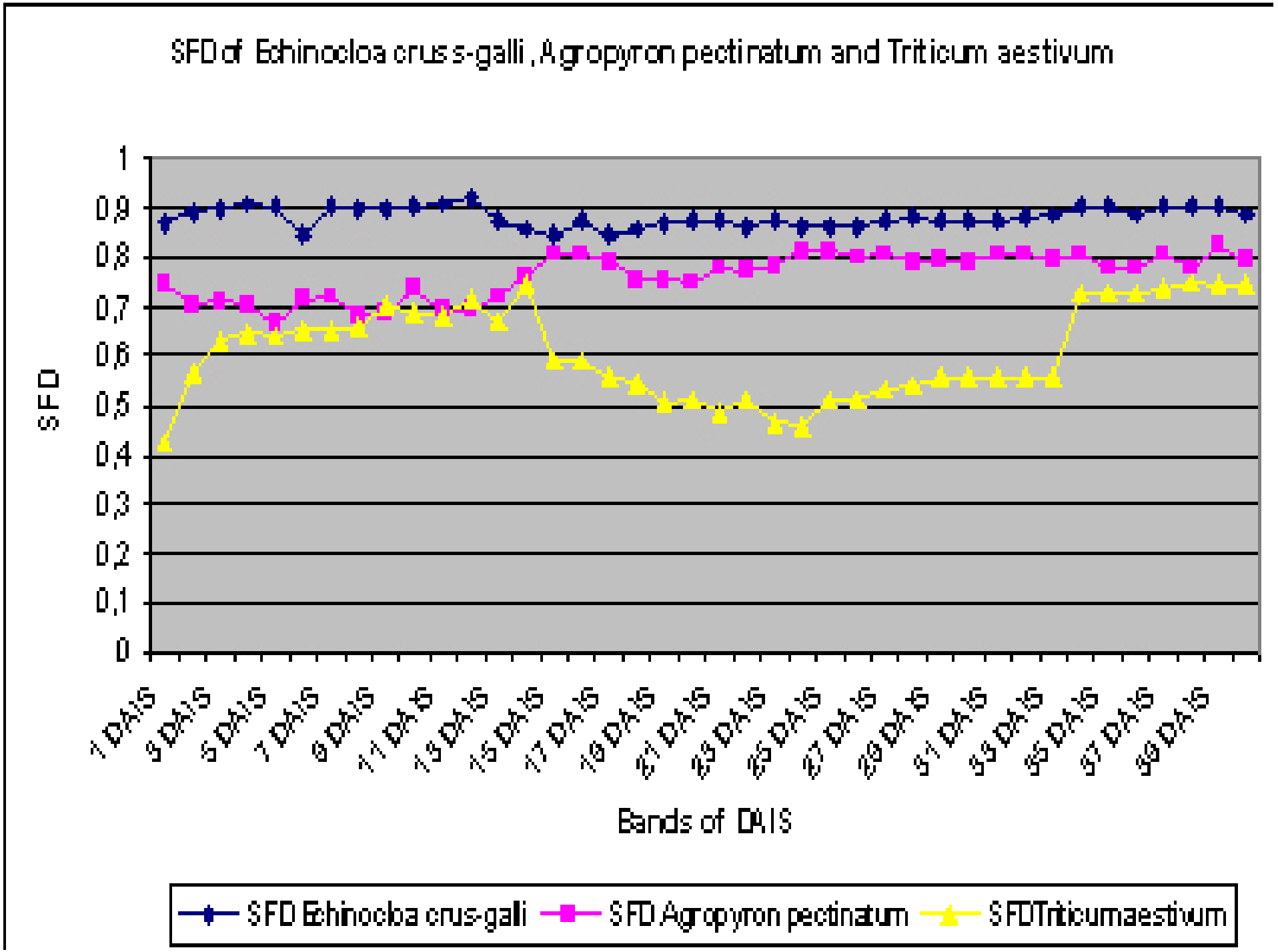
SFD „ujjlenyomat”



Gyepek és társulásaik vizsgálata






SFD of Echinocloa crus s-galli , Agropyron pectinatum and Triticum aestivum
SFD
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
Bands of DAIS
SFD Echinocloa crus-galli
SFD Agropyron pectinatum
SFDTriticumaestivum

AISA DUAL hiperspektrális képalkotó rendszer

http://www.specim.fi/



AISA Dual szenzor

Az AISA Dual az AISA Eagle és Hawk szenzorok egy duális tartóban történő összeszerelése révén kerül kialakításra. A két szenzor egyidőben azonos földi sávról képes szinkronizálva adatot gyűjteni, a 400-2450 nm spektrális tartományban, maximum 498 sávban.





AISA Dual szenzor
(technikai paraméterek)

	VNIR szenzor (Eagle)	SWIR szenzor (Hawk)	AISA Dual
Spektrális tartomány	**400-970 nm**	**970-2450 nm**	**400-2450 nm**
Spektrális pixelek	**244**	**254**	**498**
Spektrális sávszélesség	**2.3 nm**	**5.8 nm**	
Spektrális mélyég (bit)	**12**	**14**	**14**
Térbeli pixel szám	**1024**	**320**	**320**
Optika	**18.5 mm**	**22.5 (vagy 14) mm**	**18.04**
Képalkotási gyorsaság	**100 kép/s-ig**	**100 kép/s-ig**	**100 kép/s-ig**

AISA Dual képalkotó rendszer előnyei

- legkisebb méretű légi hiperspektrális képalkotó rendszer a VNIR és a SWIR tartományban
- kis tömegű, könnyen be- és ki szerelhető a repülőgépből
- alacsony költségű
- nagy spektrális és térbeli felbontás még nagy repülési sebességnél is
- variálható szenzorbeállítások (még repülés közben is)
- nagy csatornaszám
- gyors adatátviteli sebesség

Hiperspektrális légifelvételek készítése (2006-2007)

Felvételek helyszíne	Felvételek időpontja	Projekt célja	Repülési idő (óra)	Megrendelő
Siófok	2006.12.08	tesztfelvétel	1,2	DE
Gödöllő	2007.04.23-2007.04.26	tesztfelvétel, boresight kalibráció	4,8	MGI
Keszthely, Balaton	**2007.05.21**	**kutatási, tesztfelvétel**	**3,5**	**PE**
Gödöllő	2007.06.07	kutatási, tesztfelvétel, boresight kalibráció	1,7	MGI
Szeged, Makó, Szabadkígyós	2007.06.08	kutatási	7,1	SZTE
Mosonmagyaróvár, Keszthely	**2007.06.19**	**kutatási, tesztfelvétel**	**2,2**	**NYME, PE**
Heves, Csákvár, Apaj	2007.07.02	élőhely-térképezés	4,5	MME

AISA Dual beépítése



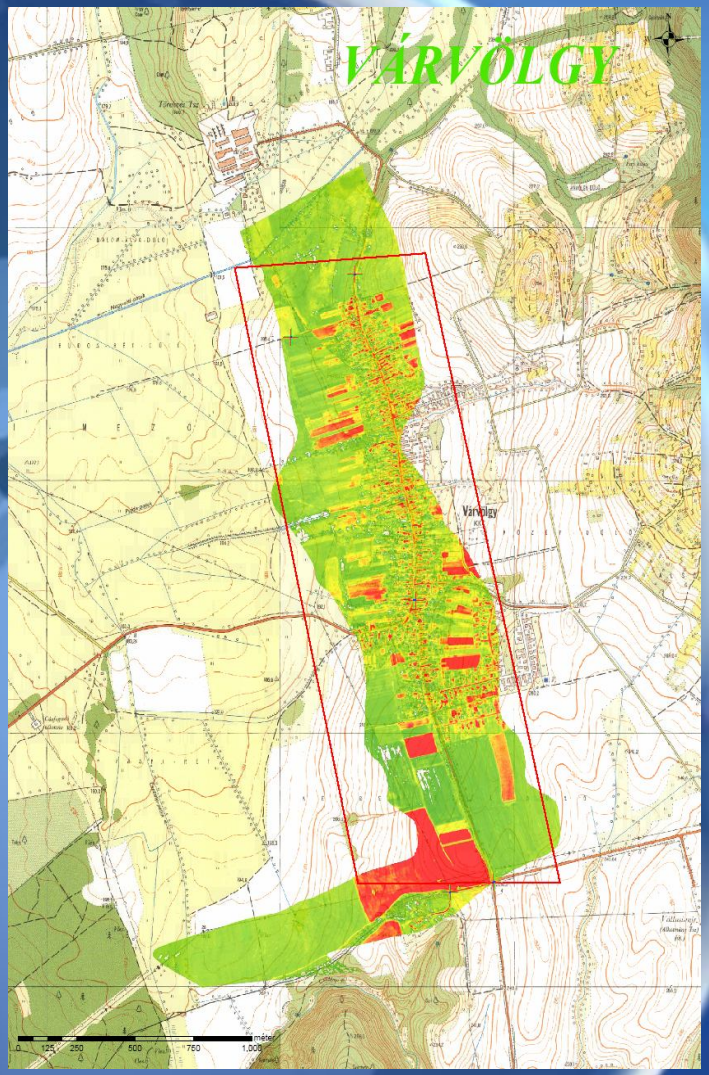


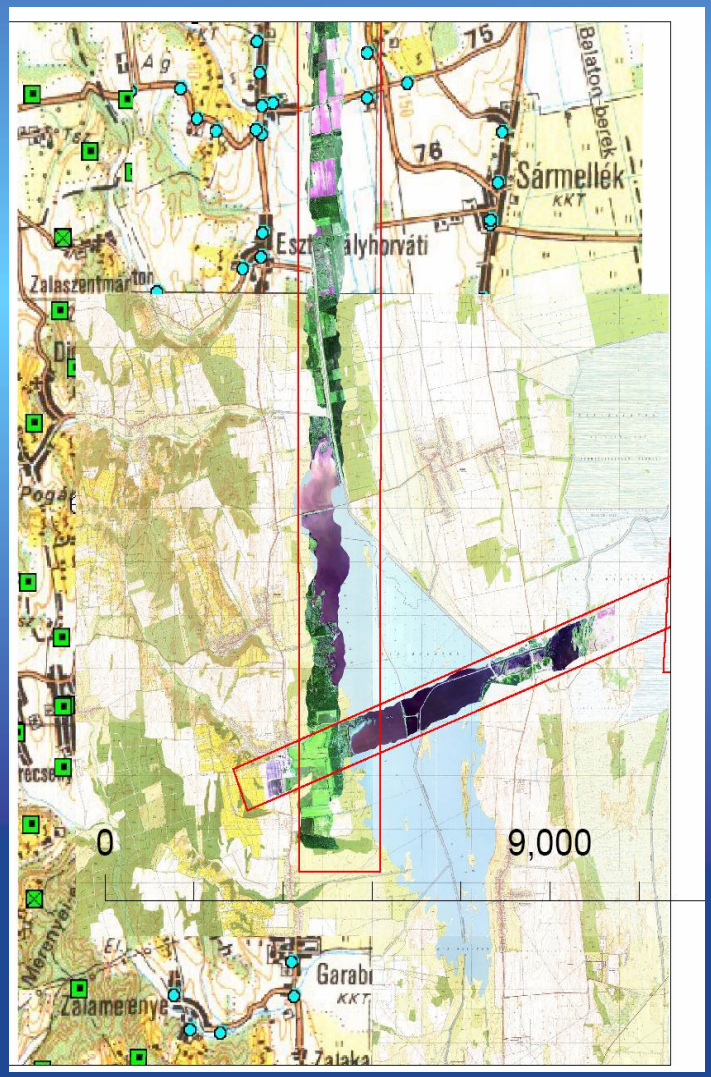




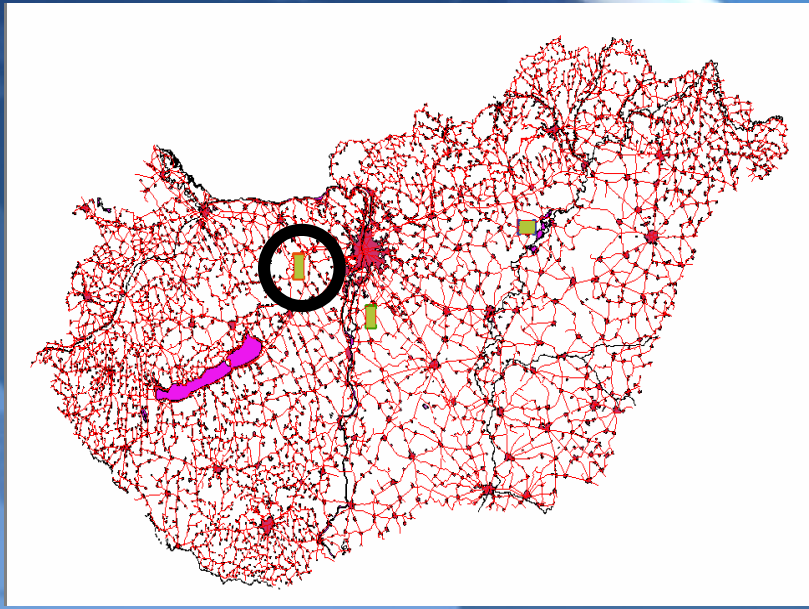
A „hyper-team” az első tesztfelvétel után (Siófok, 2006. december 08.)

Geokódolt felvétel

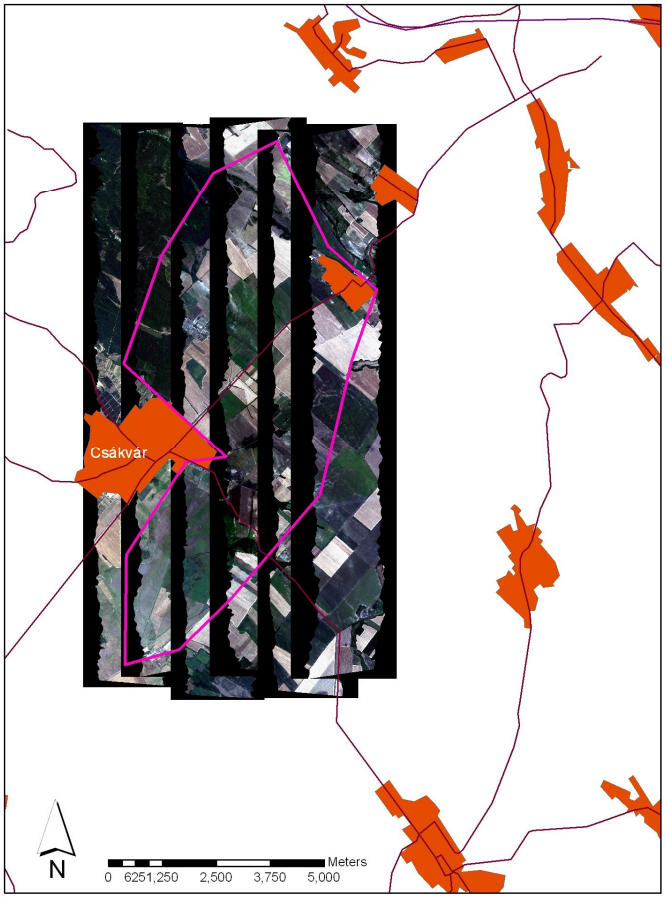




Kerecseny LIFE program
élőhelytérképezés

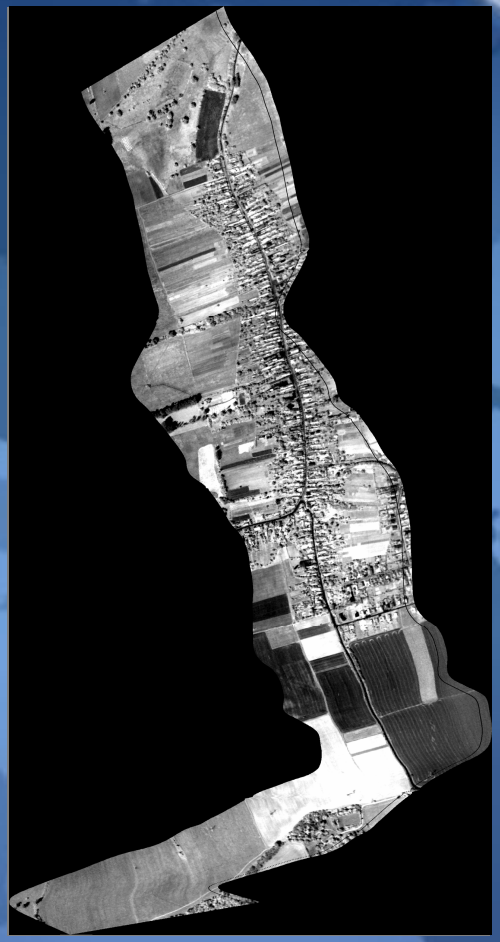


Csákvár

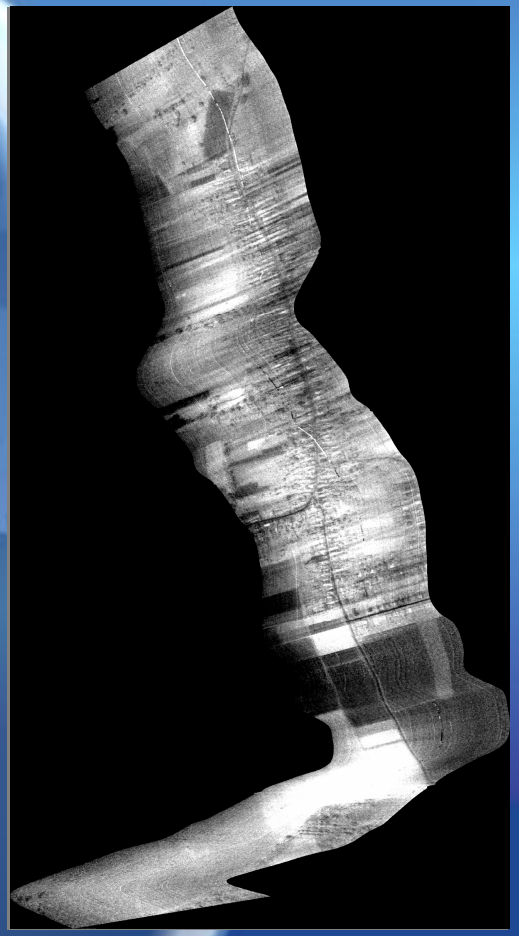


Felvétel - AISA Dual

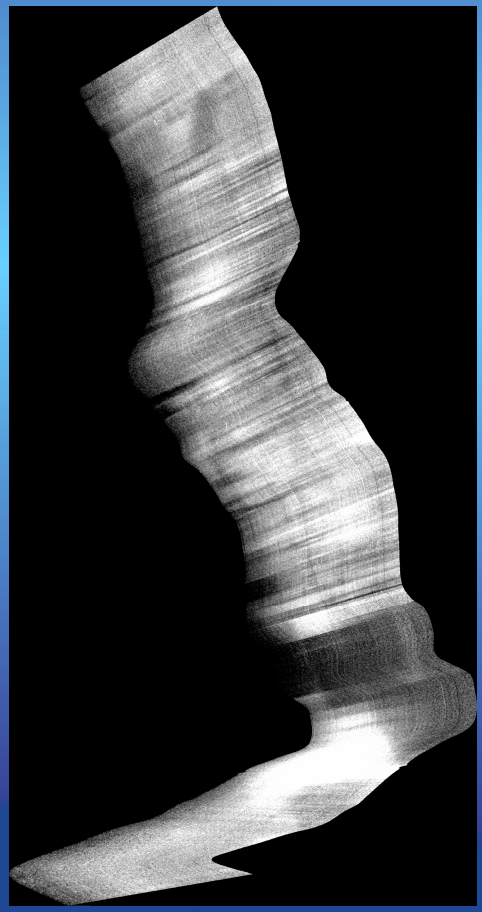
183 sáv



184 sáv



185 sáv



Várvölgy

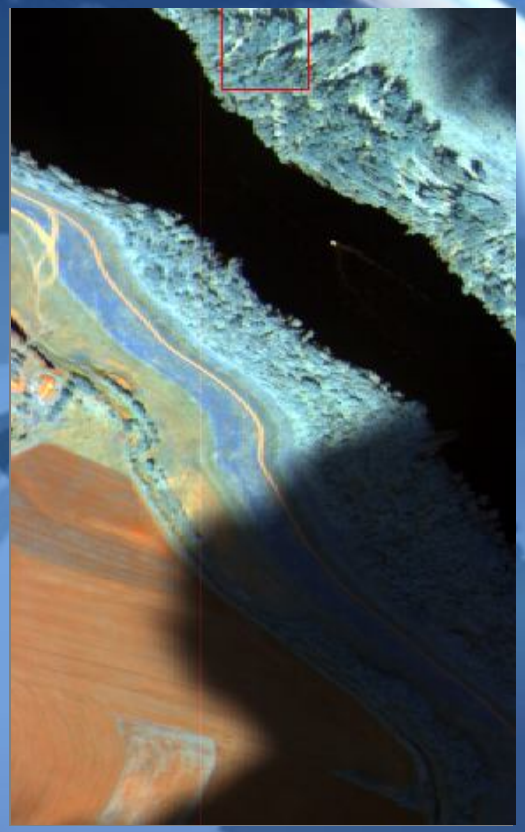
359 sáv, 1 méteres terepi felbontás

Előfeldolgozás

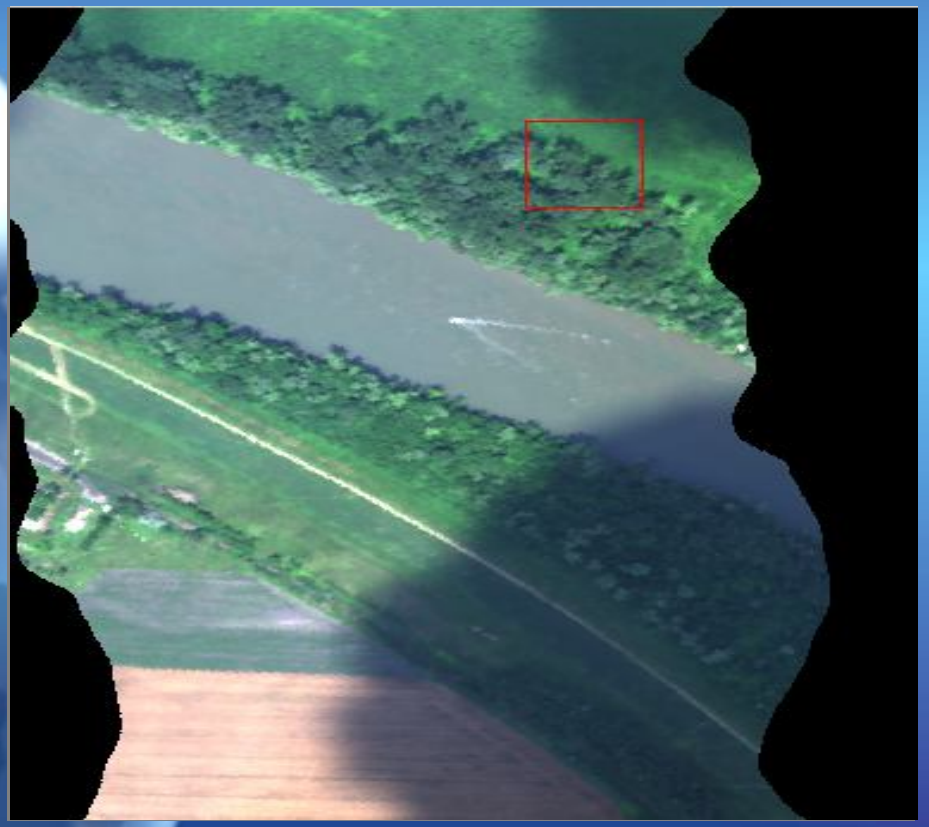
Az előfeldolgozás menete:

1. Radiometriai korrekció (DN, Radiancia, FODIS) - CaliGeo
2. Geometriai korrekció (automatikus vagy/és manuális) – CaliGeo
3. Mozaikolás - ERDAS

Radiometriai és geometriai korrekció

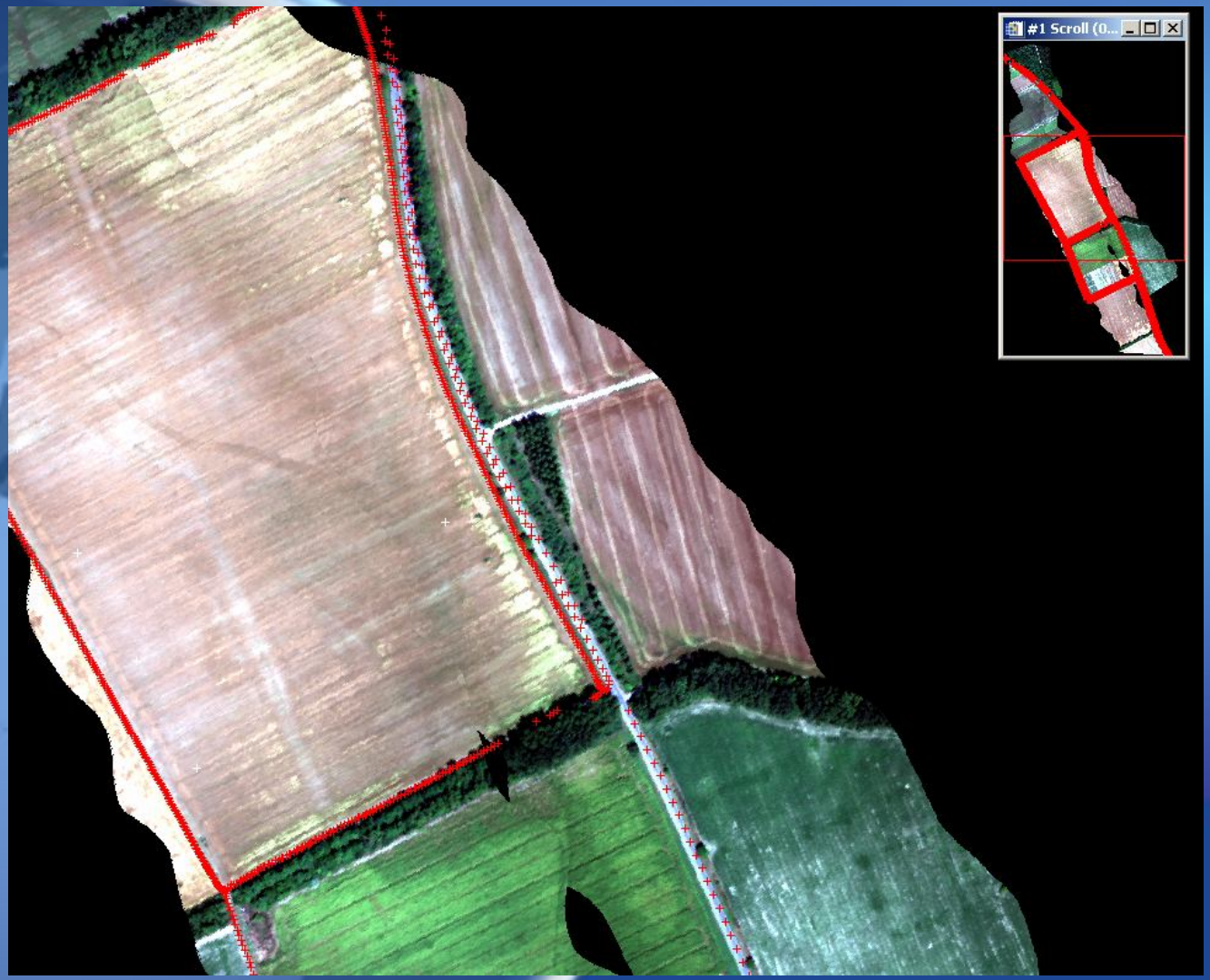


Korrekció előtt



Radiometriai + Geometriai korrekció után

Mozaikolás, geometriai pontosság



Tárkapacitás

A példa egy DUAL módban készült 359 csatornás, 2122×6754 méretű file feldolgozása során keletkezett fájlok méreteit mutatja be:

Nyers felvétel RAW:	1,1Gb
Radiometriai korrekció DAT:	1,5Gb
Geometriailag korrigált DAT:	20Gb
FODIS korrekció DAT:	1,5Gb
Geometriailag korrigált (FODIS) DAT:	20Gb
Összesen:	**44,1Gb**

Költségek

A hiperspektrális felvételek árai, az alábbi paraméterektől függnek:

- **földrajzi fekvés**
- **terület nagysága és alakja**
- **domborzat**
- **felvétel radiometriai és geometriai felbontása**
- **feldolgozottsági szint**
- **megrendelés sürgőssége**

Egy Debrecen környéki szabályos 10×10km-es terület előfeldolgozott felvételeinek az ára

Eagle mód (400-1000nm) 1,5m-es terepi felbontás (9sáv): 1.200.000Ft
Dual mód (400-2500nm) 1,5m-es terepi felbontás (35sáv): 2.800.000Ft

A hiperspektrális képfeldolgozás menete

- **Légi felvételezések**
- **Terepi adatgyűjtések**
  - **Várvölgy**
  - **Kis-Balaton**
- **Laboratóriumi feldolgozás**
  - **Növényvédelmi Intézet**
  - **Növénytudományi és Biotechnológiai Tanszék**
- **Számítógépes adatfeldolgozás:**
  - **Kemény János számítógépes labor XGrid rendszer lehetőségei**


Vizsgált növénykultúrák
parlagfű
tarló
kukorica
napraforgó
VÁRVÖLGY

Anyag- és adatgyűjtések

+jegyzőkönyv készítés

Gyűjtött adatok/Gyűjtés helyszíne	Várvölgy	Kis-Balaton
GPS adatok	I	I
Meteorológiai adatok	I	I
Színhőmérséklet adatok	I	I
Talajminta-vételezési adatok	I	N
Növényminta-vételezési adatok	I	N
Vízminta-vételezési adatok	N	I

I: Igen
N: Nem

Adatgyűjtés
GPS mérés

Rögzített adatok:

- Koordináták
- Látható műholdak
- Magasság
- Tarcklog file



Adatgyűjtés
meteorológiai adatok

Sármelléki repülőtér meteorológiai központ:

- Időpont
- Hőmérséklet
- QNH Tengerszintre átszámított légnyomás
- QFE Pályához viszonyított légnyomás
- Relatív páratartalom
- Szél sebesség
- Globál sugárzás
- Ultraibolya sugárzás

Mérőberendezés

- Időpont
- Hőmérséklet
- Légnyomás
- Relatív páratartalom



Adatgyűjtés
színhőmérséklet mérés

Rögzített adatok:

- Kép sorszáma
- Színhőmérséklet (Kelvin)
- Fényintenzitás (Lux)



GOSSEN Colormaster 3F

Adatgyűjtés
talajminta-vételezés

Rögzített adatok:

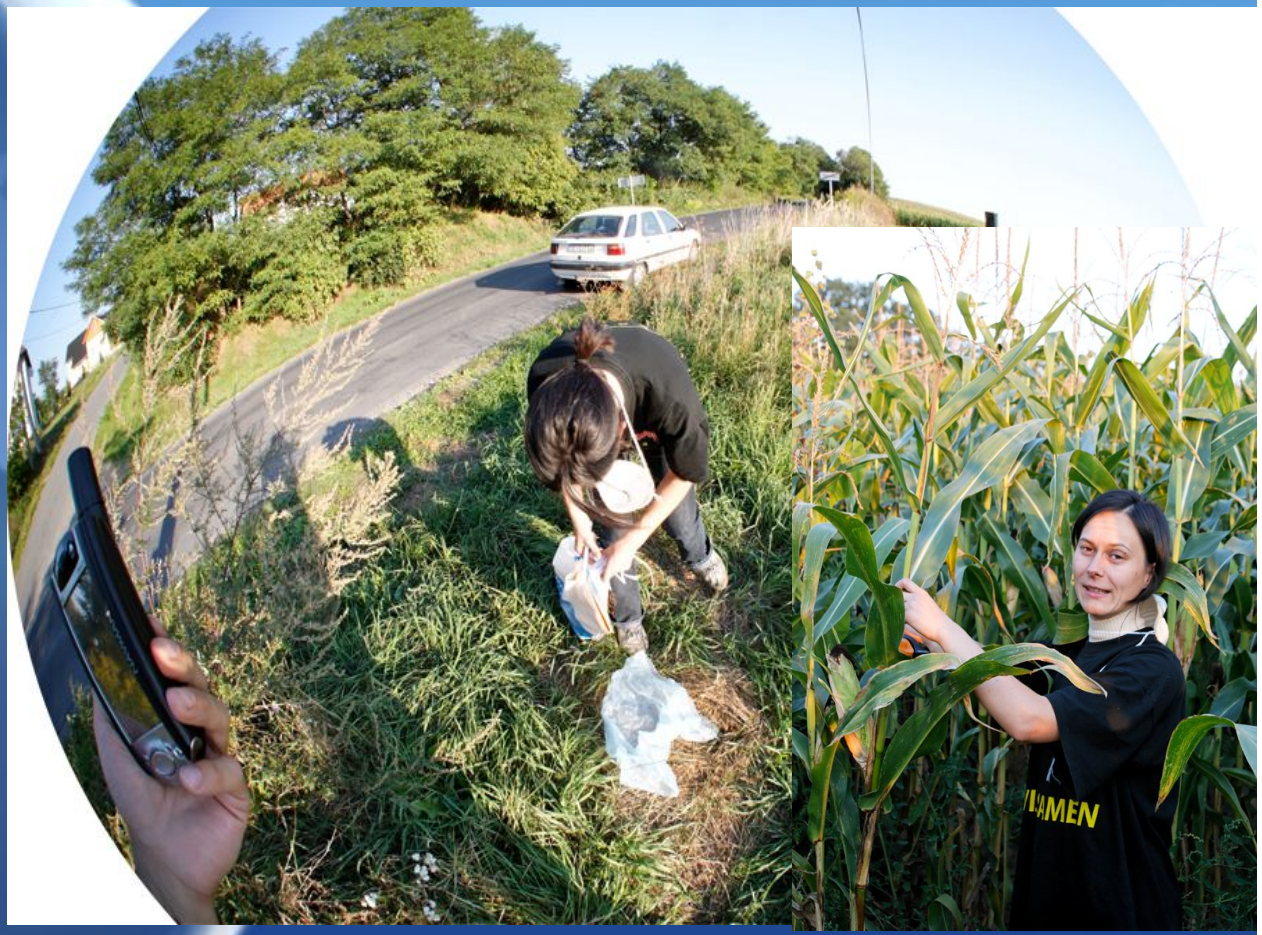
- Terület rövid leírása
- Vegetáció típusa
- Minta sorszáma
- Minta elhelyezkedése
- Kép sorszáma
- Látható műholdak



Adatgyűjtés
növényminta-vételezés

Rögzített adatok:

- Terület rövid leírása
- Vegetáció típusa
- Minta sorszáma
- Minta elhelyezkedése
- Kép sorszáma
- Látható műholdak

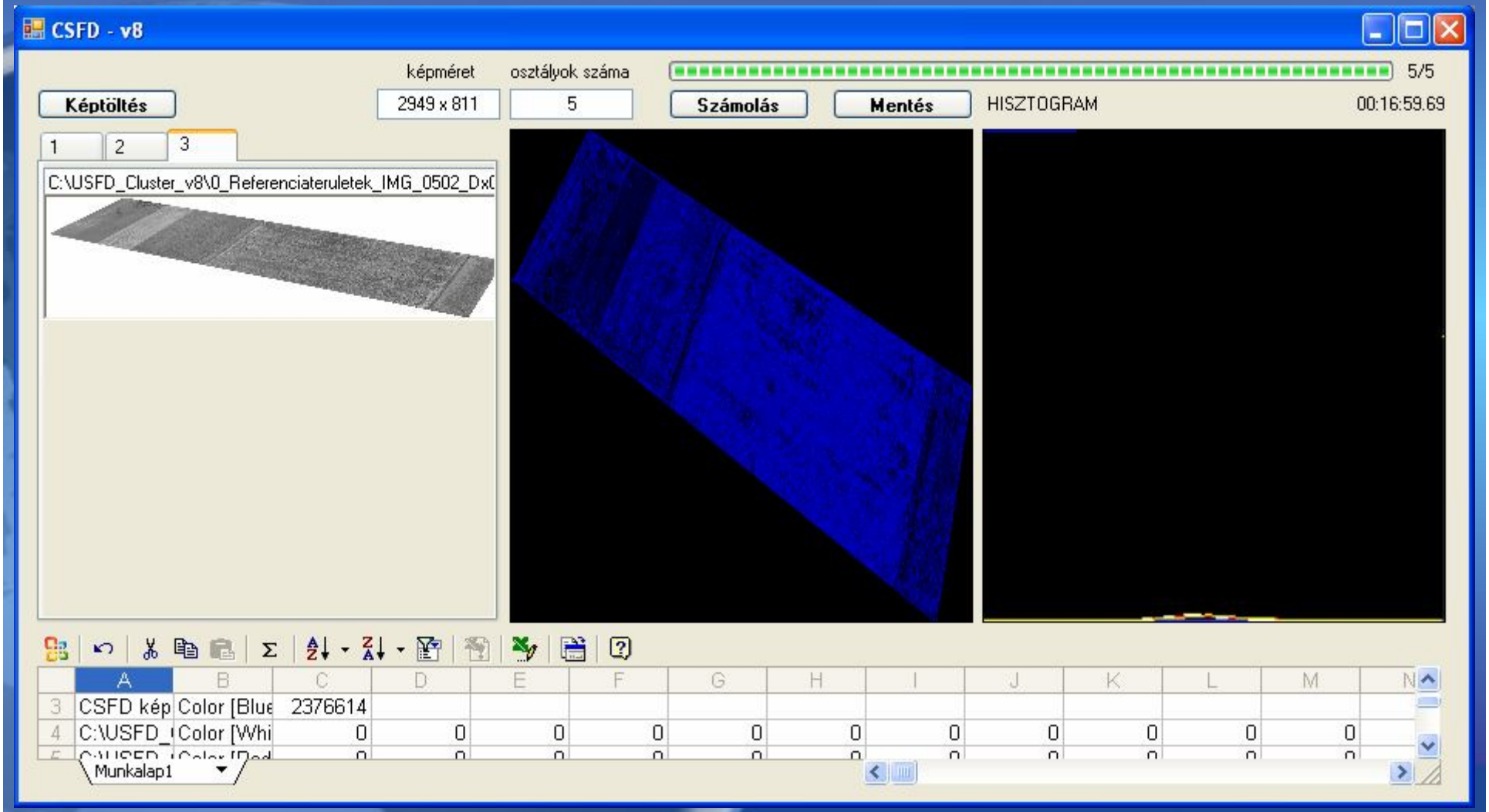


Adatgyűjtés
vízminta-vételezés

Kis-Balaton

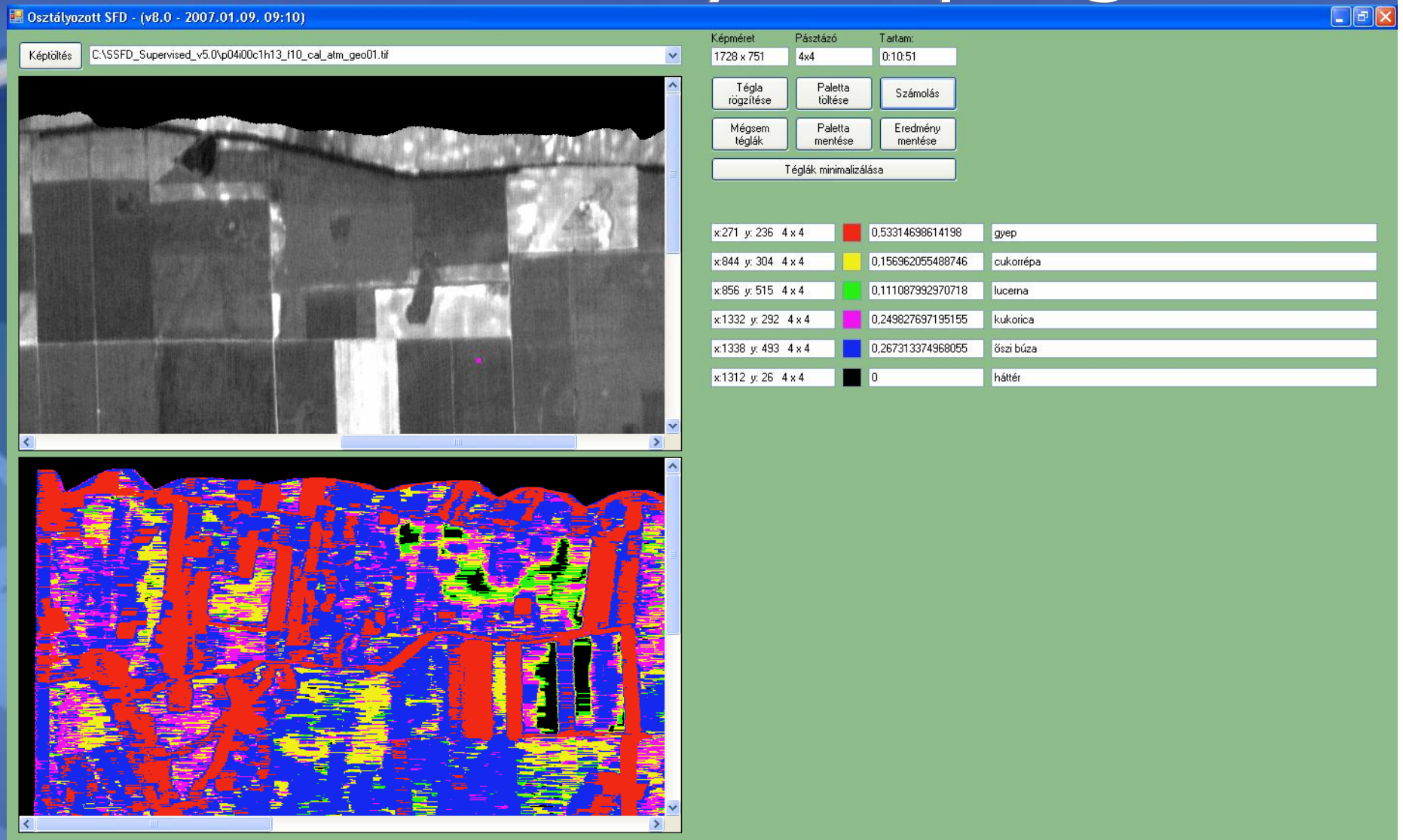


USFD klaszterező program



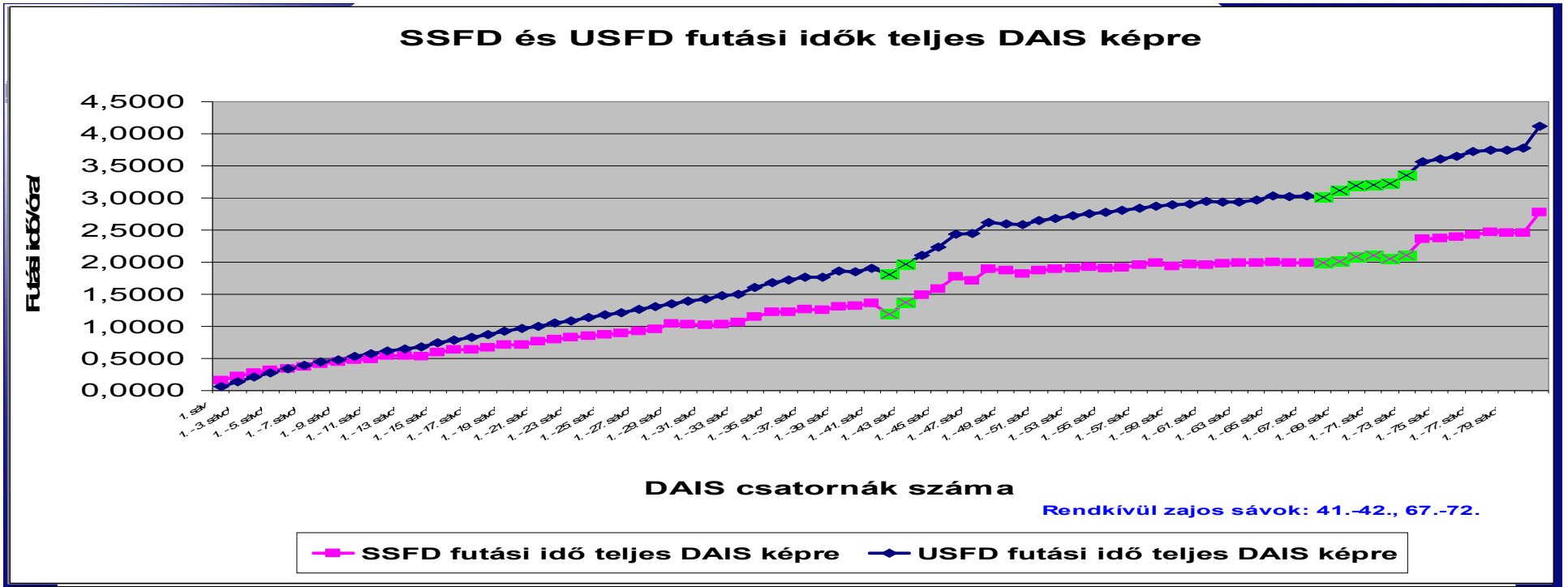
Unsupervised classification by Spectral Fractal Dimension - USFD

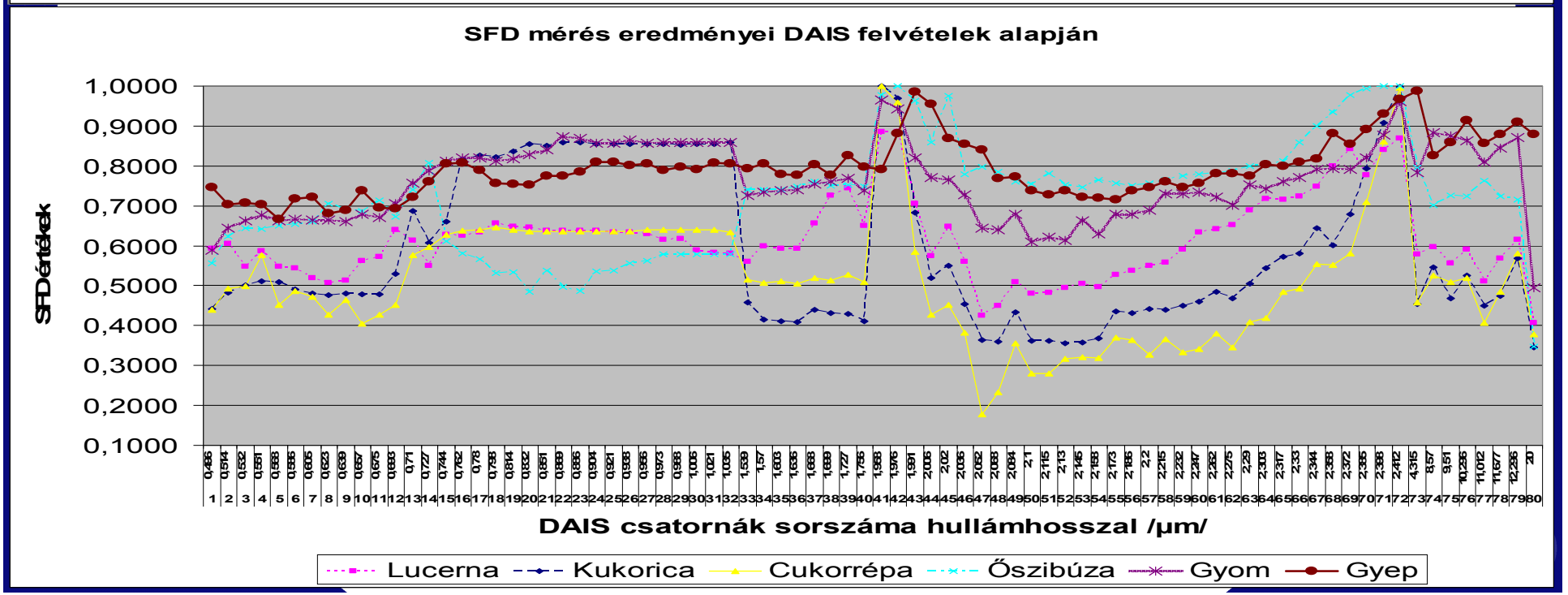
SSFD osztályozó program



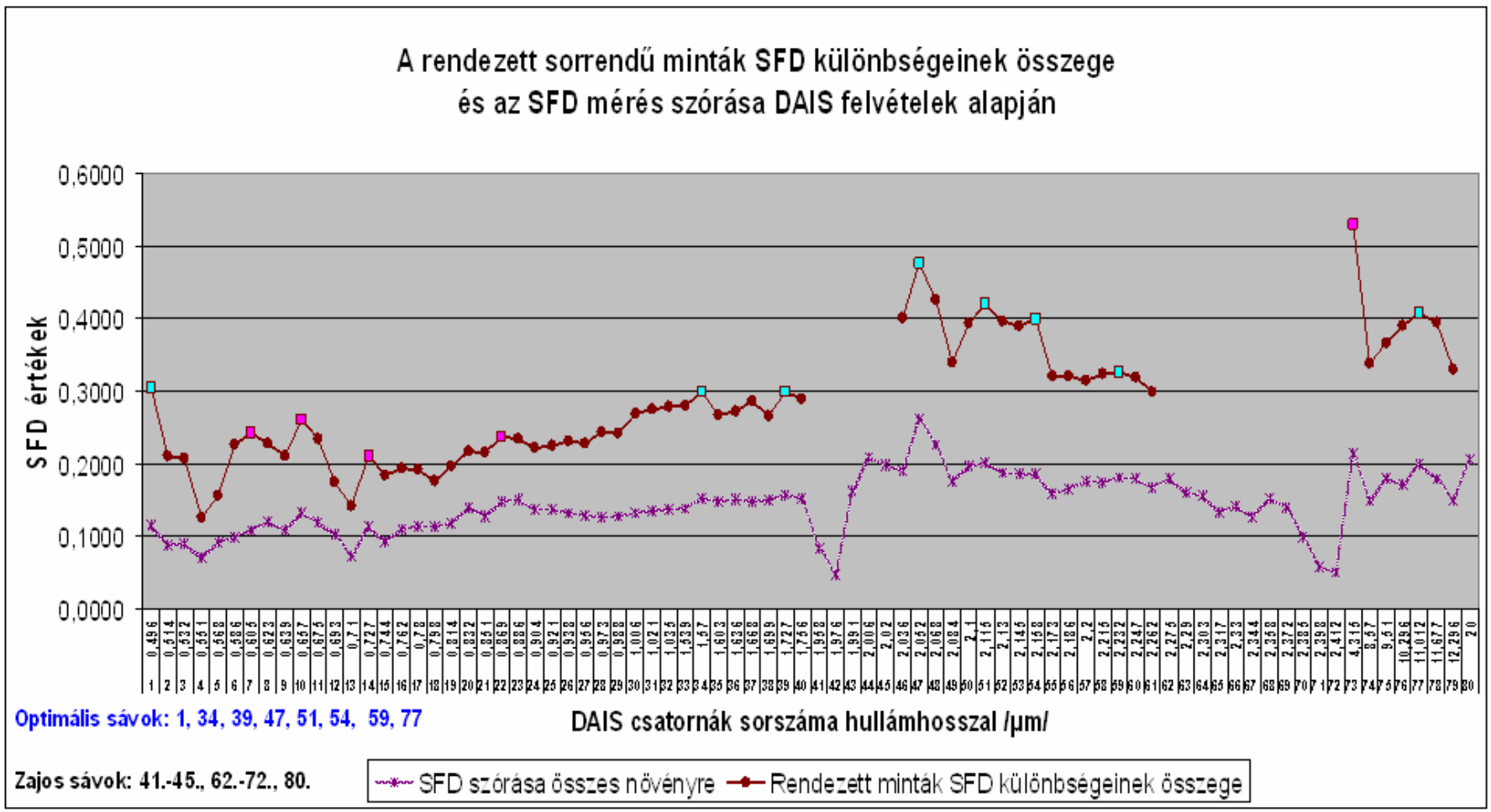
Supervised classification by Spectral Fractal Dimension -SSFD




SSFD és USFD futási idők teljes DAIS képre
Futási idő/óra
4,5000
4,0000
3,5000
3,0000
2,5000
2,0000
1,5000
1,0000
0,5000
0,0000
DAIS csatornák száma
Rendkívül zajos sávok: 41.-42., 67.-72.
SSFD futási idő teljes DAIS képre
USFD futási idő teljes DAIS képre


SFD mérés eredményei DAIS felvételek alapján
SFD értékek
1,0000
0,9000
0,8000
0,7000
0,6000
0,5000
0,4000
0,3000
0,2000
0,1000
DAIS csatornák sorszáma hullámhosszal /µm/
Lucerna
Kukorica
Cukorrépa
Őszibúza
Gyom
Gyep

Optimális sávok meghatározása (SFD mérés alapján)



Források I.

- **Kozma-Bognár, V., *HiperspektrÁlis adatok fraktálszerkezetének alkalmazasa különböző vegetációkra*, XII. ITF, 2006. április 20., Keszthely.**
- **Horváth, Z., - Kozma-Bognár, V., - Hegedűs, G., - Berke, J., *Fractaltexture test in lawn combination classification with hyperspectral images* , XII. ISAF 2006, Prague.**
- **Berke, J., - Horváth, Z., - Kozma-Bognár, V., – Varga, J., - Busznyák, J., - Hegedűs, G., *Hiperspektrális adatok osztályozásának elmélete és gyakorlata*, 4. Fény-Tér-Kép 2006 konferencia, Dobogókő.**
- **Kozma-Bognár, V. - Hegedűs, G., - Berke, J., *Spektrális fraktálszerkezet alapú osztályozás gyakorlati alkalmazása*, KÉPAF 2007 konferencia, Debrecen.**
- **Kozma-Bognár, V. - Hegedűs, G. – Berke, J., *Hiperspektrális adatok feldolgozási lehetőségei*, XIII. ITF, 2007. március 22., Keszthely.**
- **Kozma-Bognár, V. - Hegedűs, G. – Berke, J, *Hiperspektrális adatok fraktálszerkezet alapú osztályozása*, AVA3 konferencia, 2007. 03. 20-21., Debrecen.**
- **Kozma-Bognár, V., *HiperspektrÁlis adatok fraktálszerkezetének alkalmazasa***

Források II.

- *Burai, P., Első magyarországi légi hiperspektrális képalkotó rendszer AISA DUAL, 4. Fény-Tér-Kép Konferencia, Dobogókő, 2006. 10. 12-13.*
- *Európai Unió Tanácsa, 2003. január 27-i 149/2003/EK belső rendelet.*
- *Hargitai, H., A hiperspektrális képfeldolgozás módszerei és az első magyarországi képalkotó spektrométeres repülés adatainak elemzése, ELTE TTK FDI, PhD dolgozat, 2006.*
- *Berke, J., Measuring of Spectral Fractal Dimension, Advances in Systems, Computing Sciences and Software Engineering, Springer pp. 397-402., (2006), ISBN 10 1-4020-5262-6.*
- *Varshney, P. K. - Arora, M. K., Advanced Image Processing Techniques for Remotely Sensed Hyperspectral Data, Springer Berlin Heidelberg, New York, 2004, ISBN: 3-540-21668-5.*
- *Berke, J. - Hegedűs, GY. CS. - Kelemen, D. - Szabó, J.: Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. Georgikon – Szeiler – Kvark, Keszthely - Pictron Kft., Budapest, ISBN 963 206 2604, 2003.*

Források III.

- *Tamás J. - Lénárt Cs. - Burai P. - Fenyvesi L. - Papp Z.: Új dimenziók a hazai térinformatikában – Hiperspektrális légi spektrometria, I. Adatnyerés előfeldolgozás, II. Képfeldolgozás , 5. Fény-Tér-Kép Konferencia, Dobogókő – 2007. 10. 11-12.*
- *Kozma-Bognár Veronika - Hegedűs Géza - Varga János -Busznyák János - Berke József: Integrált távérzékelési adatok készítése és feldolgozása, 5. Fény-Tér- Kép Konferencia, Dobogókő – 2007. 10. 11-12.*
- *DE Agrárcentrum, Mezőgazdaságtudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék: Távérzékelés és digitális képfeldolgozás a földrajzi információs rendszerekben, http://gisserver1.date.hu/terpub/3.htm*
- *AISA hivatalos honlap - www.specim.fi*
- *DLR hivatalos honlap - www.op.dlr.de/dais*
- *Az USGS honlapja: http://speclab.cr.usgs.gov/spectral-lib.html*

Források IV.

- *Kardeván, P., Z. Vekerdy, L. Róth, S. Sommer, T. Kemper, G. Jordán, J. Tamás, I. Pechmann, E. Kovács, H. Hargitai and F. László (2003). Outline of scientific aims and data processing status of the first Hungarian hyperspectral data acquisition flight campaign, HySens 2002 Hungary. Proceedings of the 3rd EARSeL Workshop on Imaging Spectrometry, Herssching, Germany*
- *Horváth Ferenc – Hargitai Henrik – Kardeván Péter: Az elsõ magyarországi képalkotó spektrométeres repülés és adatainak elemzése erdőtípusok elkülönítésére. Geodézia és Kartográfia, 58.évf. (2006), No. 9, pp. 2-31.*
- *Jung, A., Kardevan, P., Tőkei, L. (2006): Hyperspectral Technology in Vegetation Analysis. Progress in Agricultural Engineering Sciences Vol 2 (No.1), December, 93-115.*
- *Hargitai Henrik - Vekerdy Zoltán - Ulanbek Turdukulov - Kardeván Péter: Képalkotó spektrométeres távérzékelési kísérlet Magyarországon. Térinformatika, 2004/6. pp12-15*
- *János Tamás, Péter Kardeván, Elemér Kovács, Elza Kovács and Péter Takács, (2005) Evaluation of environmental risks of non point source heavy metal contamination using sensor DAIS. Proceedings of 4th EARSeL Workshop on Imaging Spectroscopy*