

Keskkonna kaugseire

Teine loeng: Kaugseire aparatuur

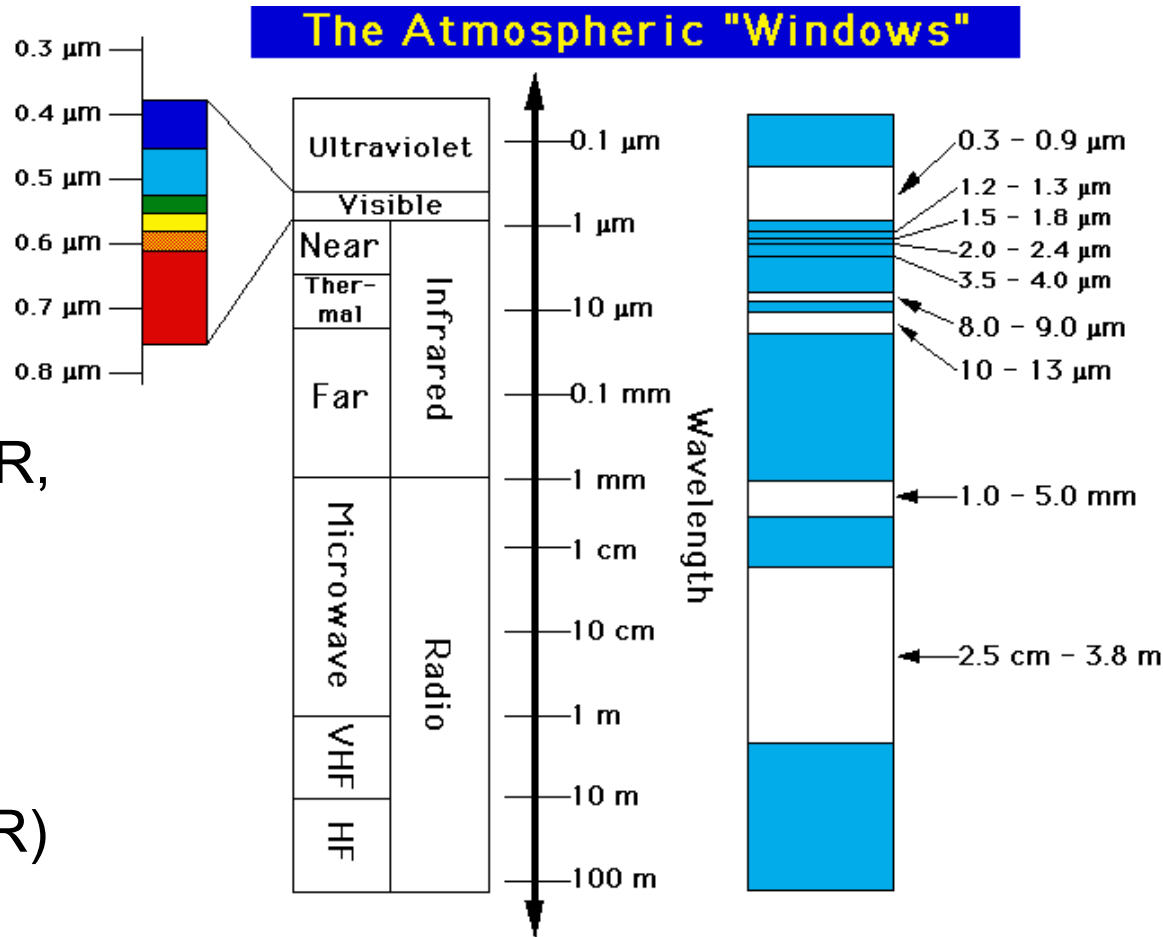
Matti Mõttus (matti.mottus@aai.ee)

- Meeldetuletus eelmisest loengust
- Skannerid
 - Paljukanaliline skanner
 - Kujutise spektromeeter
 - Näited kasutatavatest instrumentidest
- Radar
- Lidar

Lühike kordus

- Loengus
 - Opiline kiirgus
 - Füüsikalised suurused kaugseires
- Praktikumis
 - MERIS: mis see on?
 - BEAM (ja visat)
 - Toode ja tase (product & level)

Passiivne kaugseire



- “Optiline kaugseire”: VIR, NIR, SWIR
 - Peegeldunud kiirgus
- Passiivne mikrolainekaugseire
- Infrapunakaugseire (TIR)

Kirkus (radiance)

- Kõige diferentsiaalsem suurus fotomeetrias
- Kirkus on radiomeetriline suurus, mis vastab energia hulgale, mis kiirgub antud (elementaar)pindalast (või läbib antud pindala) antud (elementaar)ruuminurka
- Spektraalne suurus, vektor

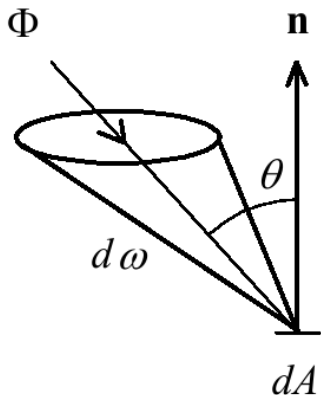


Figure 3a Radiance (arriving)

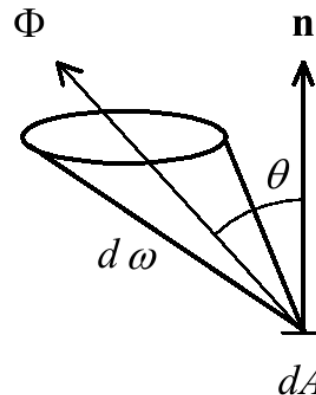


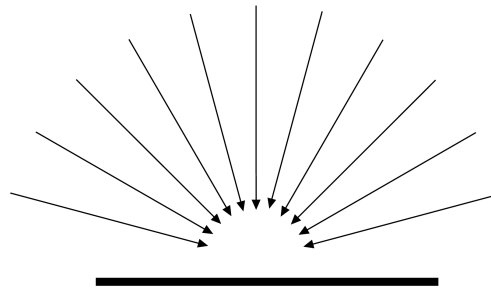
Figure 3b Radiance (leaving)

$$l = \frac{d^4 E}{dA d\vec{\Omega} dt d\nu \cos \theta}$$

Kiirgusvoog (Flux)

- Kiirgusvoog on teatud pinnale langev (või ka seda läbiv, sellest lähtuv) kiirgusenergia hulk (UV, nähtav, infrapunane)
- Oleneb pinna suurusest ja orientatsioonist!
- Pind tihti horisontaalne, 2 komponenti – pealelangev ja peegeldunud kiirgusvoog
- Võimalik defineerida ka spektraalne kiirgusvoog

$$\Phi = \frac{dE}{dt}$$

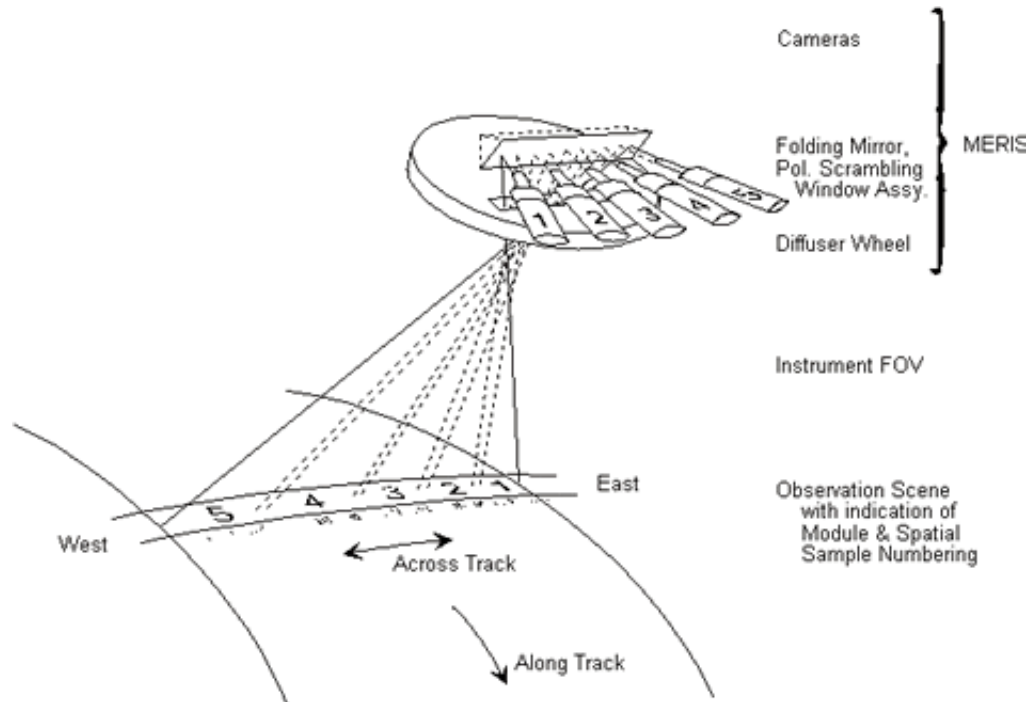


Albeedo

- Albeedo on pealelangnud ja peegeldunud kiirgusvoo (või kiiritustiheduse) suhe
 - ▶ Spektraalne kiiritustihedus → spektraalne albeedo
- Black sky albedo
 - ▶ Punktvalgustus (otsene päikesekiirgus)
- White sky albedo
 - ▶ Difuusne valgustus (taeva hajuskiirgus)
- Black / white sky albedo erinevus oleneb pinna omadustest

Praktikumis

- MERIS: mis see on?
 - ESA: Euroopa kosmoseagentuur
 - Envisat: Euroopa suurim keskkonnasatelliit, 10 instrumenti
 - MERIS: Kesklahutusega „pildispektromeeter“



	Band	Band centre (nm)	Bandwidth (nm)	Primary Use
V I S I B L E	1	412.5	10	Yellow substance and pigments detritus
	2	442.5	10	Chlorophyll absorption maximum
	3	490	10	Chlorophyll and other pigments
	4	510	10	Suspended sediment, red tides
	5	560	10	Chlorophyll absorption minimum
	6	620	10	Suspended sediment
	7	665	10	Chlorophyll absorption and fluo. reference
	8	681.25	7.5	Chlorophyll fluorescence peak
	9	708.75	10	Fluo. Reference, atmospheric corrections
I N F R A R E D	10	753.75	7.5	Vegetation, cloud
	11	761.75	3.75	Oxygen absorption R-branch
	12	778.75	15	Atmosphere corrections
	13	865	20	Atmosphere corrections
	14	885	10	Vegetation, water vapour reference
	15	900	10	Water vapour, land

MERISe tooted

- The ENVISAT nomenclature of the products delivered to the public describes three types of processing levels:
 - ▶ level 1B – are images resampled on a path-oriented grid, with pixel values having been calibrated to match the Top Of Atmosphere (TOA) radiance.
 - ▶ level 2 – are images deriving from the level1B products, with pixel values having been processed to get geophysical measurements.
 - ▶ level 3 – are synthesis of more than one MERIS products (and possibly external data) to display geophysical measurements for a time period.
- Merise lahutus
 - ▶ FR: 300 m nadiiris – lähetatakse rannikualadel ja maa kohal
 - 1 CCD piksel
 - ▶ RR: 1200 m nadiiris – salvestatakse jooksvalt pardal
 - 4x4 CCD pikslit liidetuna

MERIS Product Prices for Category 1 Use

MERIS	Product ID	Product price for Cat. 1 use	Temporal/spatial coverage	Max. Size
Full Resolution Level 1B	MER_FR__1P	15 €	1 scene (650 km length)	156 MB
Full Resolution Level 2	MER_FR__2P	15 €	1 scene (650 km length)	186 MB
Full Resolution Full swath Level 1B	MER_FRS_1P	25 €	1 scene (1400 km length) or segment	750 MB
		Free on Internet	Until 15 days after acquisition (European and North American coverages)	
Full Resolution Full swath Level 2	MER_FRS_2P	25 €	1 scene (1400 km length) or segment	750 MB
		Free on Internet	Until 15 days after acquisition (European and North American coverages)	
Reduced Resolution	MER_RR__1P	10 €	1 orbit (or 1 orbit segment)	540 MB
		250 €	1 month of data	230 GB

Collections :

- ? 1 Collection selected
- Landsat
 - Landsat TM and ETM
 - Landsat MSS: RAW,SCAS
 - Landsat RBV
 - Landsat Cat-1
 - Nimbus
 - NOAA
 - SCISAT/ACE

Query Mode: Standard

Date : Area :

Choose a Date Area Selection

Date
 Date and Time
 Rect
 Cir
 Poly

From: Center Lat/Lon (dd:mm:ss)

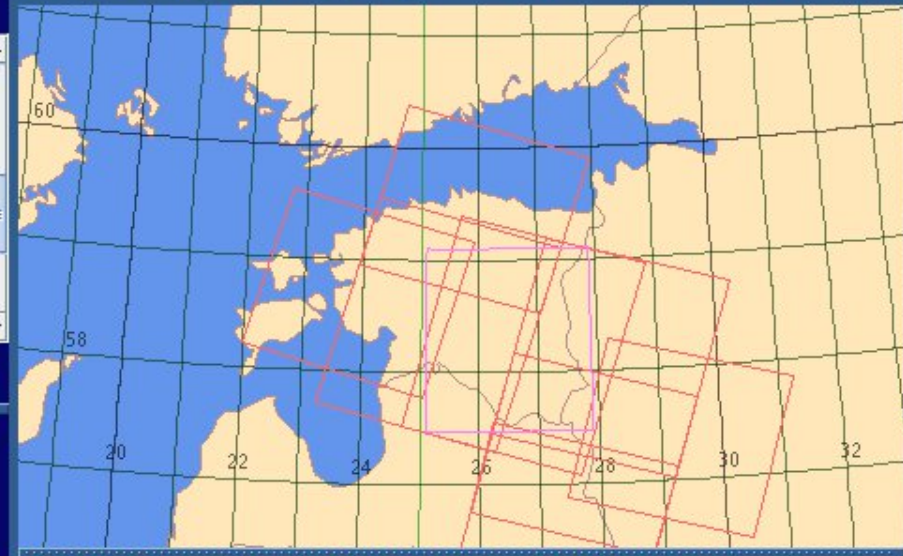
01-Jul-2008 58:17:27 26:29:06

To: Height/Width (Km)

31-Aug-2008 181.35 164.33

Step by range

← → 🌐 ✂ ✂ ✂ 🔍 📏 📏 📏 📏 📏 📏



Preview not available 1

Preview not available 2

9 item(s) in Catalogue (9 out of 9 from last Query) - 0 item(s) selected

Id	Mission	Sensor	Product	Status	Start	
1	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-07-03 08:58:54.65	2008
2	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-07-12 08:52:26.64	2008
3	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-07-19 08:58:10.12	2008
4	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-07-24 09:16:26.71	2008
5	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-07-26 09:04:04.61	2008
6	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-08-02 09:10:00.97	2008
7	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-08-13 08:51:29.64	2008
8	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-08-18 09:09:19.01	2008
9	Landsat-5	TM	Landsat/TM	Archived	2008-08-20 08:57:42.07	2008



Preview not available 4

Praktikumis

- BEAM (ja visat): Brockmann Consulting
 - <http://www.brockmann-consult.de/beam/index.html>

BEAM is a toolbox for viewing, analysing and processing of remote sensing raster data. Originally developed to facilitate the utilisation of image data from Envisat's optical instruments, BEAM now supports a growing number of other raster data formats such as GeoTIFF and NetCDF as well as other sensors such as MODIS, AVNIR, PRISM and CHRIS/Proba.

Kaugseire aparatuur

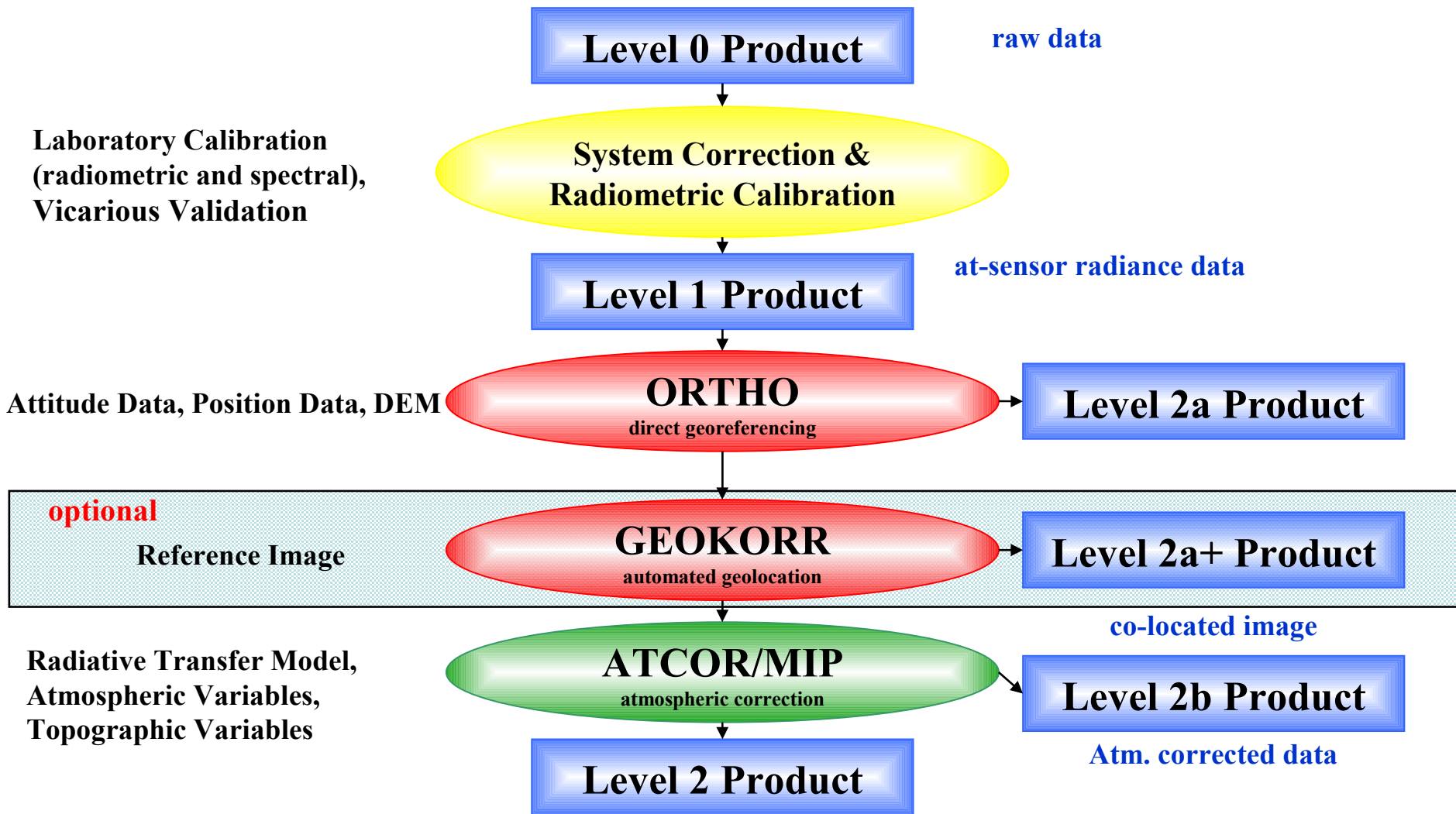
- Satelidipilt kui füüsikalise mõõtmise tulemus
- Kaugseiresüsteemid
 - Erinevad platvormid ja eesmärgid
 - Skännerid
 - Pildistavad süsteemid
 - Radarid
 - Lidarid

Satelliidipilt kui teatud füüsikalise mõõtmise tulemus

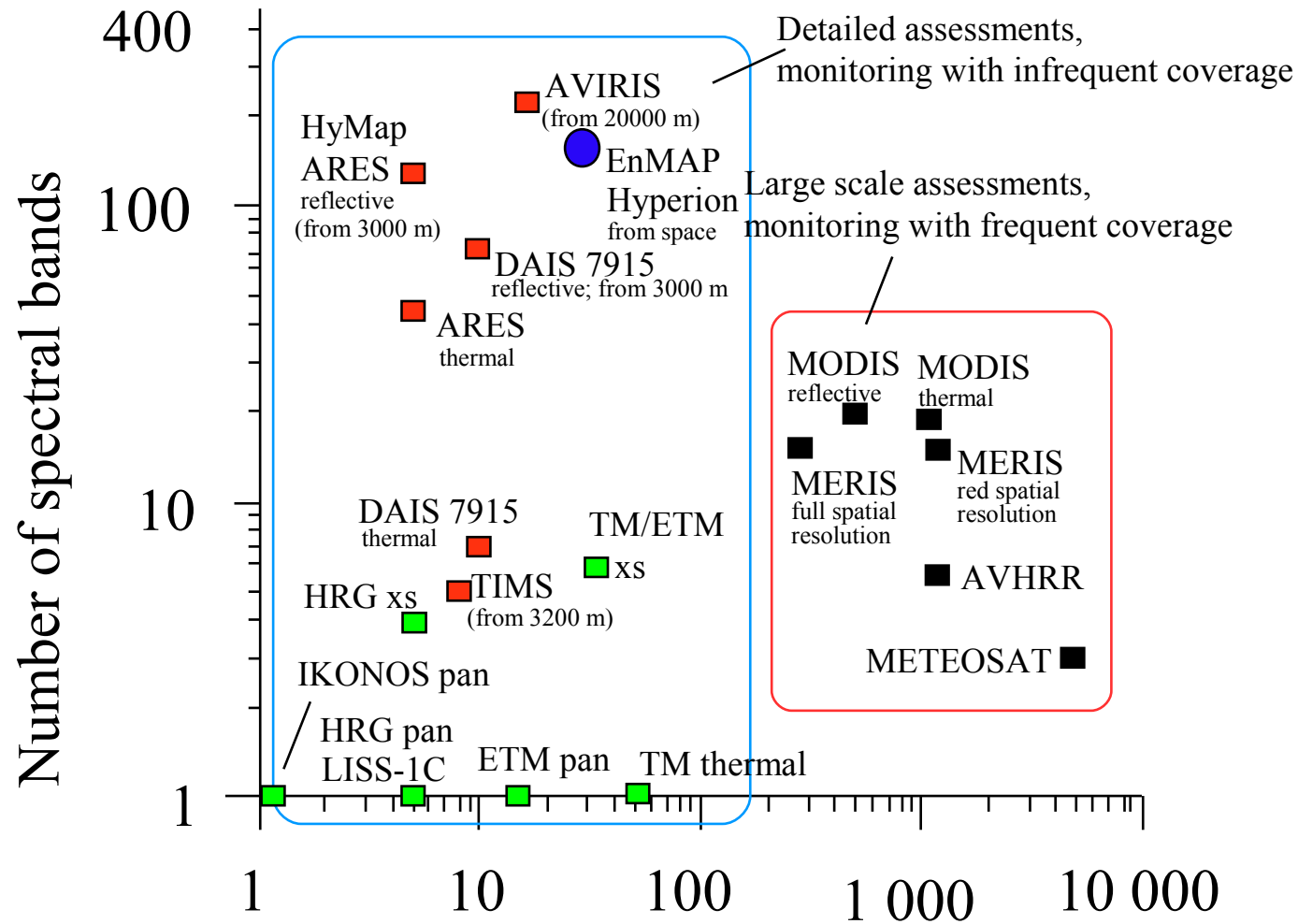
- Pildid turustatakse tavaliselt nn. digitaalnumbrites (DN)
- Skannerid kaliibritakse energeetilistes ühikutes
- Maale langeva päikesekiirguse intensiivsus ja spekter väljaspool atmosfääri teada
- Pildid vabastatakse atmosfääri segavast ja muutlikust mõjust (nn. atmosfääri-korreksioon) ja taandatakse heleduskordaja ühikutesse
- Heleduskordaja on objektiga seotud füüsikaline suurus – antud objekti heleduse suhe samades valgustingimustes oleva ideaalse difuusse peegeldaja heledusse

Kaugseire kui lisainfo allikas ja abivahend

- Olemasolevate teadmiste või maapealsete (punkt)mõõtmiste üldistamine suurele territooriumile
- Rakendamine koos meid huvitavate protsesside mudelitega, kaugseire abil saadakse mõned mudeli sisendparameetrid või väljundid ja testitakse hüpoteese
- Antud momendi situatsiooni dokumenteerimine (tuleviku) muutuste uurimiseks



Kaugseiresüsteemid



Spatial resolution (GSD in meter)

Euroopa kosmosesüsteemid

2001 - 2005

2006 - 2010

2011 - 2015

Science

Earth Explorer



Operational



ERS-1/2

Envisat

Sentinels

1. SAR

2. Superspectral

IR Monitoring

3. Ocean Monitoring

4. Atmosphere/Geo

5. Atmosphere/Polar

Living Planet

Earth Watch



National

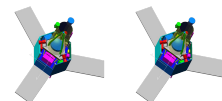
TerraSAR-X



Cosmo Skymed



SPOT Series



Pleiades

Rapid Eye

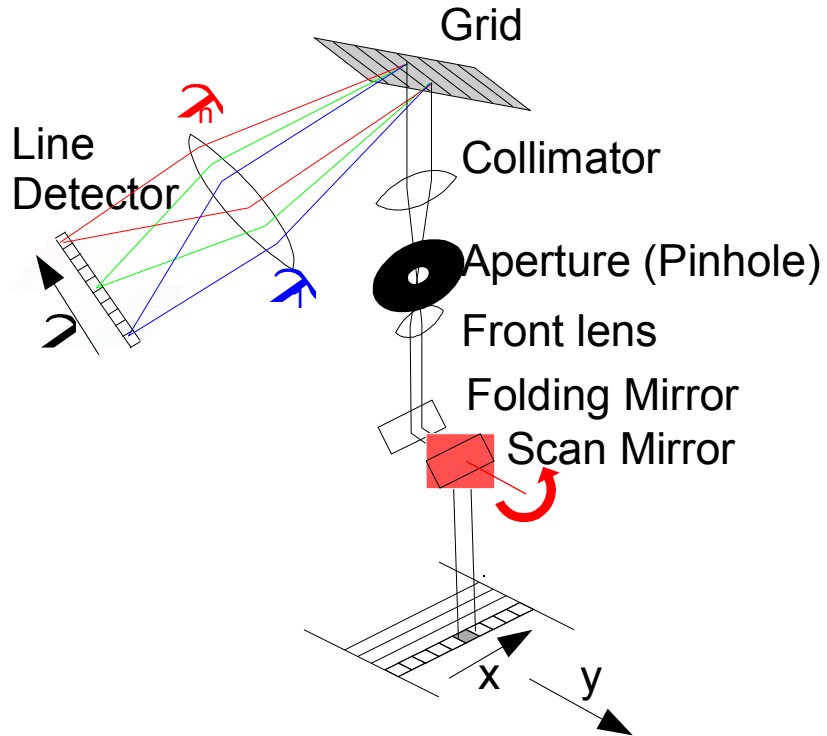


Tandem-X and EnMAP

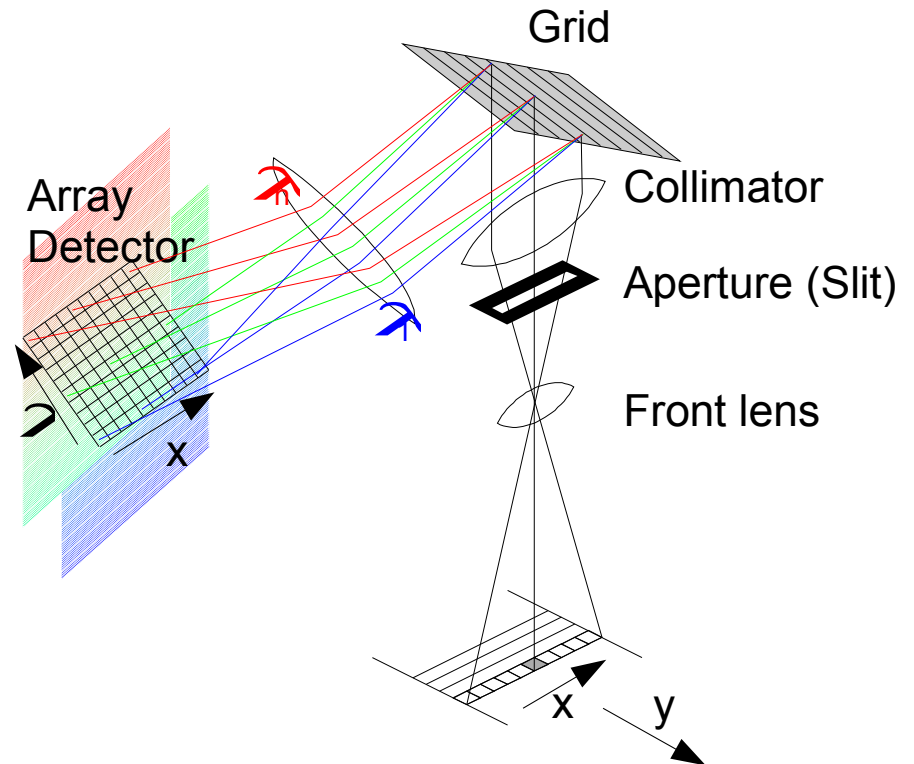
Optiline passiivne kaugseire: põhjalikum lähenemine

- Skännerid
 - Push-broom vs. Whisk-broom
 - Lahutusvõime oleneb mitmetest teguritest: Kosmosest kuni 0,7 m, lennukilt umbes 30 cm
 - Lahutusvõime ~ piksli suurus?
 - IFOV (Instantaneous Field Of View)
 - *Pan-sharpening*
 - Kanalite arv oleneb võimalusest / vajadusest
 - Kujutise spektromeetrid (hüperspektraalne kaugseire)
- Pildistavad süsteemid
 - POLDER

Skännerid



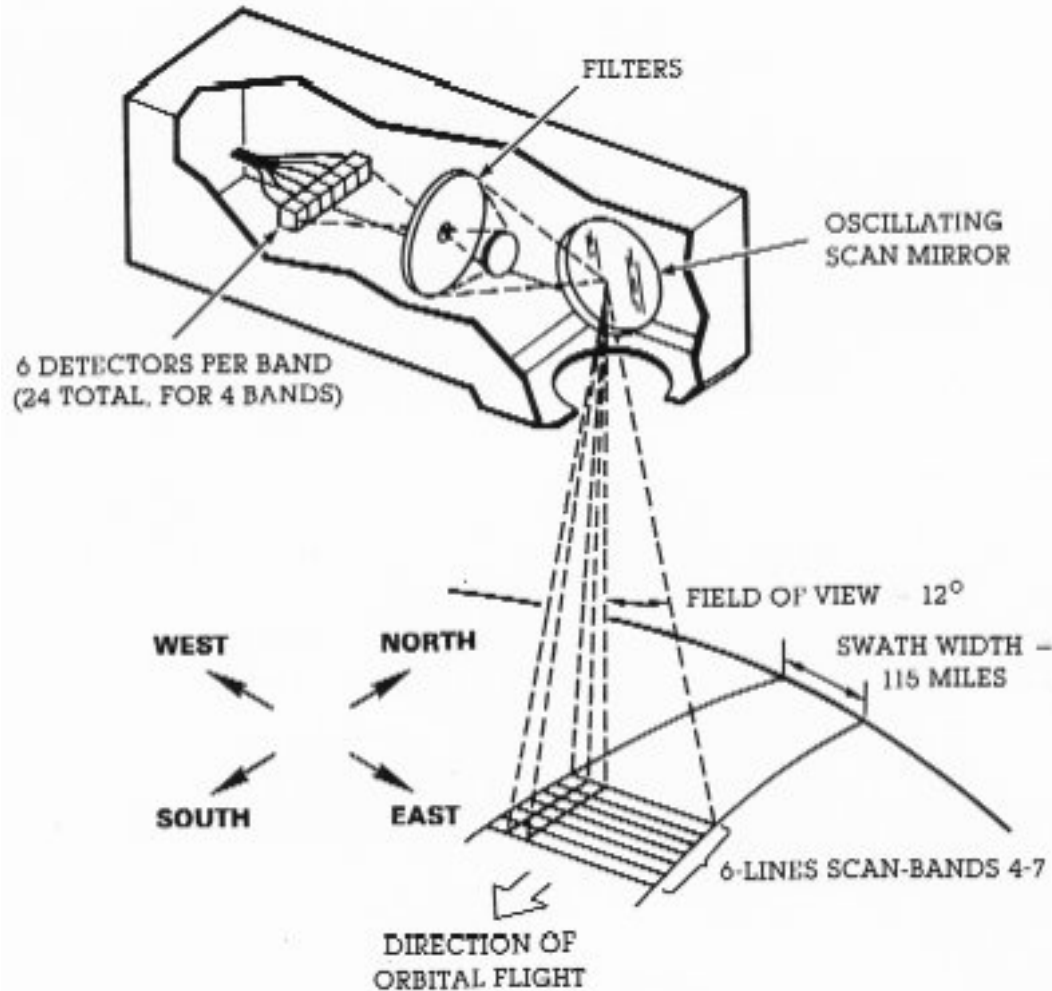
a.) whiskbroom-Scanner



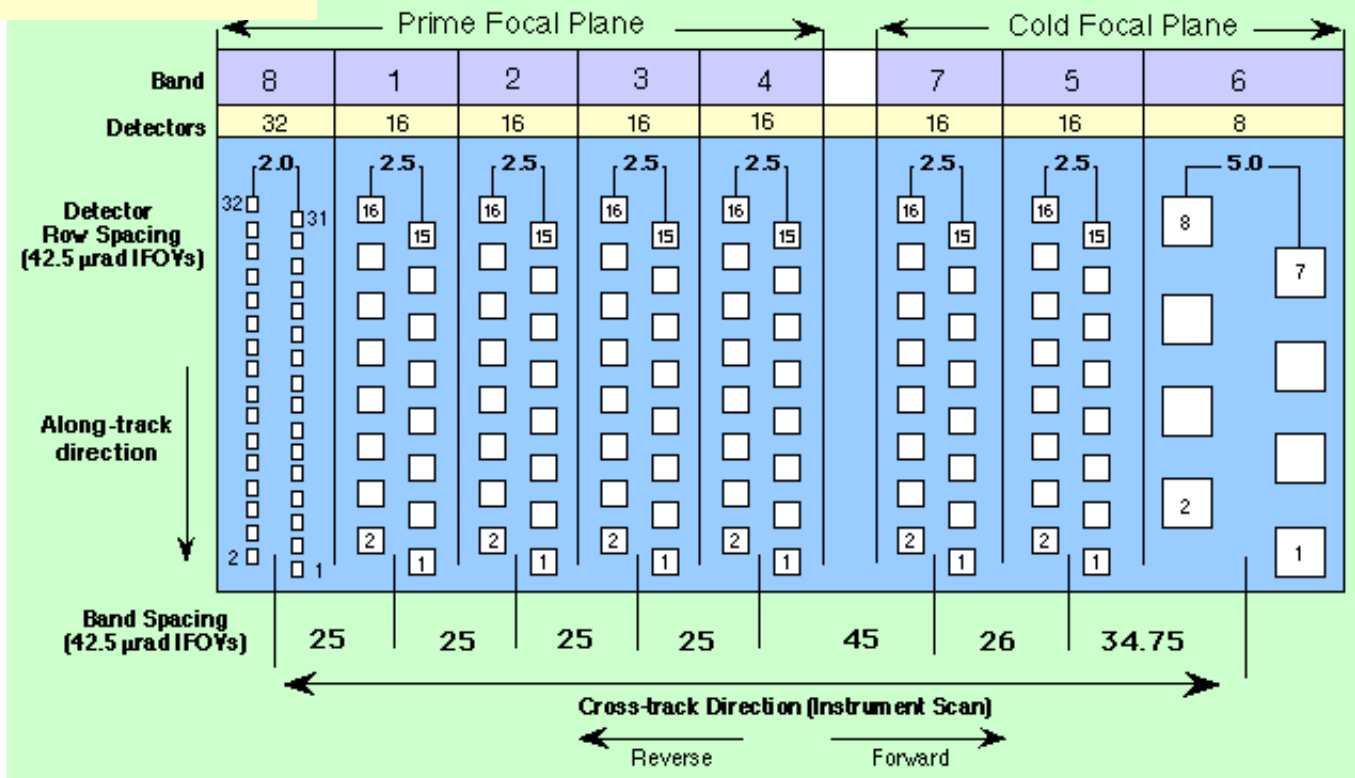
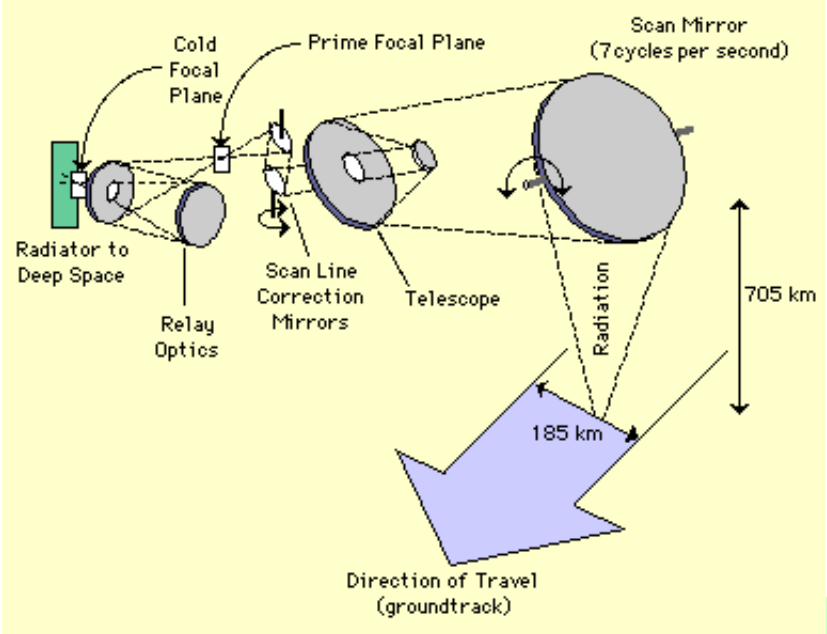
b.) pushbroom-Scanner

Skanneri tööpõhimõte

MSS SCANNING ARRANGEMENT



ETM (Landsat)



AHS

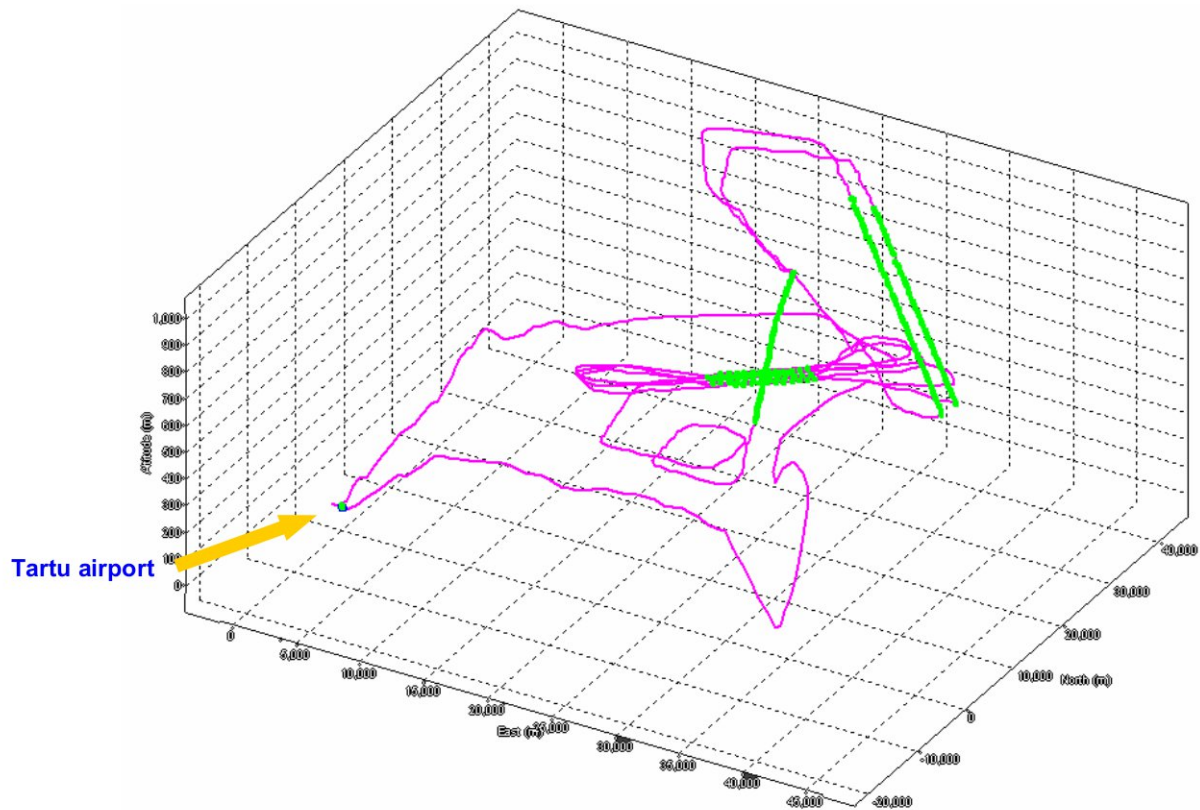


Näide: AHS mõõtmised Järveljal

- Mõõtmised 2007. a. juulis Järveljal
- Rahastajad: EUFAR ja INTA
 - EUFAR: EUropean Fleet for Airborn Research
 - INTA: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
- Advanced Hyperspectral Scanner lennukil Casa-212
 - 80 kanalit VIS → TIR
 - Piksel 2,4 m @ nadiir







GREASEMH July 2007
July 17th aircraft 3D trajectory.
VALERI, Jarvselja and Peipsi lines in light green color.

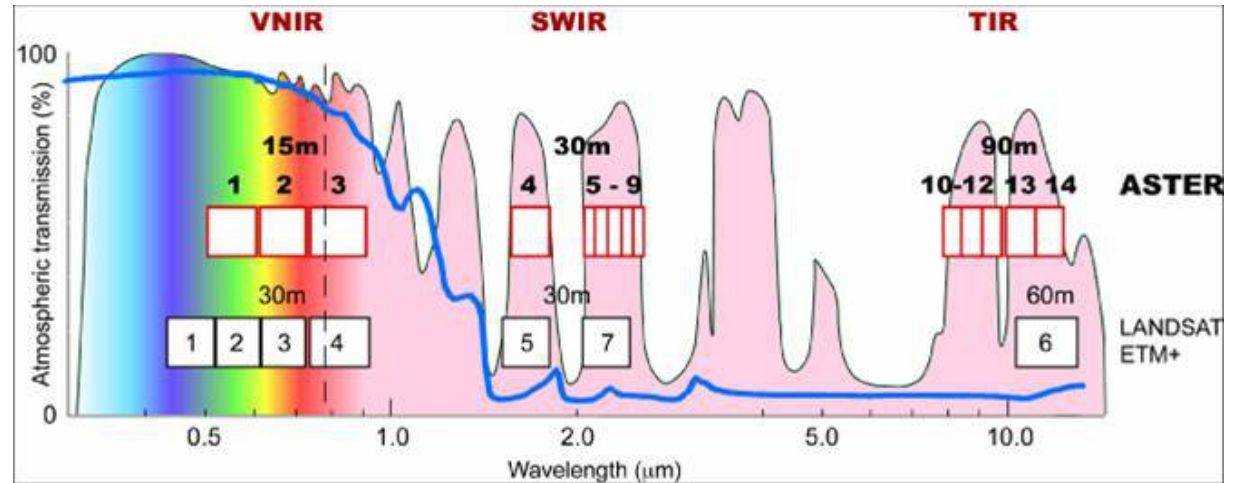
Aerofotod ja lennukiskanneri pildid

- Pilvevabade satelliidipiltide saamine sageli problemaatiline
- Aeromeetodid paindlikumad, kuid kallimad kui vaja üldistusi suuremale territooriumile. Nüüd on maa-ametil olemas korralik digitaalne aerofotokaamera
- Suuremate kahjustuste ja katastroofide korral vaja operatiivselt jäädvustada olukord, satelliidipilti ei pruugi õigel ajal saada
- Muud kaugseire abivahendid (mastid, õhupallid, lohed, deltaplaanid, UAV jm.)
- Maapealsed spektraalsed mõõtmised

Hüperspektraalsed mõõtmised

ASTER ja Landsat:
multispektraalsed
sensorid

AisaDUAL Sensor



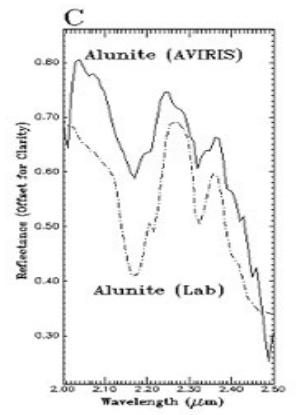
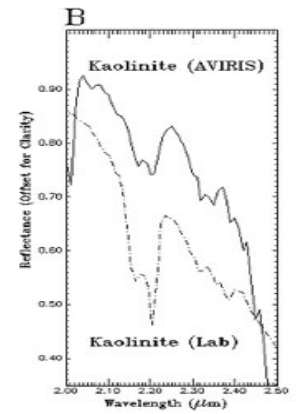
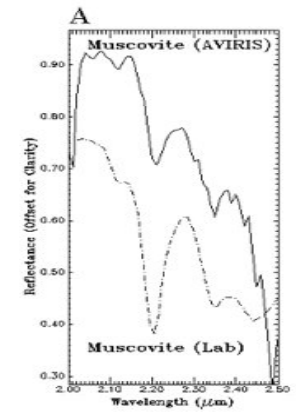
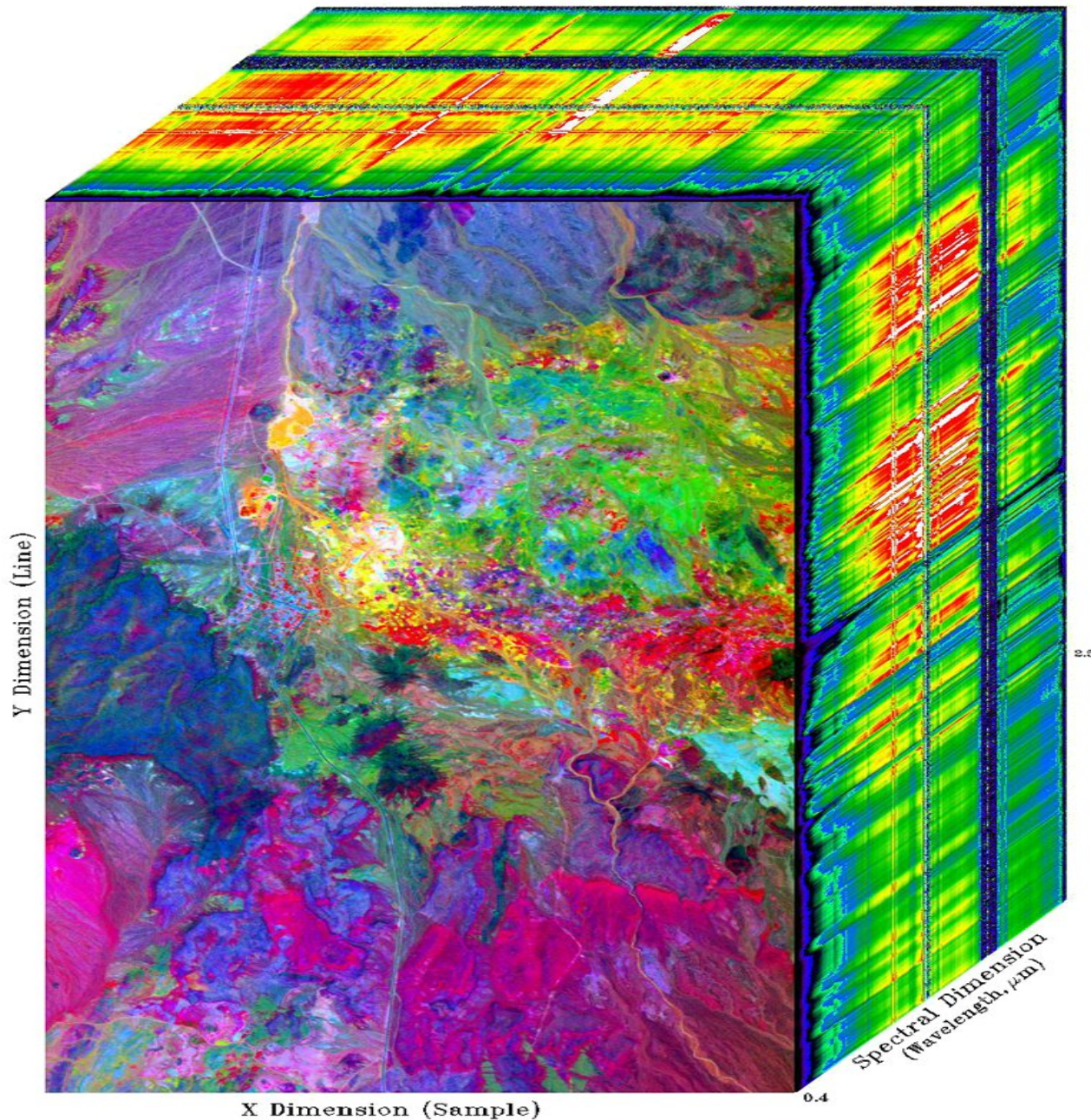
OPTICAL CHARACTERISTICS

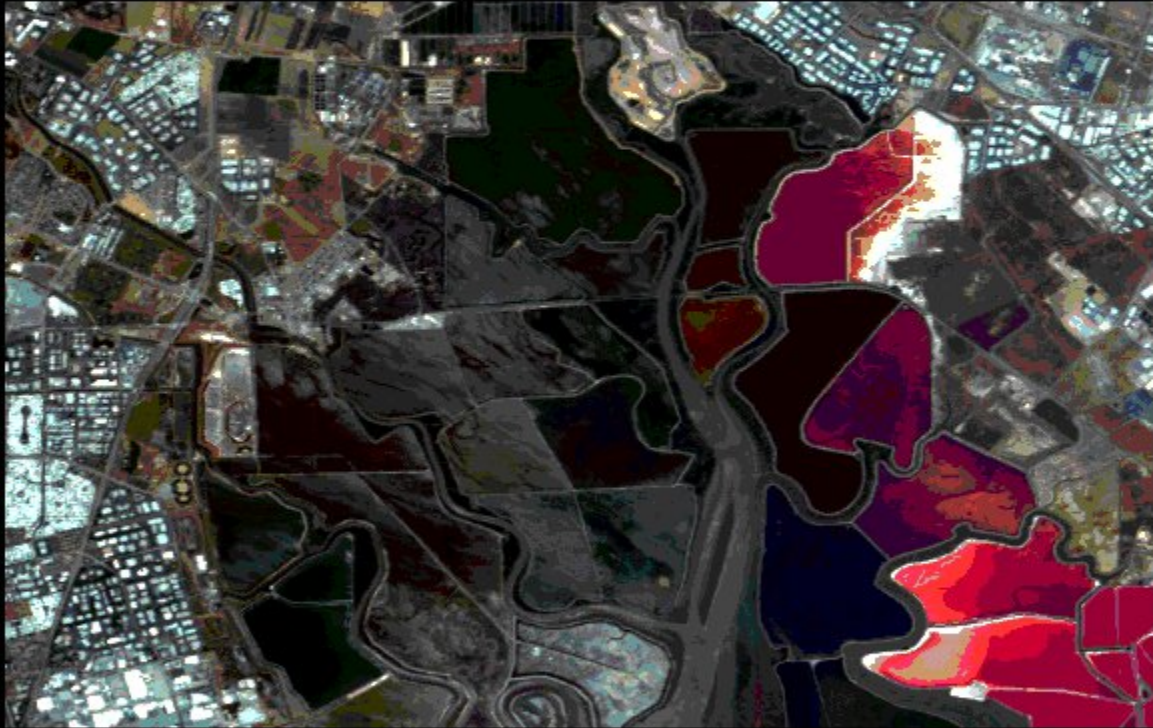
TYPICAL SPECIFICATIONS

VNIR

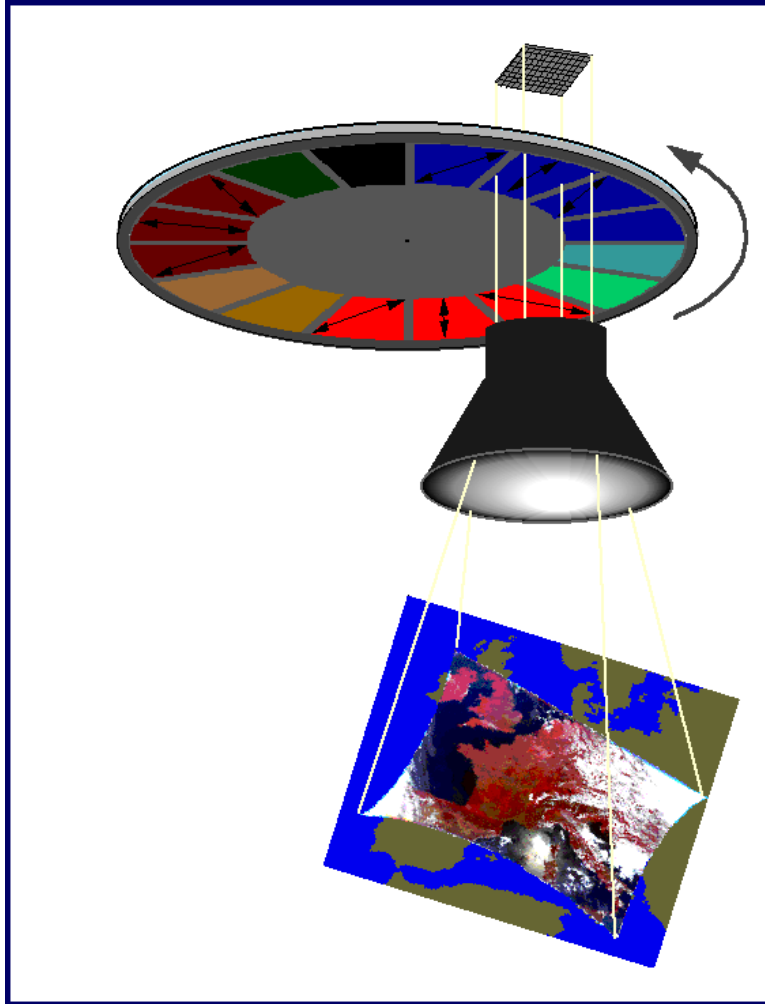
SWIR

Spectral range	400-970 nm			970-2500 nm		
	Total 400-2500 nm					
Spectral resolution	2.9 nm			8.5 nm		
Spectral binning options	none	2x	4x	none	2x	4x
# spectral bands	244	122	60	254	127	63
Spectral sampling/band (nm)	2.3	4.6	9.2	5.8	11.6	23.2
FODIS (optional)	In VNIR channel					
Calibration	Sensor provided with wavelength and radiometric calibration file					

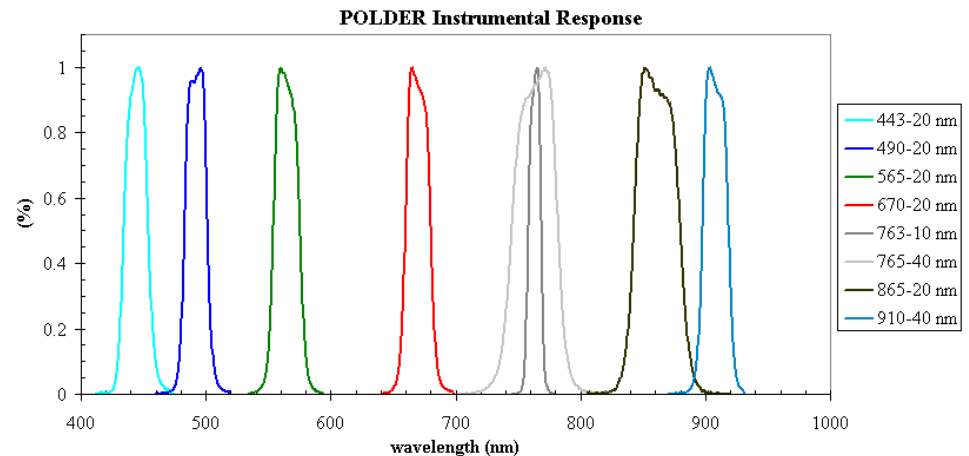




POLDER



- Pildistav instrument!
- POLarization and Directionality of the Earth's Reflectances
- arendaja: CNES, Prantsusmaa
- Platvorm ADEOS (ADvanced Earth Observation Satellite), JAXA, Jaapani kosmoseagentuur



Peamised kosmilised
skannersüsteemid, mis
kasutusel looduse seires

SPOT 4, Prantsusmaa

Kanal	Spektripiirkond	
Eraldusvõime	(μm)	maapinnal
(m)		
XS1 (roheline)	0,500–0,590	20
XS2 (punane)	0,610–0,680	10 ja 20
XS3 (lähedane IP)	0,780–0,890	20
XS4 SWIR		
(keskmine IP)	1,58–1,75	20

Pildiväli 60 km

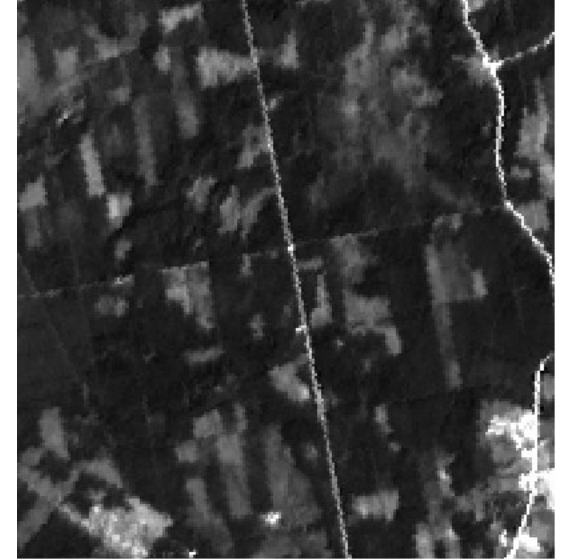
Praktikumis saate SPOT4 pilte töödelda

Fragment SPOT4 multispektraalsest pildist metsaala Järveljal, 13.07.2002, 3x3 km

B1,
roheline



B2,
punane



B3,
lähedane
infra-
punane

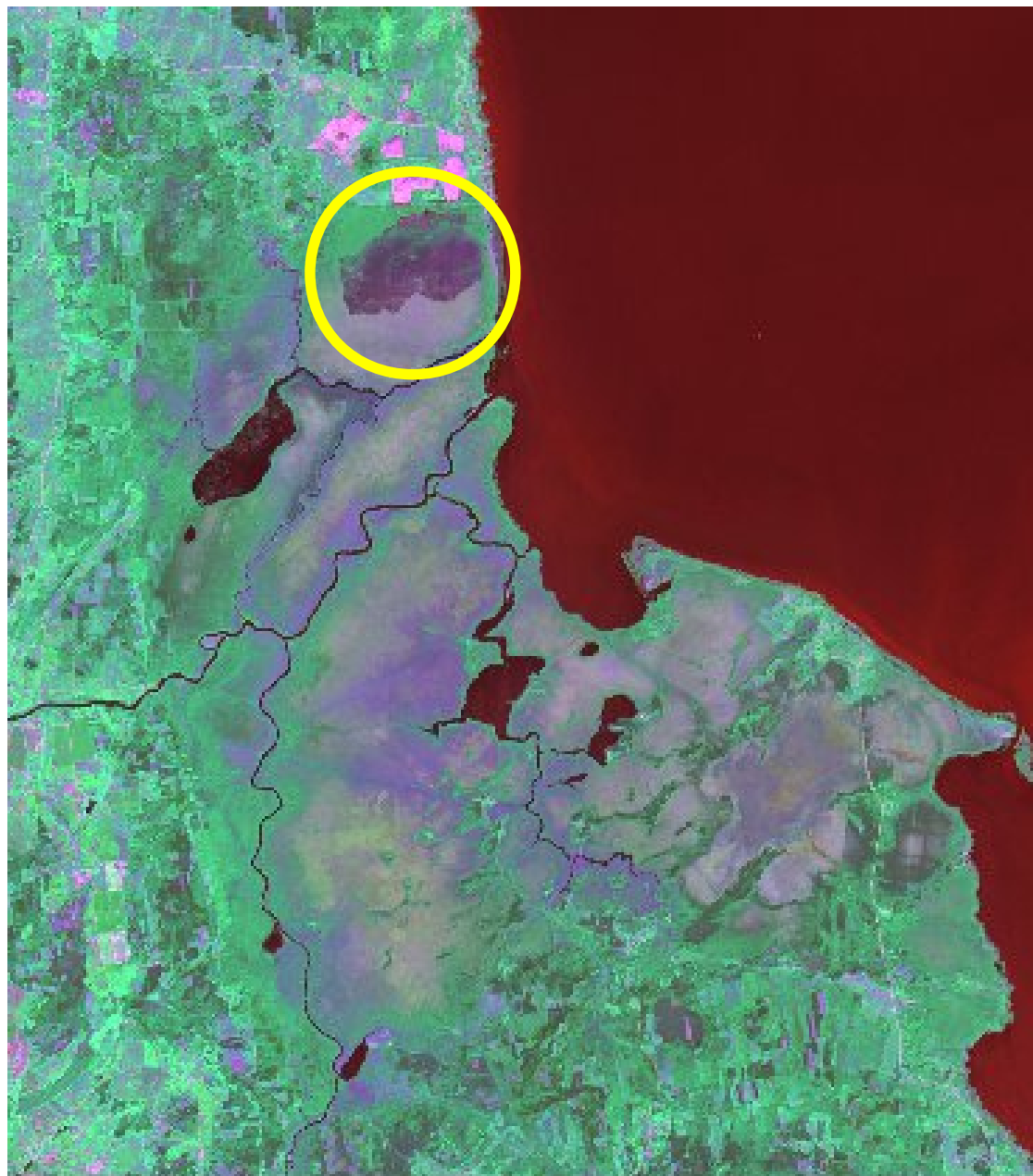


B4,
keskmine
infra-
punane



SPOT4
26 juuni 2003

Vt. Varnja soo põlenguala



SPOT5 (uusim variant)

Kanal	Spektripiirkond (nm)	Eraldusvõime maapinnal (m)
XS1 (roheline)	500–590	10
XS2 (punane)	610–680	10
XS3 (lähedane IP)	780–890	10
XS4 SWIR (keskmine IP)	1 580–1750	10
Pankromaatileine	480–710	5, võimalik ka 2.5 m

Pildid on esialgu väga kallid.

SPOT International Price List



Effective 15 January 2008

SPOT Scene - Levels 1A, 1B or 2A

	1 scene	1/2 scene	1/4 scene	1/8 scene	1 sc. Archive (1986 to 2006 inclusive)
20-m colour	€ 1 900	-	-	-	€ 1 200
10-m B&W					
10-m colour	€ 2 700	€ 2 025	€ 1 350	€ 1 020	
5-m B&W					
5-m colour *	€ 5 400	€ 4 050	€ 2 700	€ 2 040	
2.5-m B&W					
2.5-m colour *	€ 8 100	€ 6 075	€ 4 050	€ 3 060	

Minimum area covered (depending on the satellite viewing angle):

- 1 full scene: 60 km x 60 km
- 1/2 scene: 40 km x 40 km
- 1/4 scene: 30 km x 30 km
- 1/8 scene: 20 km x 20 km

Scene extracts can be positioned freely within a SPOT Scene.

Level 2A products are rectified by default in the standard map projection UTM WGS 84.

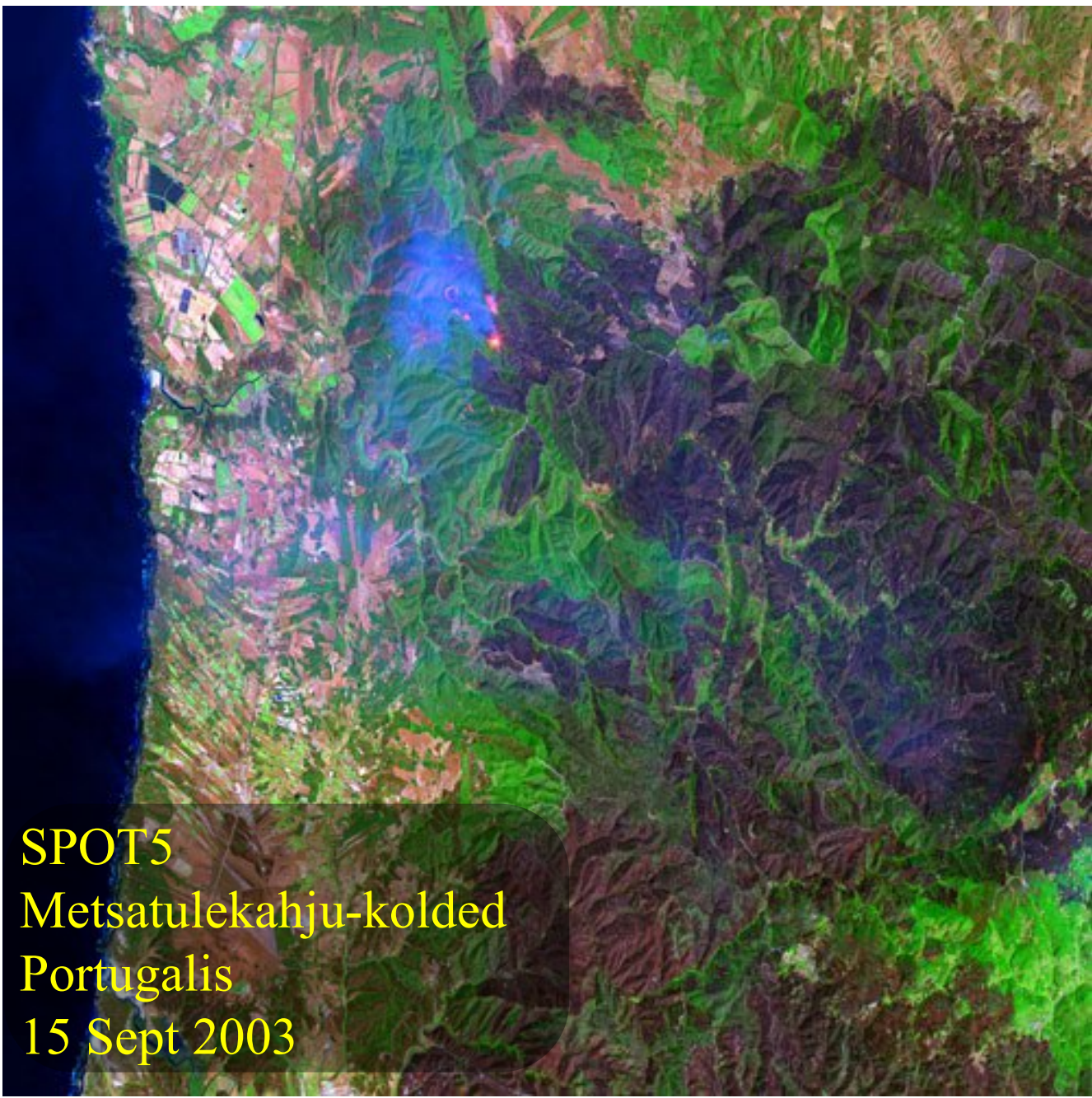
* Level 1B not available

SPOTView Ortho - Level 3

	1 scene	30' x 30'	15' x 15'	7'30 x 7'30
20-m colour	€ 2 500	€ 2 500	€ 1 250	€ 800
10-m B&W				
10-m colour	€ 3 300	€ 3 300	€ 1 650	€ 1 000
5-m B&W				
5-m colour				

SPOTView Ortho are SPOT **orthoimages** with a 10-m or less RMS location accuracy. This accuracy is obtained using ground control points and DTED-2 DEM derived from SPOT high-accuracy **Reference3D** base.

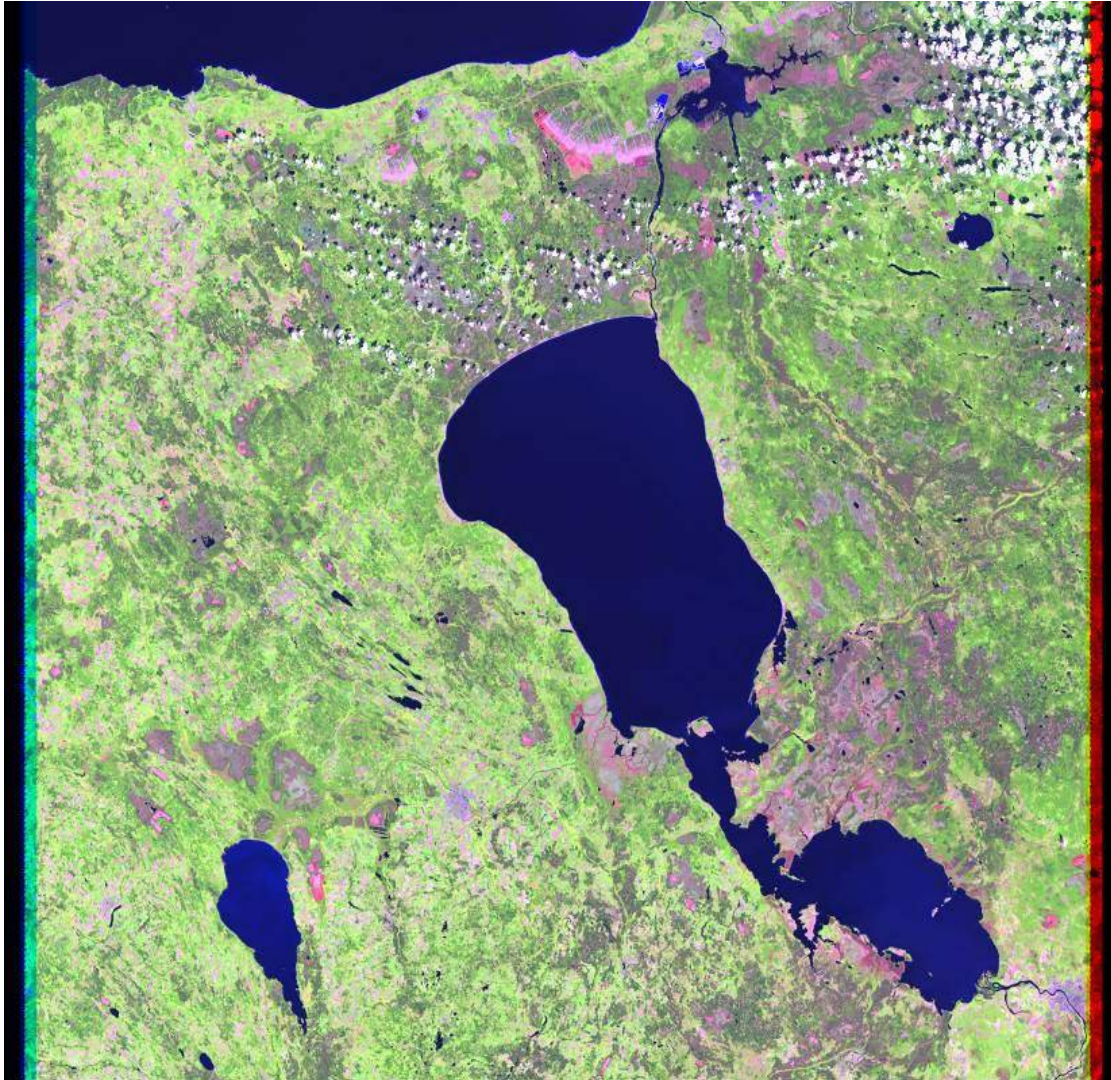
If Reference3D is not available over the area of interest, Spot Image proposes SPOTView Ortho with a 30-m or less location accuracy. This accuracy is obtained using SRTM DTED-1 DEM and the 10-m location accuracy of SPOT 5



SPOT5
Metsatulekahju-kolded
Portugalis
15 Sept 2003

© CNES 2003
- Distribution Spot Image

Landsat Thematic Mapper (TM), USA



- On olnud üks olulisemaid paljude praktiliste ülesannete tarvis: suur vaateväli ja hea lahutusvõime
- Praegu tehnilised probleemid
- *Landsat continuation mission*

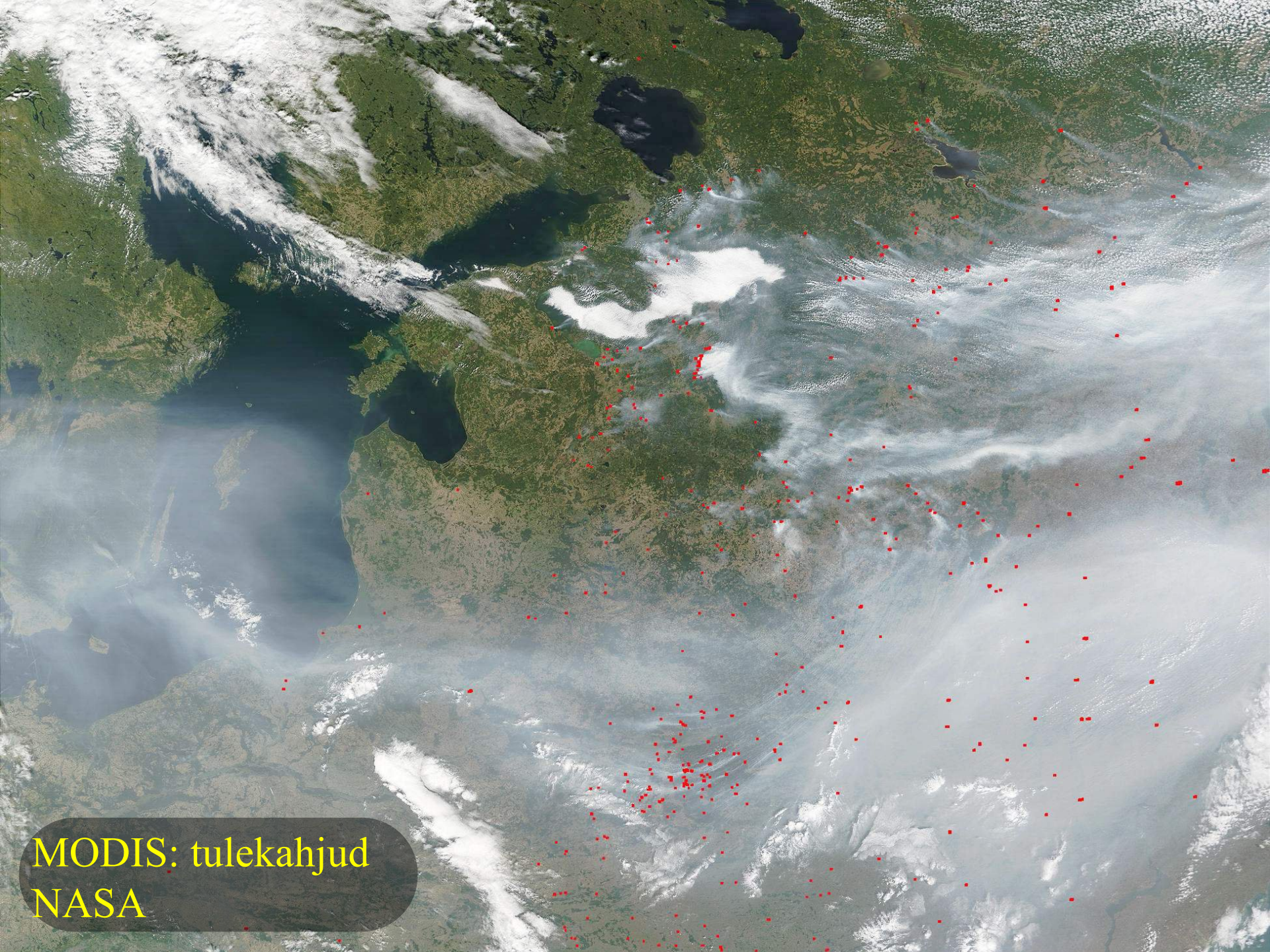
Landsat 7 ETM+ skanneri kanalid

Kanal	Spektripiirkond (nm/ μm)	Eraldusvõime maapinnal (m)
TM1 (sinine)	450–515	30
TM2 (roheline)	525–605	30
TM3 (punane)	630–690	30
TM4 (lähedane IP)	750–900	30
TM5 (keskmine IP)	1550–1750	30
TM6 (soojuskiirgus)	10,4–12,5	60
TM7 (keskmine IP)	2,09–2,35	30
Pankromaatileine	520–900	15

Praktikumis ka fragment Landsat 7 pildist

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) NASA

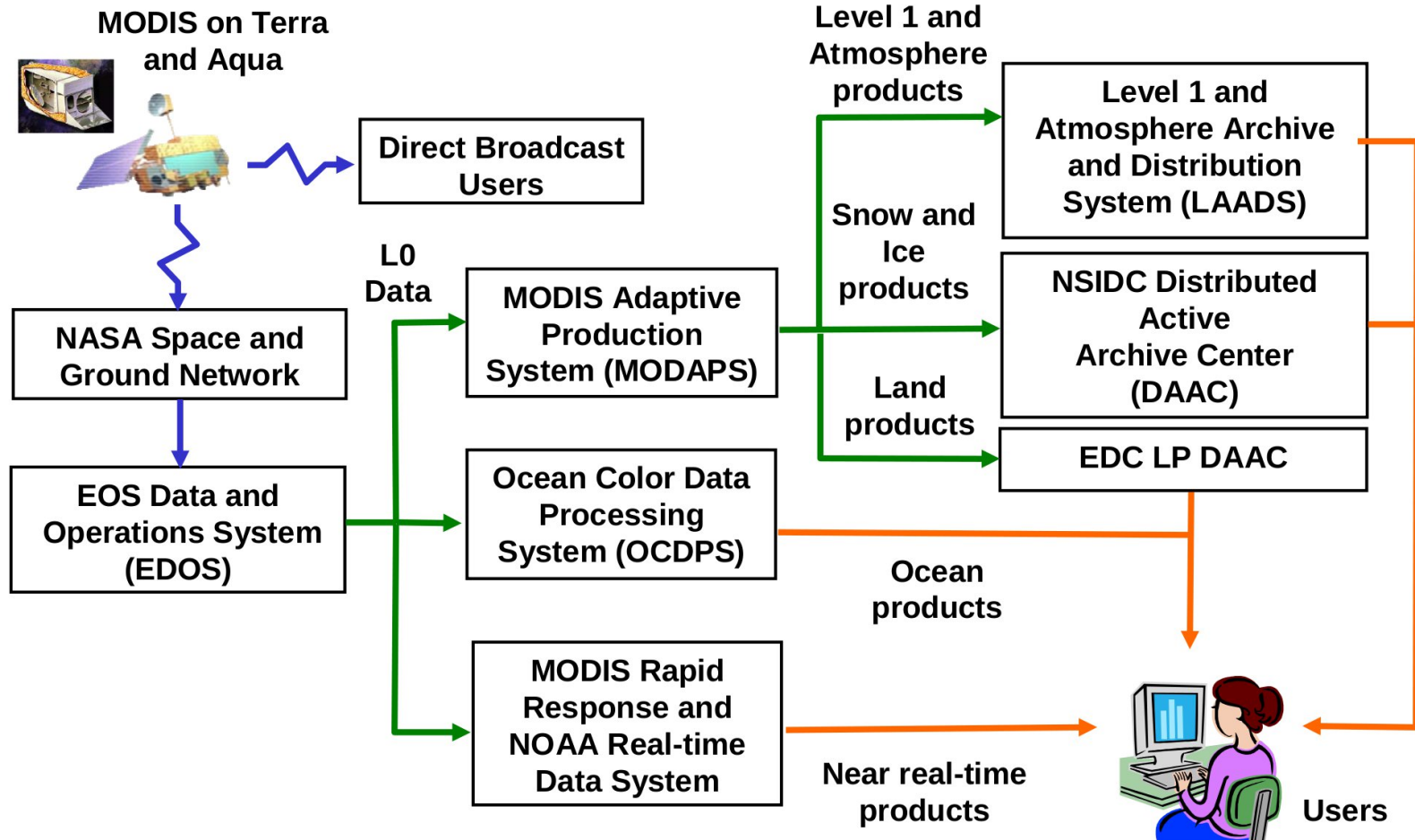
- 2 platvormil: Terra ja Aqua
- 36 spektraalkanalit
- lahutusvõime 250, 500, või 1000 m, olenevalt spektraalkanalist
- katab kogu maakera 1-2 päeva jooksul
- Info saadaval 2-6 tundi pärast ülelendu (Terra MODIS)
- Pildid ja nende alusel toodetud valmis-produktid vabalt saadaval



MODIS: tulekahjud
NASA



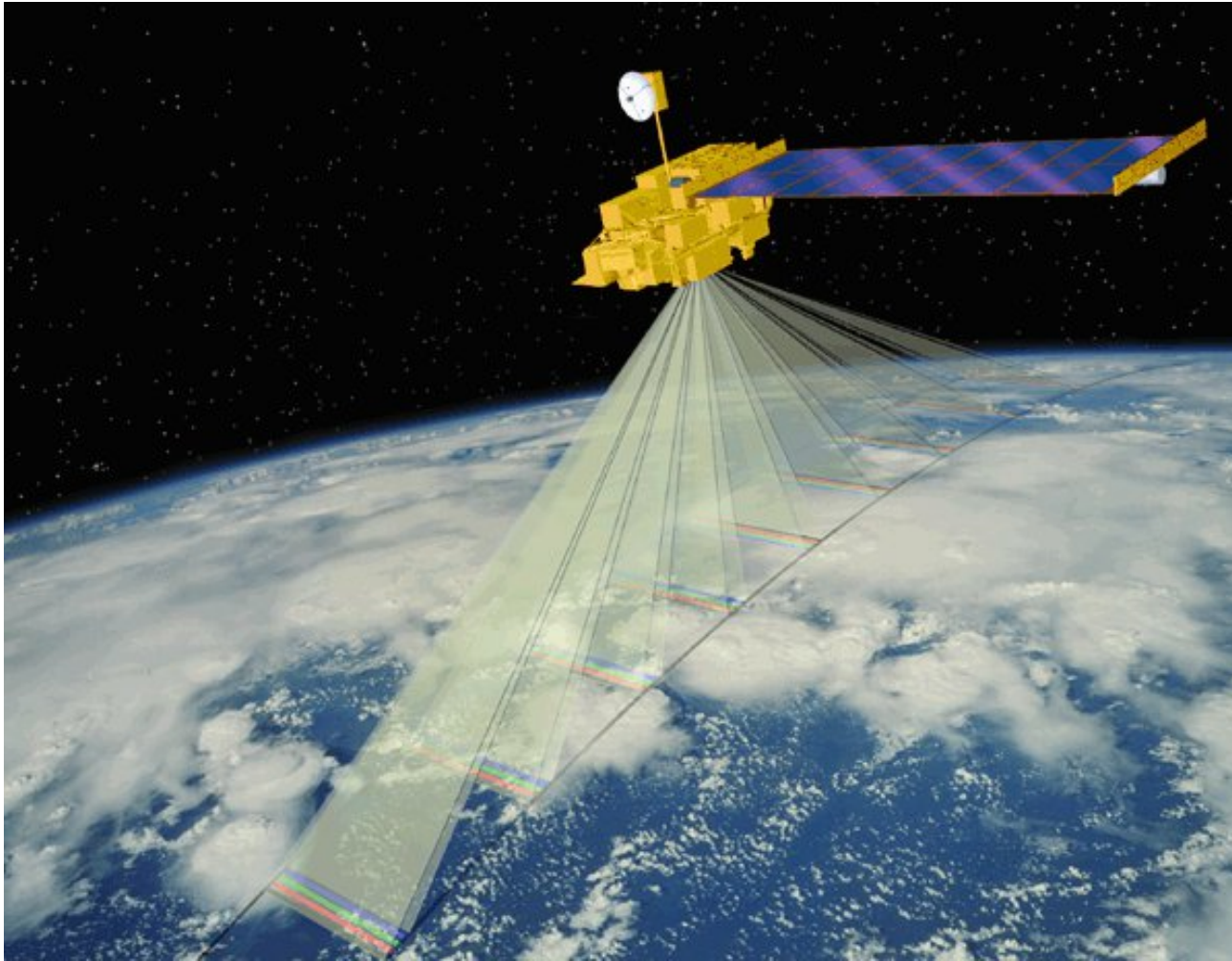
MODIS Data Flow



MISR (Multi-angle Imaging SpectroRadiometer), NASA

- Mõõdab 9 erineva nurga all (26.1, 45.6, 60.0 ja 70.5° nurkade all nii ette kui ka taha ning nadiiri suunas
- 4 spektraalkanalit: 443, 555, 670 ja 865 nm
- Lahutusvõime maapinnal 275 m
- Mitmesugused efektid paistavad paremini välja kaldu vaatesuunas (suits)
- Heleduse suundolenevus annab lisainfot objekti kohta

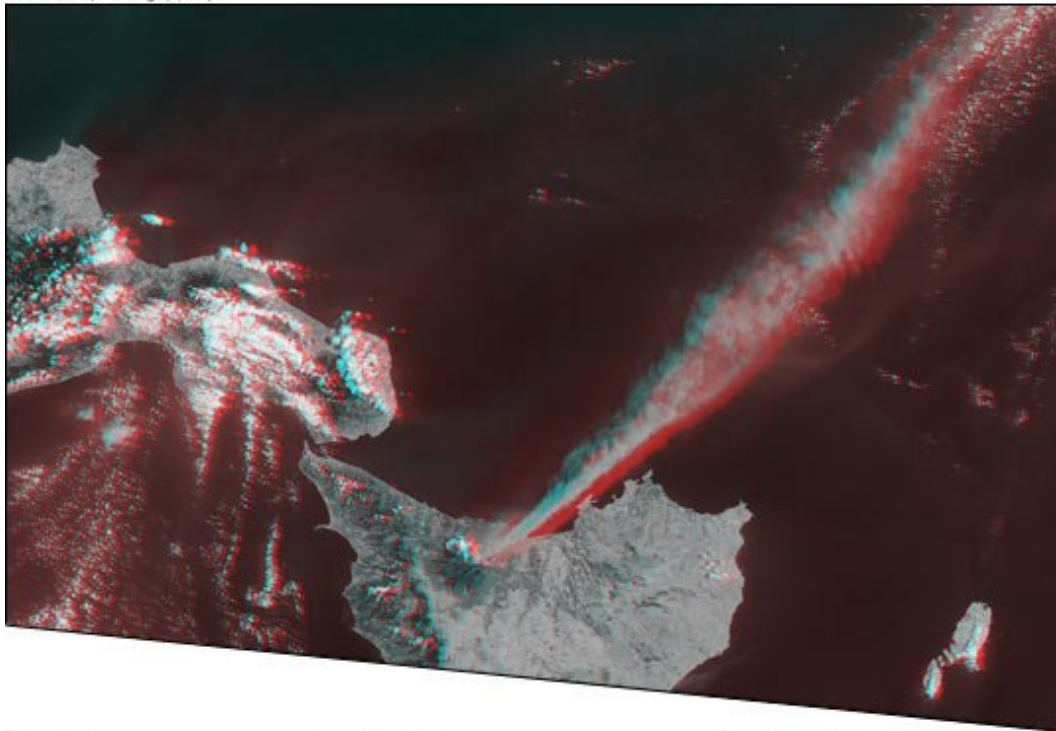
MISR



NASA/GSFC/LaRC/JPL, MISR Team

MISR, Etna vulkaan, 22.07.2001

Stereo (Anaglyph)



Forward



Nadir



Backward





MISR pildid Saraatovi piirkonnast

ca 170 km
kevadine ja
suvine pilt
sama moodi
töödeldud
mulla mõju mai
pildil suur,
juuli pildil
väike, kaldu
ette ja eriti taha
suunas põllud
juulis
heledamad

nadir true color

60° aft=red, nadir=green, 60° forward=blue

31. mai 2002 ja 18. juuli 2002, punane kanal 3 suunas

NASA/GSFC/LaRC/JPL, MISR Team

Kõrglahutusega skannerid (IKONOS, EROS A1, Quick Bird)

- 1–4 spektraalkanalit
- Lahutusvõime maapinnal 0.7–5 m
- Pildiväli väike (IKONOS: 11x11 km, 4 m; EROS-A1: 12.5x12.5 km, 1,8 m lahutus)
- Pildid kallid (näit. 1500 USD EROS-A1 pilt, 18 USD/km² IKONOS, arhiivist), reeglina tuleb ette tellida
- <http://www.spaceimaging.com>

QuickBird St Peter's, Rome, 23 March, 2002 Pan-sharpened MS





Manhattan, New York, 12.09.2001

CHRIS/PROBA ESA

Compact High Resolution Imaging Spectrometer/

Project for On Board Autonomy

- Orbiidile oktoobris 2001, tehnoloogia proovimiseks ja demonstratsiooniks
- Kõrge spektraalse lahutusega, saab pildistada kujutist kuni 200 spektri piirkonnas
- 19 programmeeritavat spektri piirkonda
- Pildiväli 14 km²
- Resolutsioon kuni 18m
- Võimalik mõõta erineva vaatenurga alt (BRDF)
- Mõõdab sama ala 3 järjestikusel päeval
- 2005.a. suvel tegi mõõtmisi ka Järvselja ala kohal



CHRIS PROBA pilt
Järvselja ümbrusest
10. juulist 2005. Siin
kasutatud vaid 3 kanalit
18-st. Enam-vähem
naturaalsed värvid.
See pilt nadiiri
suunas.



Havai, Mauna Kea
vulkaan,
15 apr. 2002
CHRIS 3 kanali pilt
466nm, 543nm, 641nm

Seminaritöö

- Seminar 31.03
- Üks allikas kolmest
 - Artikkel siit vinnast
 - Internetileht (vt. ois)
 - Kaugseire Eestis (eestikeelne)
- Keskenduda olulisele
 - Mida allikas pakub ja kellele
 - Seotud kaugseirega (millised rakendused?)
- Ettekanne 5 (viis!) minutit
 - Olemas arvuti ja projektor
 - Internet
 - 1 slaid / minut
- 20 % hindest