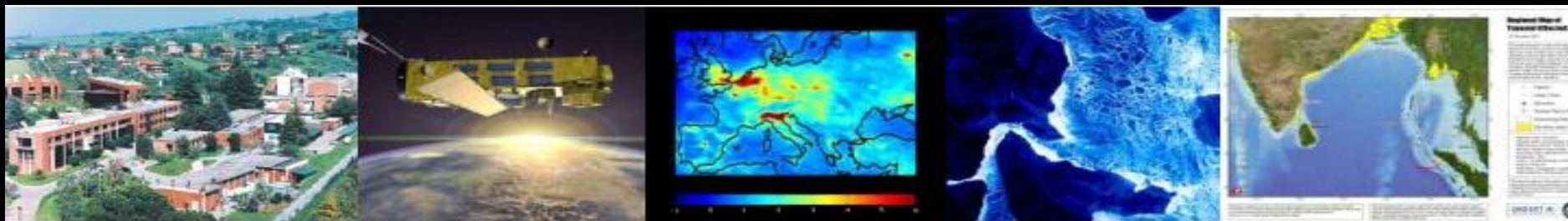


Kaugseire põhimõtted

Koolitus - muutuste tuvastamine kaugseires

5. detsember 2014

Anu Reinart, Mait Lang, Urmas Peterson



TARTU OBSERVATOORIUM
eesti kosmosekeskus

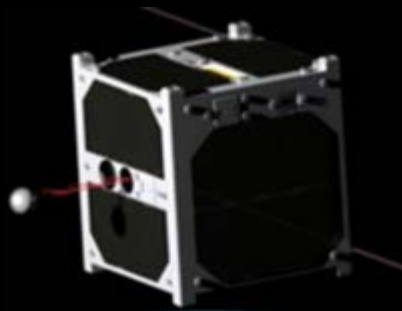


Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond



Eesti tuleviku heaks

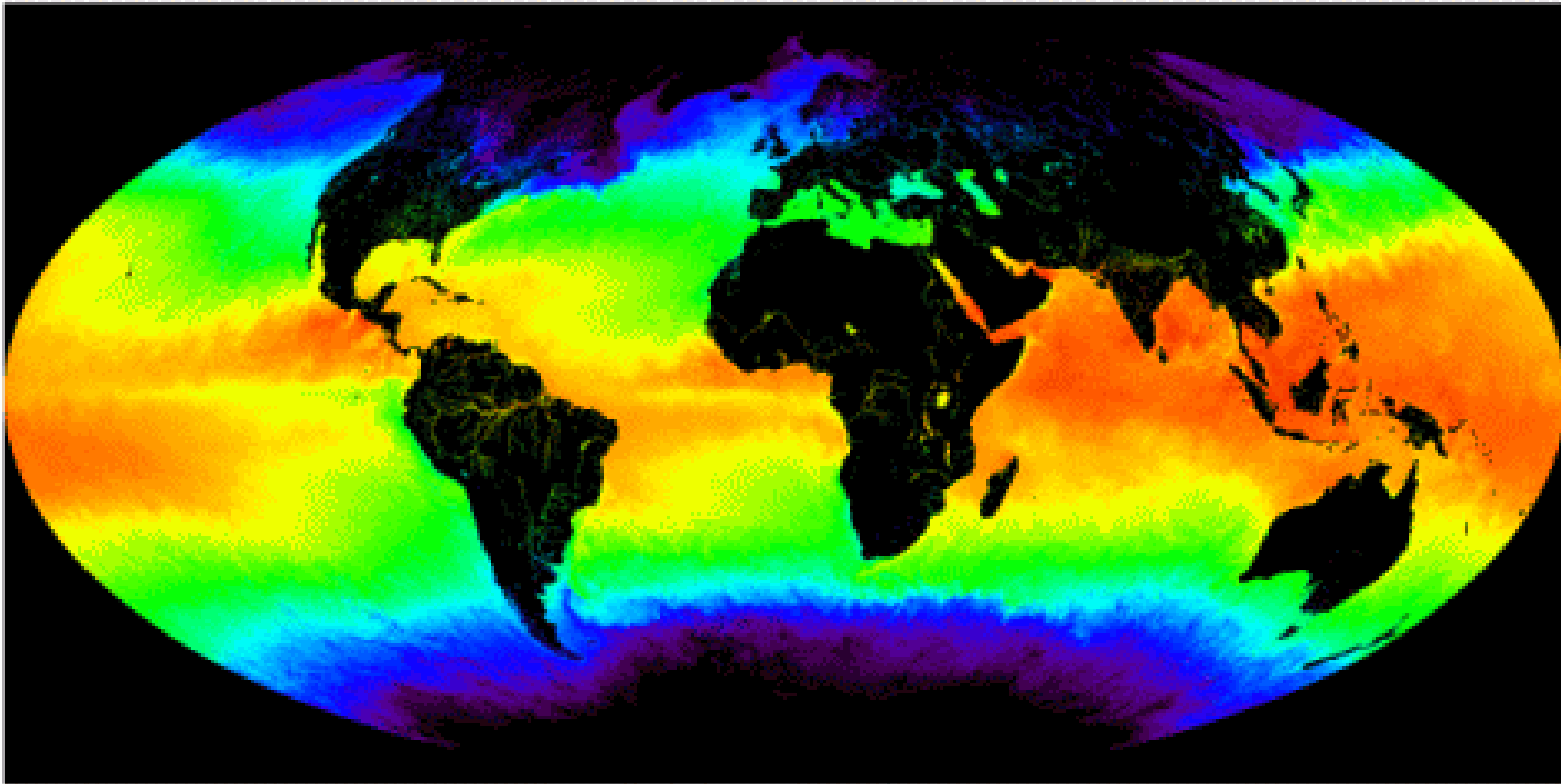
Anu Reinart, PhD
anu.reinart@to.ee





*Mis on pildil
muutunud?*

Veepinna temperatuur



V 3.3.1

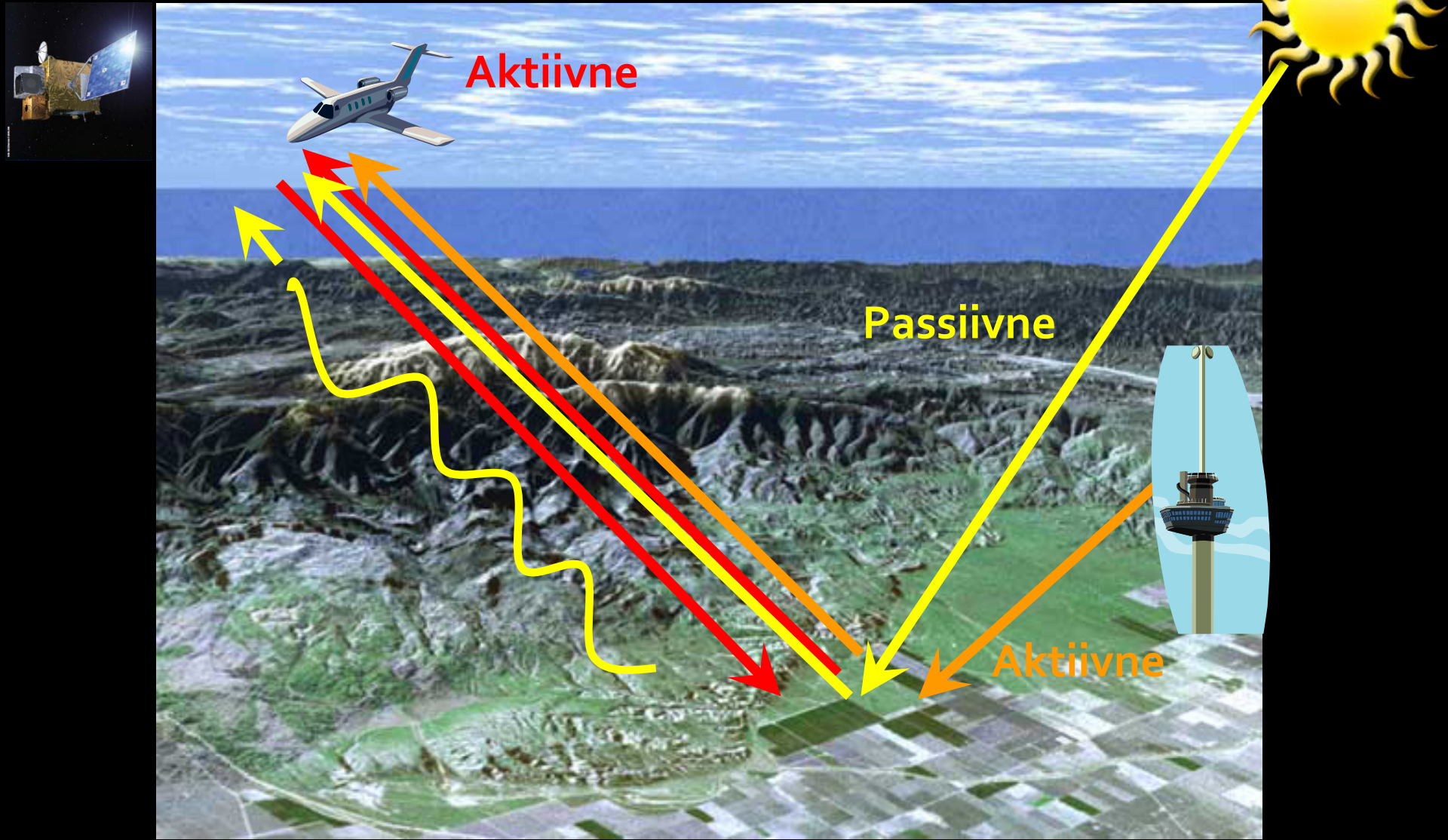


MODIS/Ocean Group
U.Miami/RSMAS

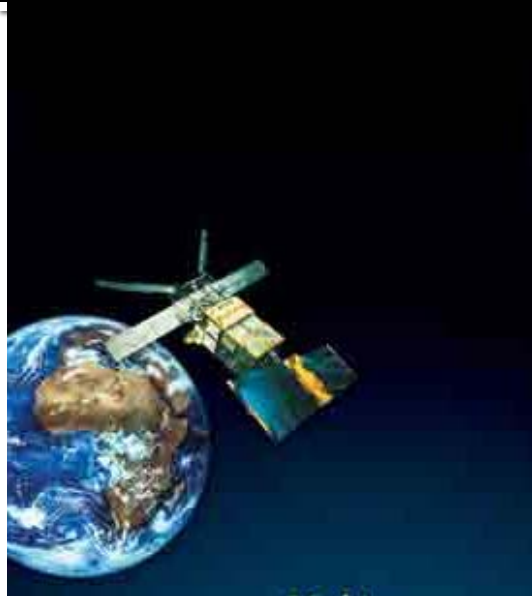
Maa jälgimise vajadused

- Luua arusaamine Maast kui terviksüsteemist ja mõista looduslikke ning inimestest tingitud globaalseid muutusi
- Avardada teaduslikku mõtlemist kasutades spetsiaalset kombineeritud infosüsteeme ja kõrgtehnoloogiat kosmoses, õhus ja pinnal
- Avalikustada/levitada informiooni Maa kohta
- Toetada riiklike ja rahvusvahelisi keskkonnaga seonduvaid poliitikaid

Kaugseire erinevad meetodid: aktiivne ja passiivne



Satelliitkaugseire komponendid



Kanderaketid, satelliidid, maapealsed juhtimis- ja vastvõtijaamad

Andmekogud, arhiivid, kasutajaliidesed,

Kalibreerimine, valideerimine, geolokastioon, tulemite töötlus
Tulemite kasutamine, eesmärkide seadmine

Seadused, koostöökokkulepped



Grupitöö, leida vastus ja esitada see 3 slaidil- 20 min/3 min

Kaugseire Eestis 2008

<http://www.keskkonnainfo.ee/main/index.php/et/vaeljaanded-ja-uelevaated/194?tmpl=component>

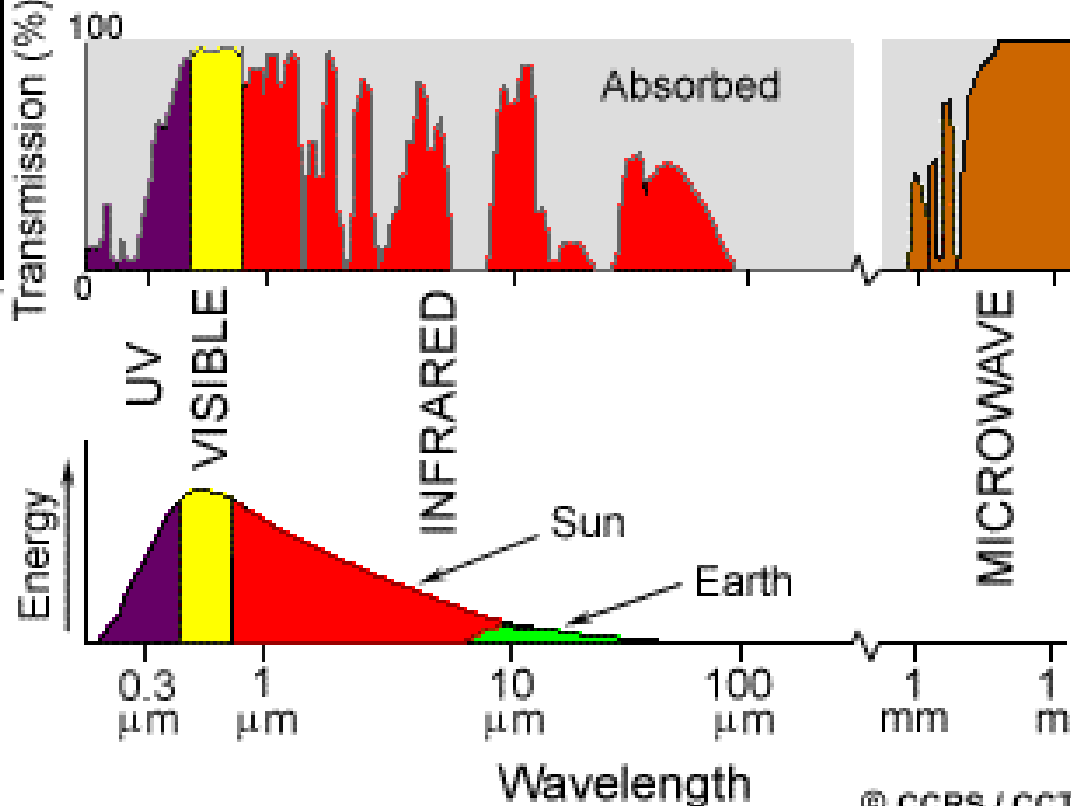
Kaugseire Eestis 2014

<http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Kaugseire-2014-web.pdf>

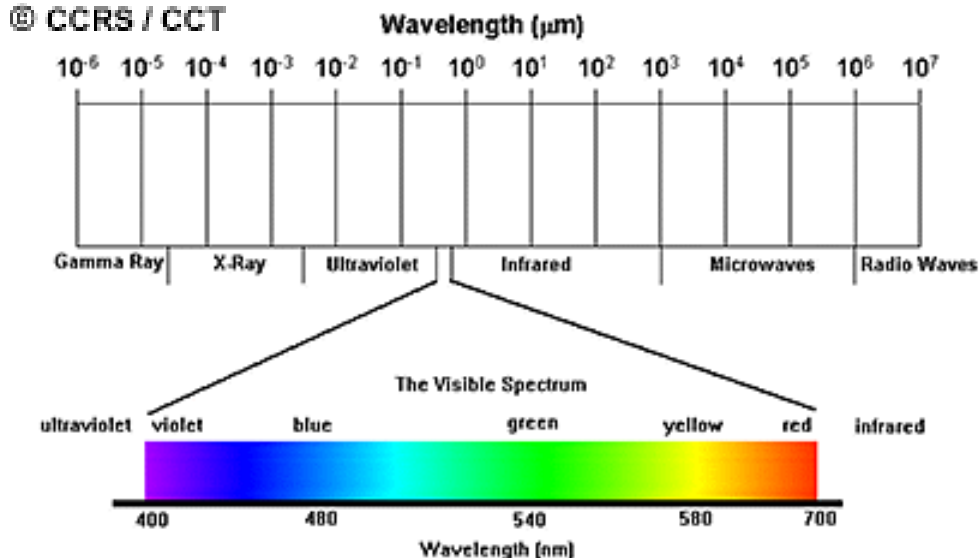
Küsimused:

1. Mis on satelliidi pildi piksel, selgitada ruumilise lahutuse mõistet.
2. Milleks on vajalikud erinevad spektrikanalid kaugseire sensoritel?
3. Miks erinevad/või on sarnased vee, metsa, pilvede satelliidipildid?
4. Millistest etappidest koosneb satelliidipildi töötlus?

Maa atmosfääris kiirgus neeldub ja hajub



@ CCRS / CCT

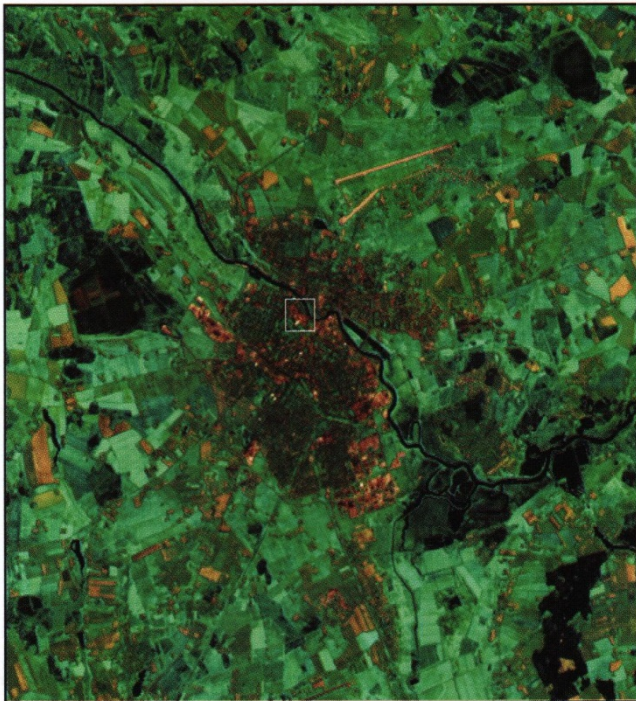


Vee kaugseireks kasutatav peamiselt nähtav spektriosa

Landsat – alates 1975. a

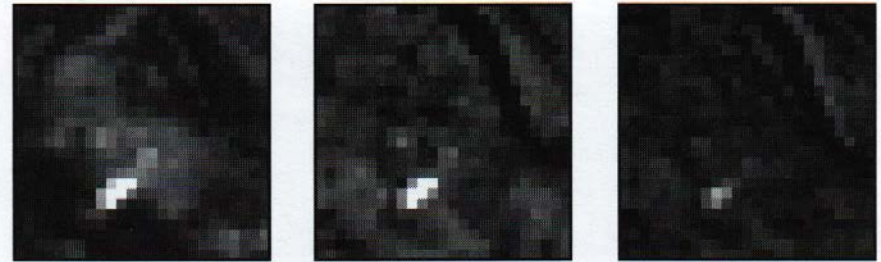
705 km kõrgusel, kiirusega 7.5 km /s

Ruumiline lahutus- *piksel*
Landsat TM 30x30 m
Landsat MSS 60x60 m
Resurs MSU-SK 160x160 m

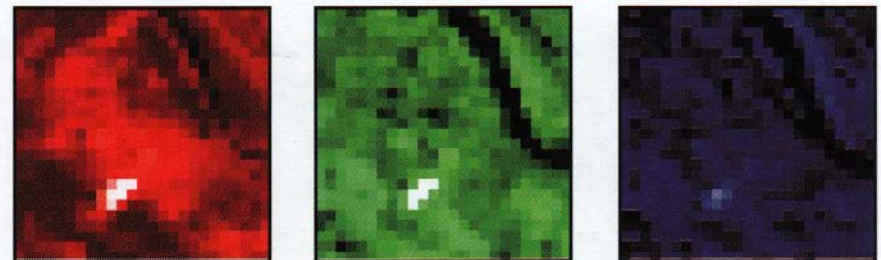


Tartu ümbrus, Landsat TM, 12. juuni 1995

Spektraalne lahutus-*kanal*



Pikslite heledus halltoonides



Samad pikslid värvilisena

VIIRS - 3300 km pildiriba laius

ruumiline lahutus 400/800 m [nadiiris (VIS/NIR)]

KS - 2x/päevas/satelliit **GPST** - 1 nädal

AVHRR /

MODIS pildiriba laius - 2048 km

ruumiline lahutus - 250 m,
500 m, 1000 m

KS - 2 päeva

GPST - 2 - 4 nädalat

IRS AWIFS pildiriba laius 740 km

ruumiline lahutus - 56 m

KS - 5 päeva

GPST - sesoonselt

Landsat - pildiriba laius 183 km

ruumiline lahutus - 15 m pankromaatne,
30 m VIS/NIR/SWIR 60 - 120 m soojuslik IP

KS -16 päeva, **GPST** - 3 kuud (sesoonselt)

ASTER / SPOT pildiriba laius 60 km

ruumiline lahutus - varieeruv, alates
5 m pankromaatne kuni 90 m soojuslik IP

Kommertssatelliidid - pildiriba laius 15 km

ruumiline lahutus - 2 - 4 m multispektraalne,
0.5 - 1 m pankromaatne

KS = korduspildistamise sagedus, **G**

Jämeda, keskmise ja suure ruumilise lahutuse ja korduspildistamise sagedus.

Piksli suurus ja globaalse katvusega pildistamise sõltuvuses.

"Point and shoot" - strateegia on suure ruumilise lahutuse ja korduspildistamise sageduse tagavad jämeda lahutusega



Quickbird, 05. 06. 2007, vaatesuund 36° nadiirist

Üksainus suure lahutusega pilt



Ruumiline

Suure lahutusega
pilt

Üksikud eri ajal
pildistatud pildid

Ruumiline lahutus

Pildistamise sagedus

Sinine

Mai

Jämeda
lahutusega pilt

Spektraalne

Palju eri ajal
pildistatud pilte

Ajaline

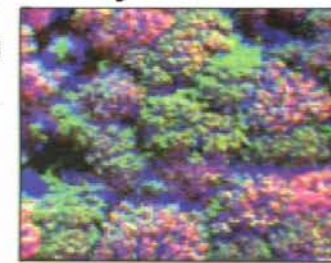
Palju
spektraalkanaleid

Mõned
spektraalkanalid

Spektraalne lahutus



Multispektraalne liitpilt



Aegrea liitpilt

Punane

Oktoober

Piltide pildistamise, salvestamise ning andme-edastamise tehniliste piirangute tõttu on omavahelises sõltuvuses ka piltide ruumilise, spektraalse ja ajalise lahutuse võimalused. Oluline on ka radiomeetriline lahutus, mida joonisel ei ole näidatud.



03. July 2005

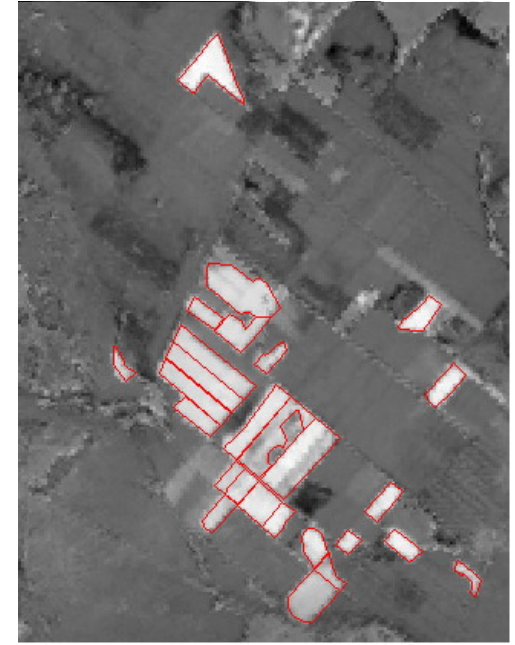
21. May 2005



Varasem pilt



Hilisem pilt

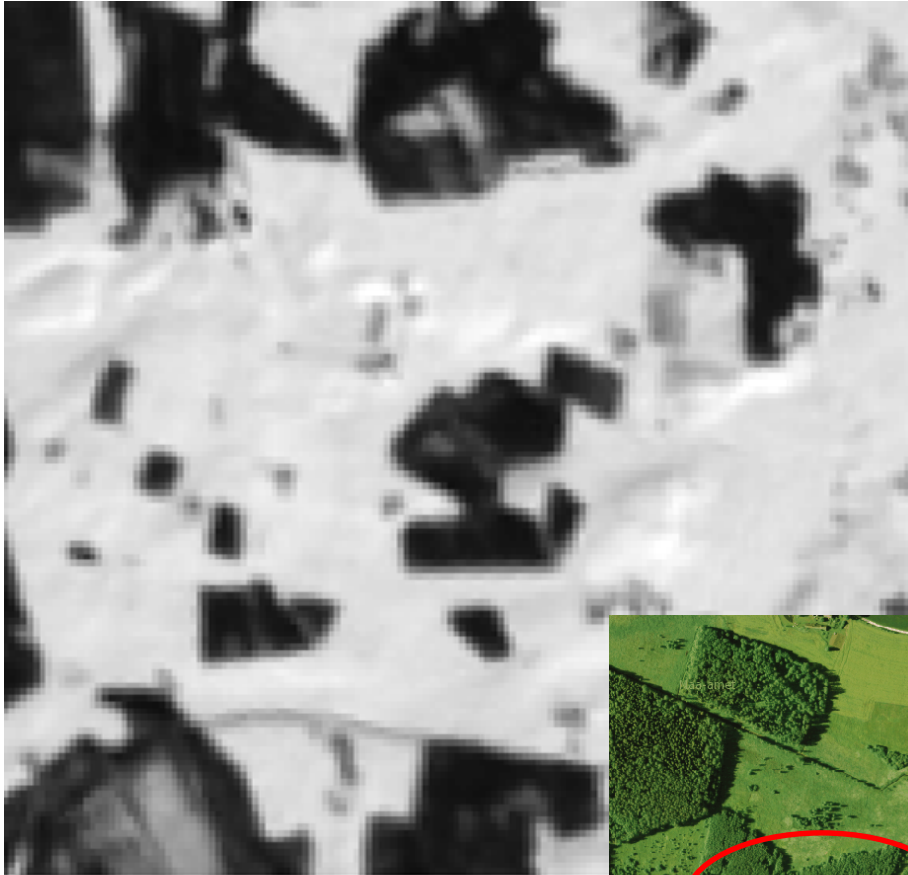


Kahe pildi vahe –
eristatavad on raiesmikud

**Aja jooksul toimunud
MUUTUSTE TUVASTAMINE PILDILT**



Põhikaardi ortofoto



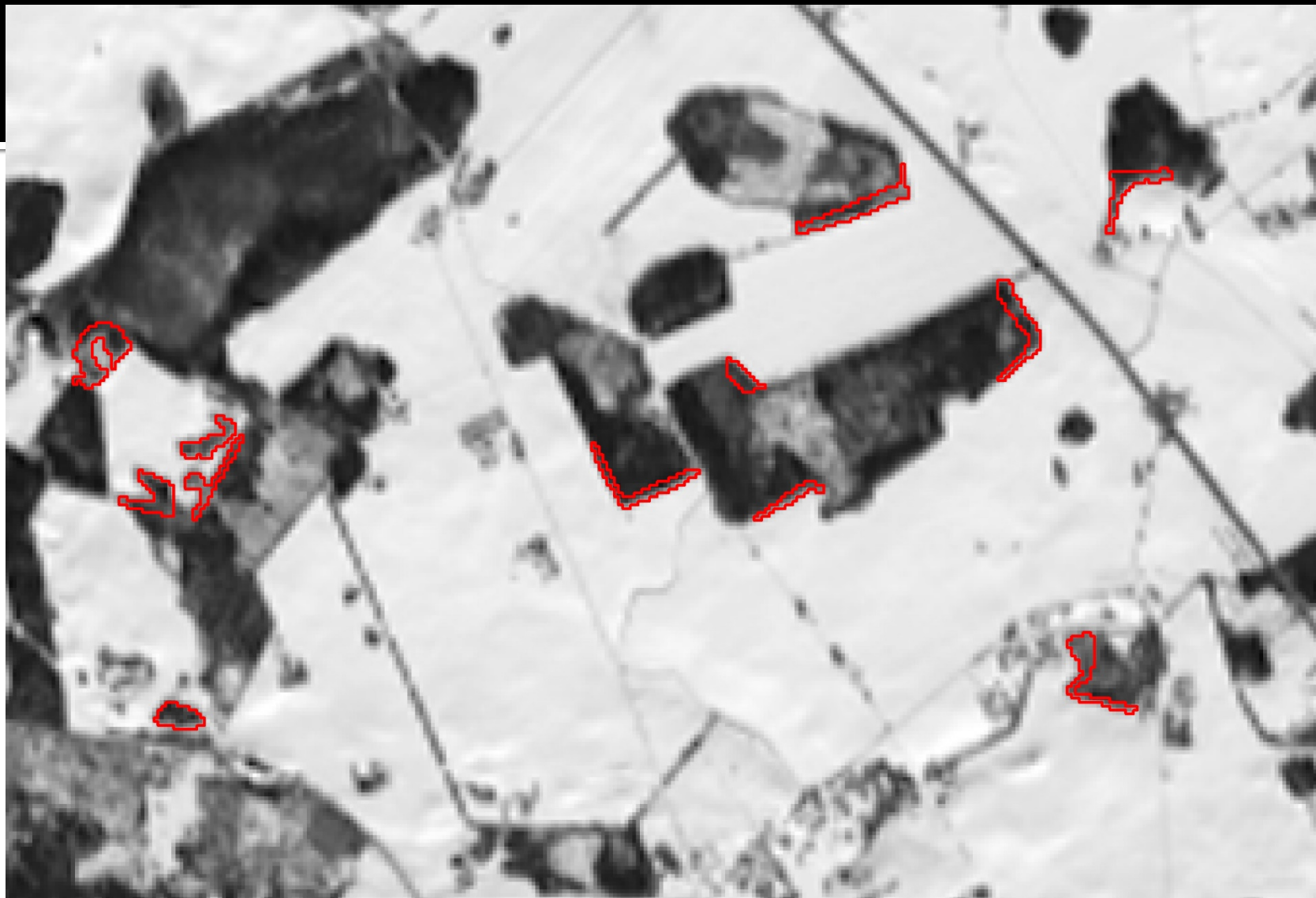
1996.a. märts, Lands



arts SPOT HRV



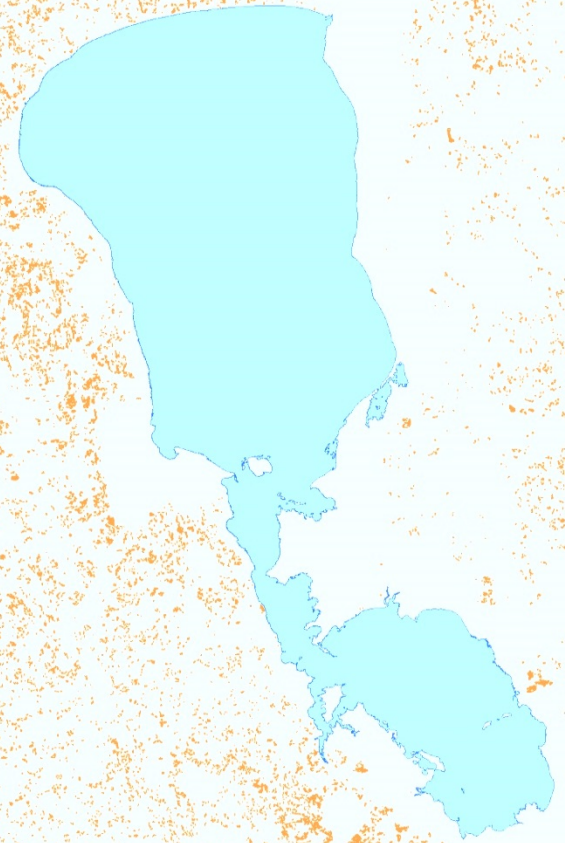




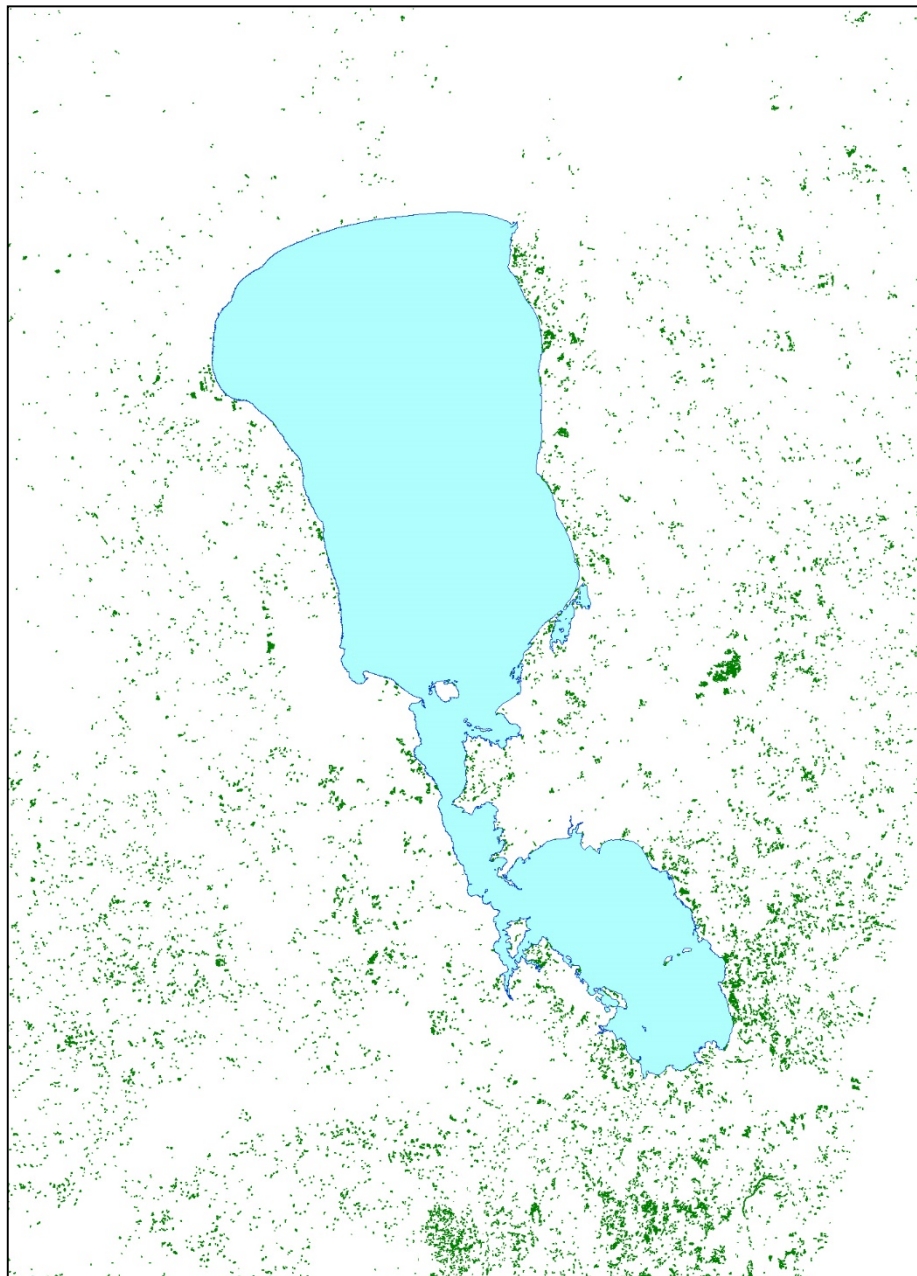
Lageraied Peipsi ümbruses - U.Peterson



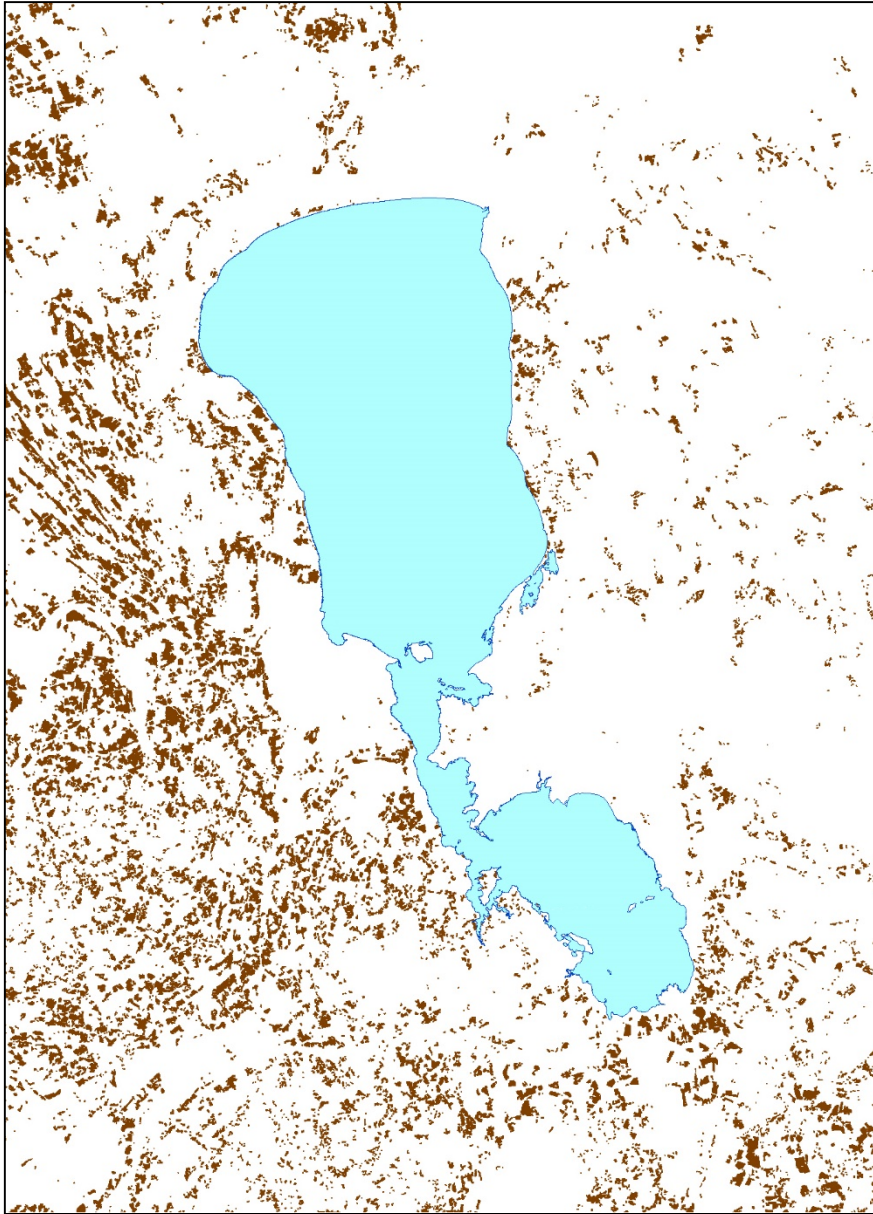
Lageraied 1985 - 1996



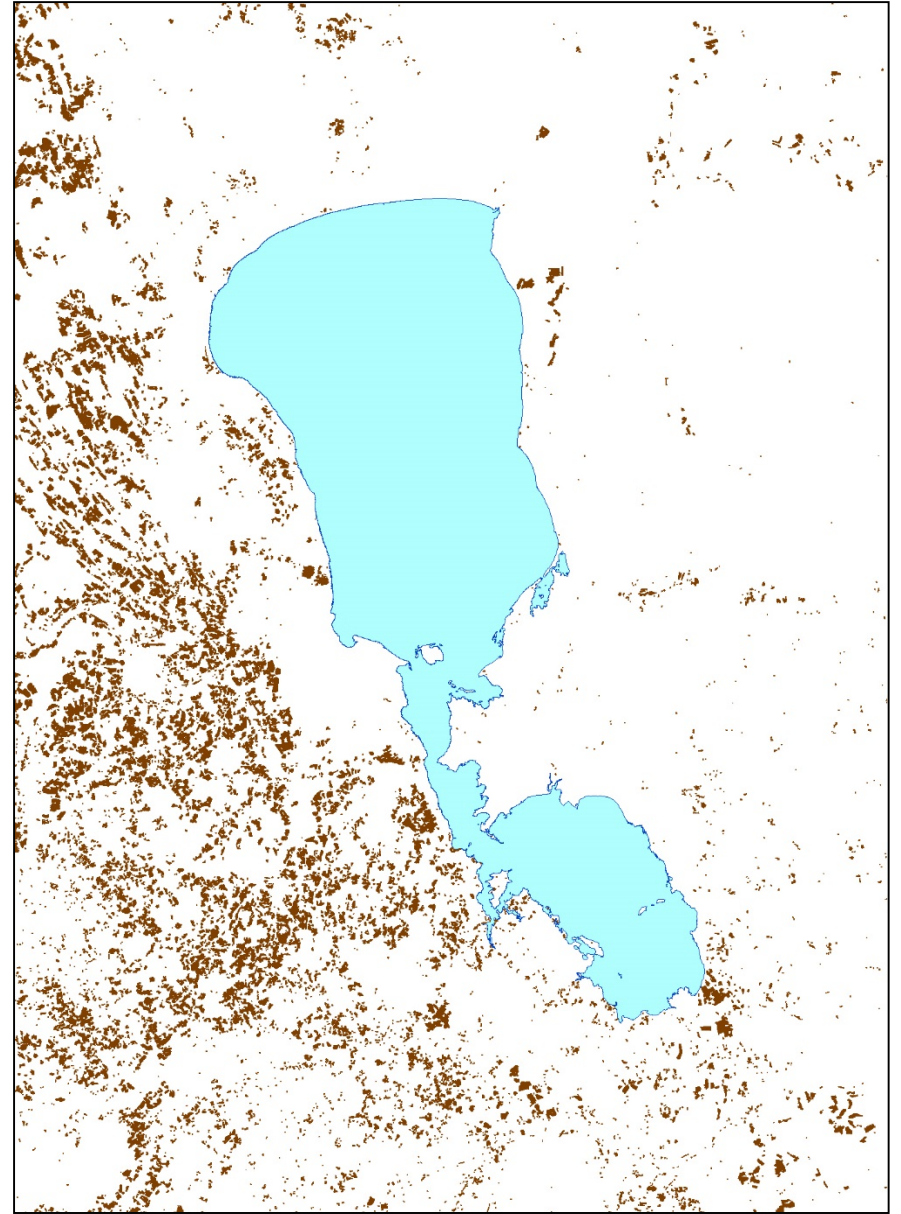
Lageraied 1996 - 2005



Metsata alade metsastumine aastate 1987 ja 2005 vahemikus.



Künnipinnad kevadel, mai 1990.a.



Künnipinnad kevadel, mai 2007.a.

Muutused maakasutuses

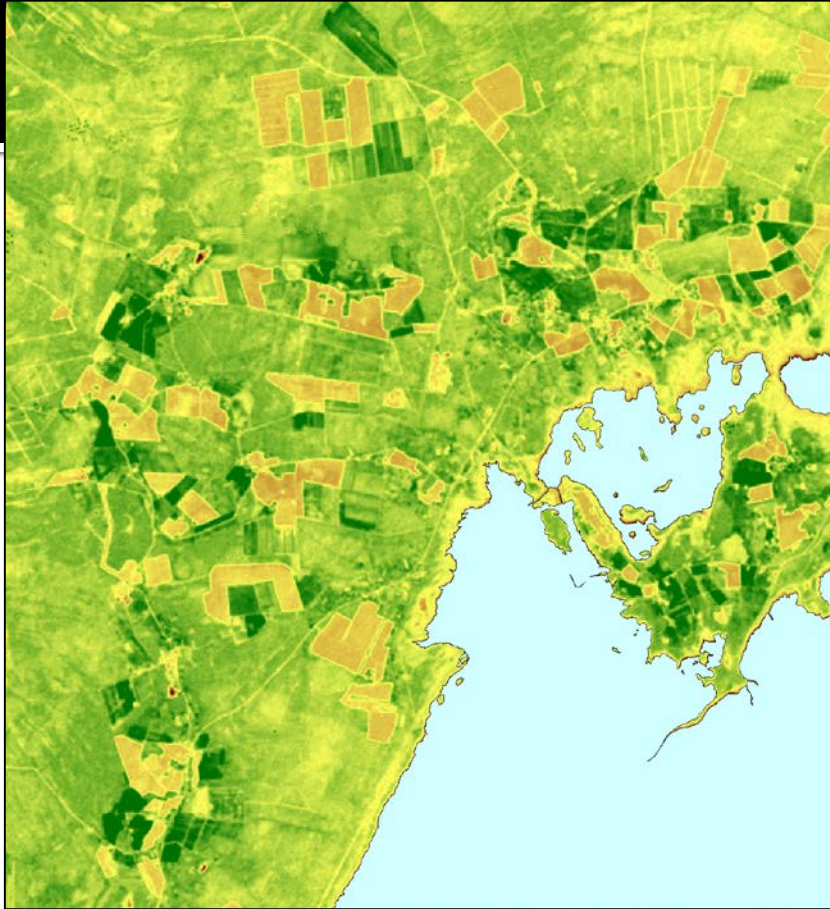


Väätša vald, mai 1990

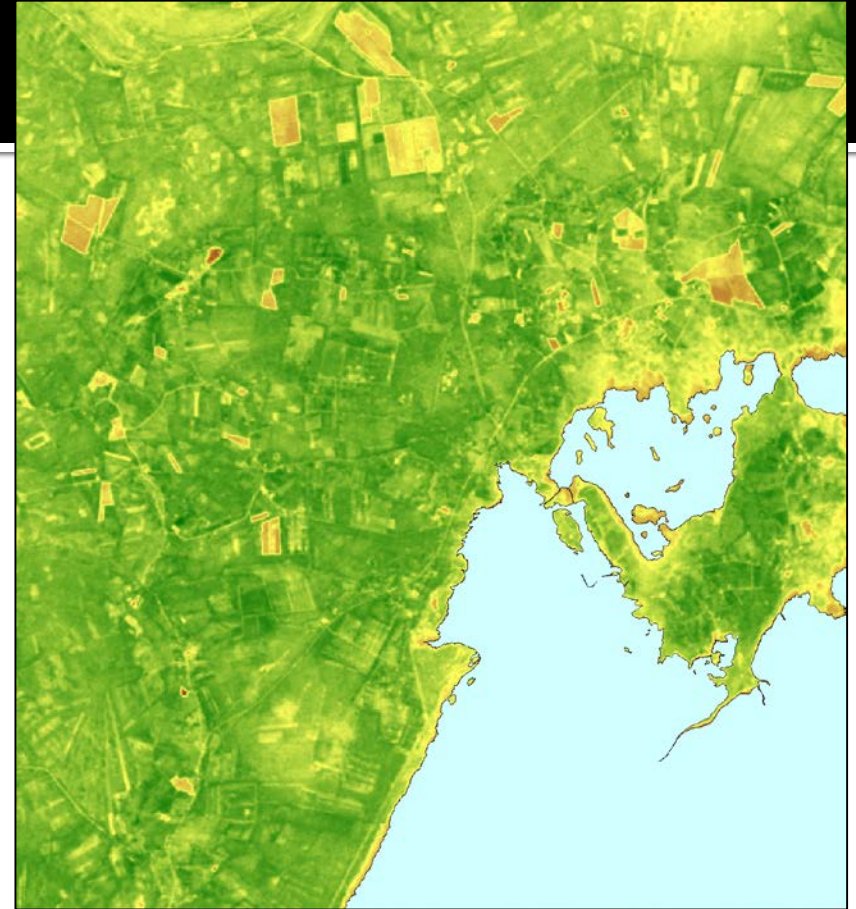


mai, 2011

vegetatsiooniindeksi NDVI pilt

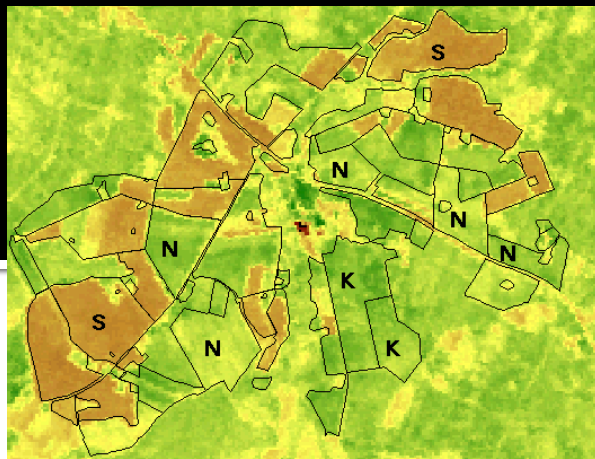


Käina vald, mai 1990

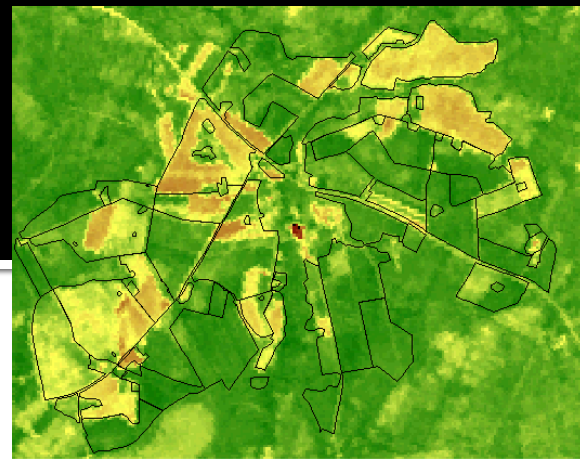


mai, 2011

vegetatsiooniindeksi NDVI pilt



Mai



Juuni



Juuli



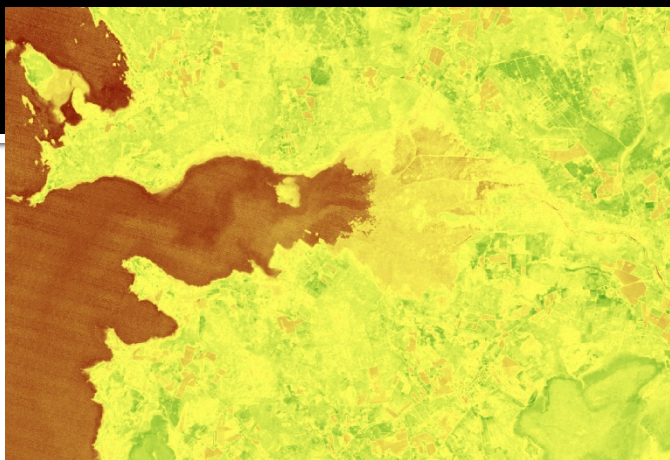
August

Puurmani põllud ühe suve kestel Landsat TM satelliidipiltidel NDVI värvilahendusega. Põldude piirid on peale joonistatud.

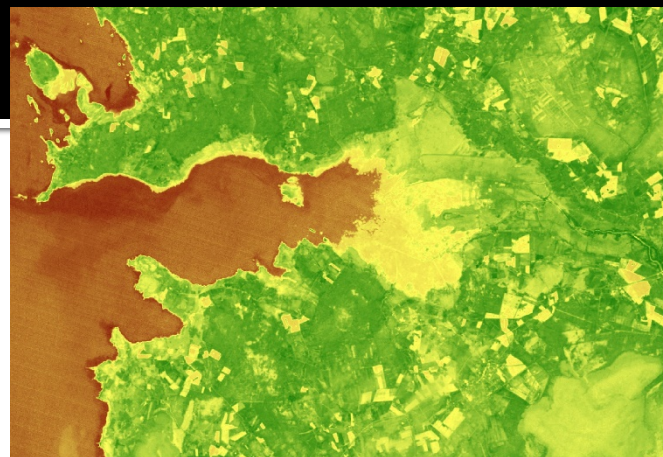
Maikuu pidil on tähistatud mõnede kõlvikute kasutusviis: **S** – suvivili, **N** – niidetav rohumaa, **K** – karjamaa.

Eriti tähelepanuväärne on rohumaaade rohelisuse järsk muutus niitmise järgselt, mida võib näha kõrvutades juuni ja juulikuu pilte.

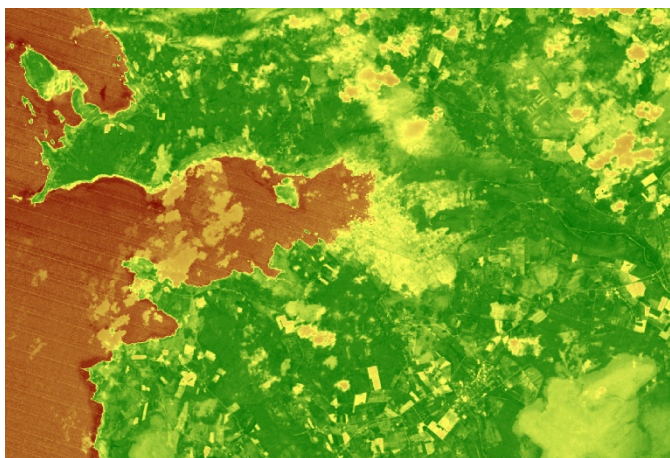




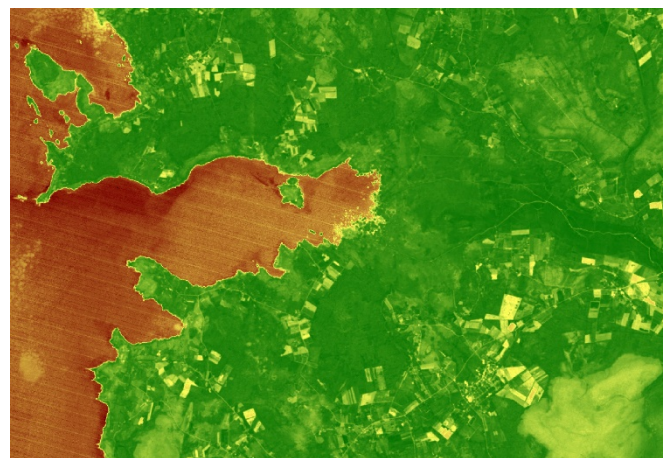
28. aprill 2011.a.



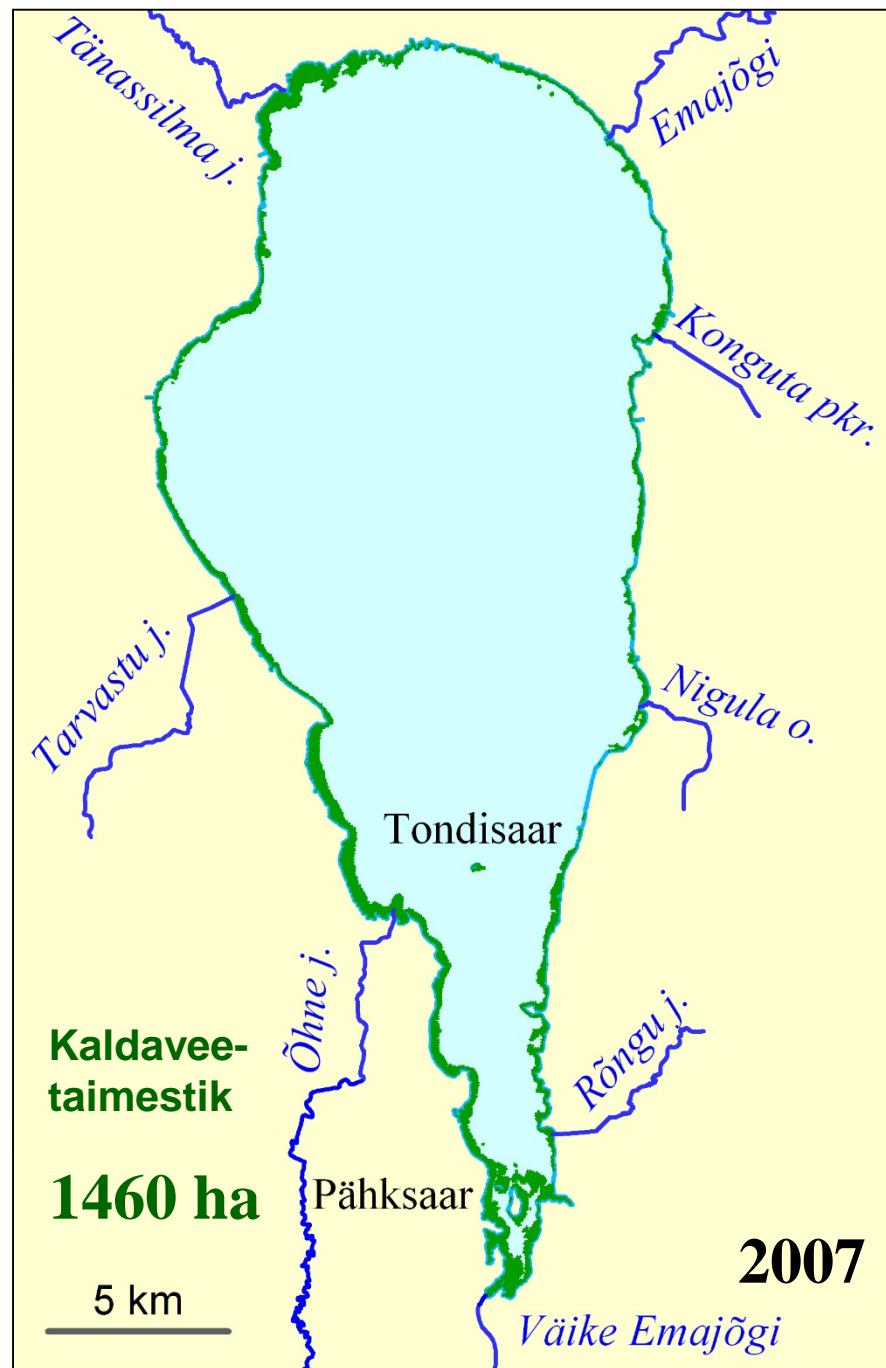
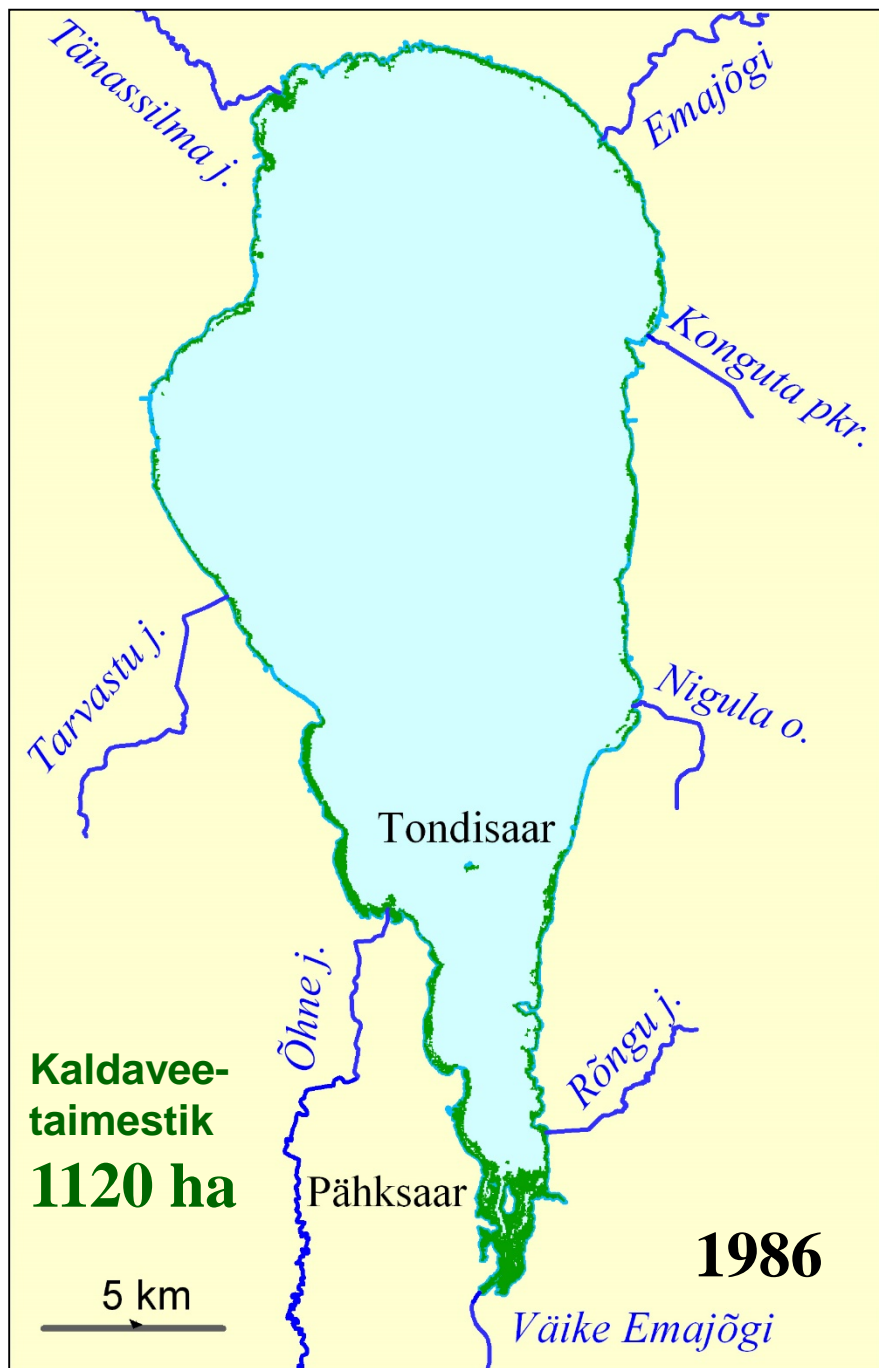
21. mai 2011.a.



06. Juuni 2011.a.



28. Juuni 2010.a.



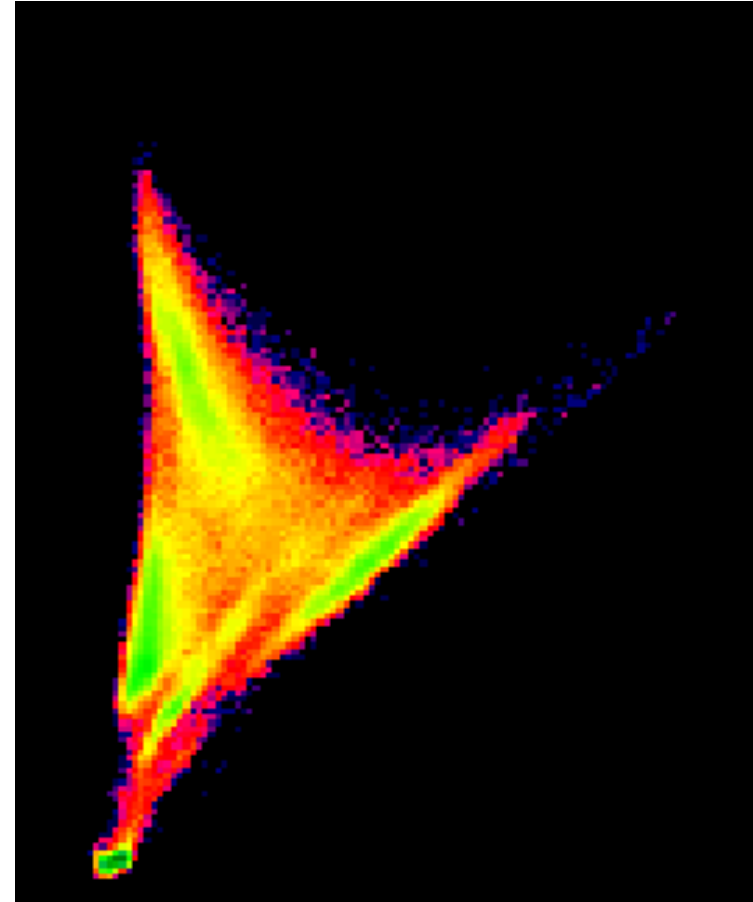
Taimkattega pindade heleduse sesoonne dünaamika

põllumajanduspiirkondade piltide pikslid mitmemõõtmelises heleduse ruumis selgelt määratletud piirkonna.

- Selles piirkonnas paiknevad paljast mullapinda kujutavad pikslid väljavenitatud ellipsoidil, mida on nimetatud [muldade sirgeks](#).

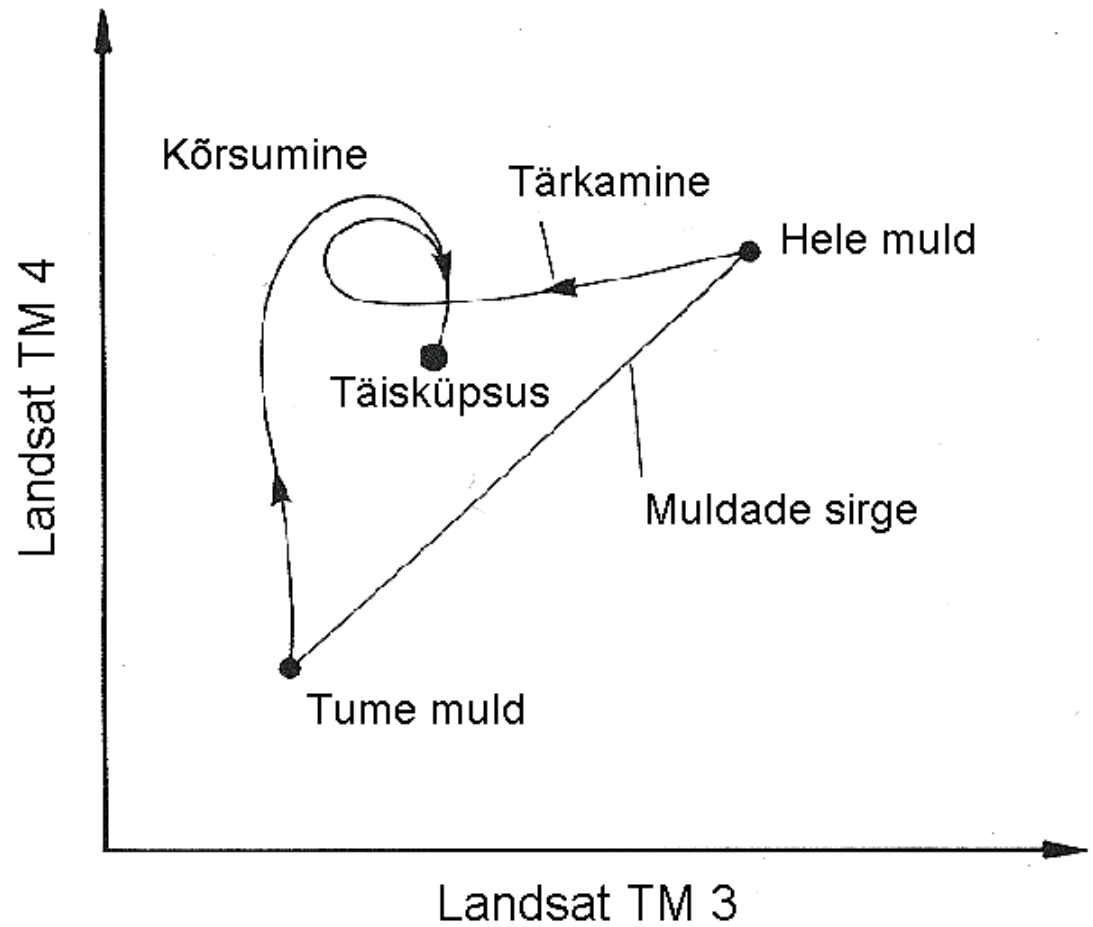
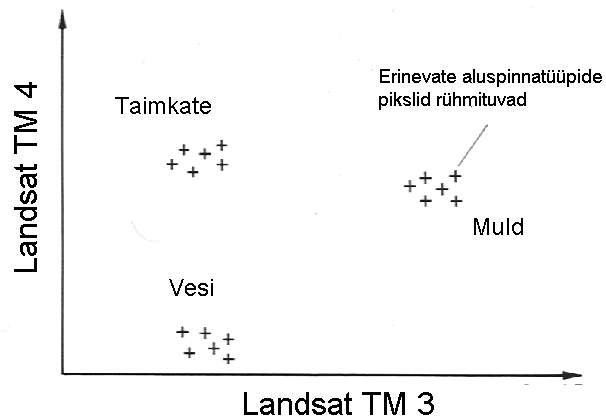
Heleduse ruumis mõõdetud kaugust muldade sirgest kasutatakse taimkattega pindade seisundi hindamiseks.

Lähisinfra-punane



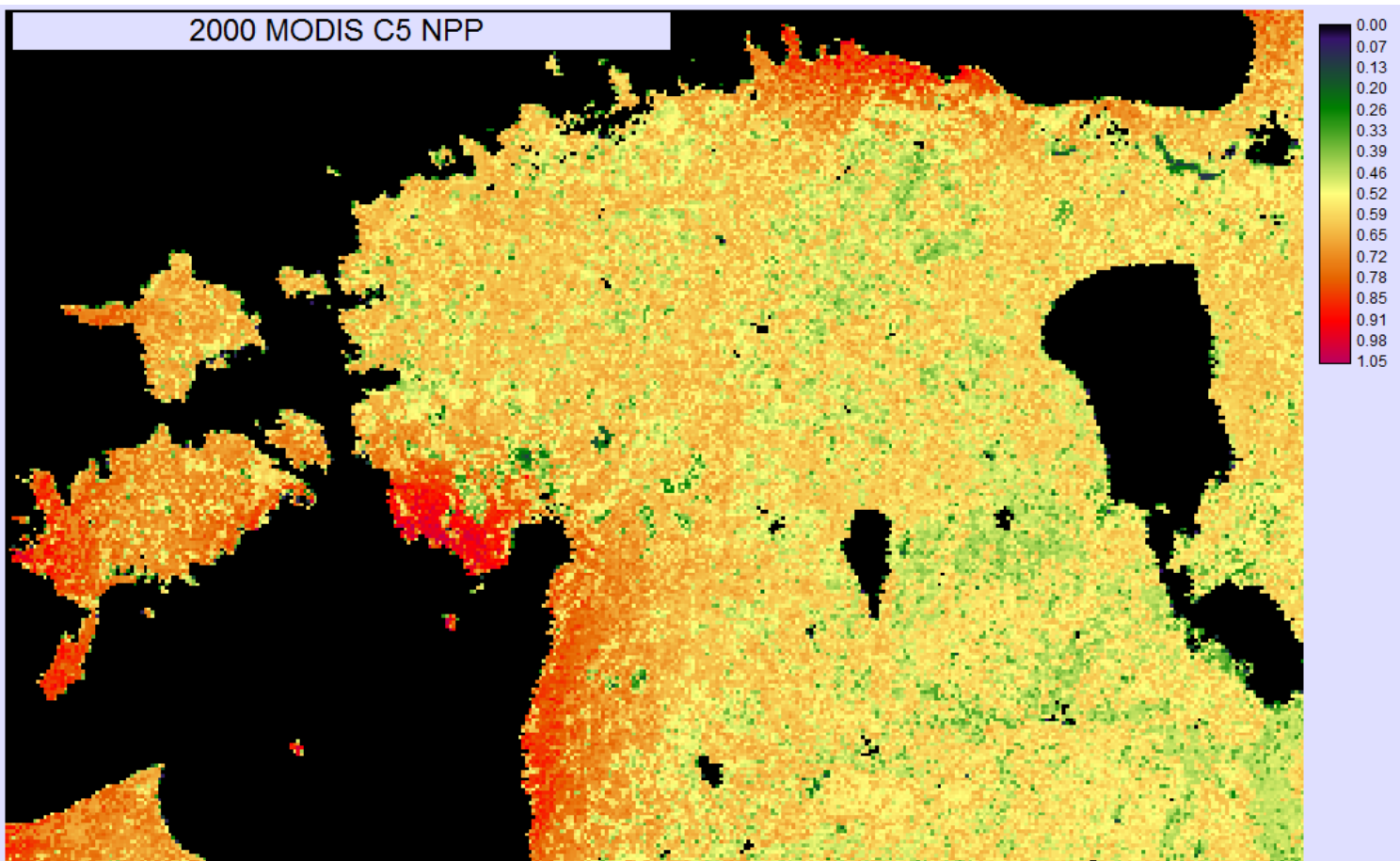
Punane

Põlluviljade trajektoorid heleduse ruumis punase ja lähisinfrapunase heleduse tasandis



Eesti metsade produktiivsus ja süsinikubilanss kaugseire abil – MODISE NPP valmisprodukti kasutamine. Globaalsetest andmetest Eesti ala väljalõikamine, (kg C/m²/aasta). Aasta 2000

A. Eenmäe, T. Nilson, M. Lang



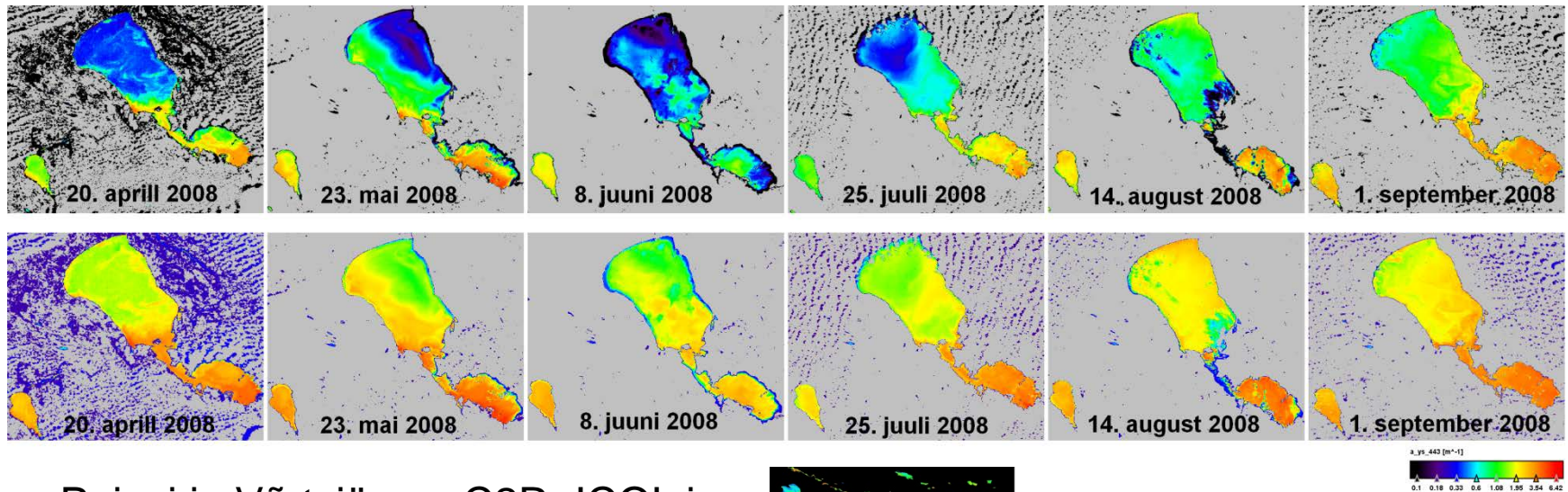
1x1 km lahutus

C5 – Collection 5

Sama NPP muster kordub erinevatel aastatel (praegu olemas kuni 2007)

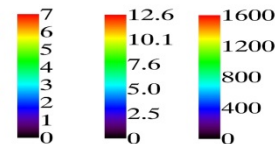
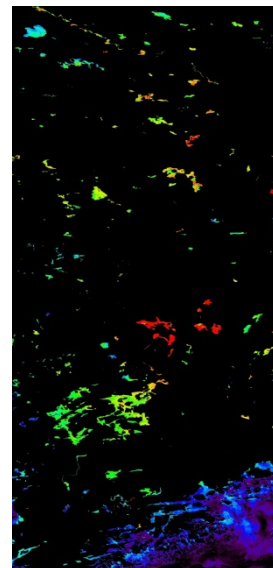
Kahtlaselt suur produktiivsus rannikualadel

CDOM –Värvunud lahustunud orgaanilise aine varieeruvus üle järve

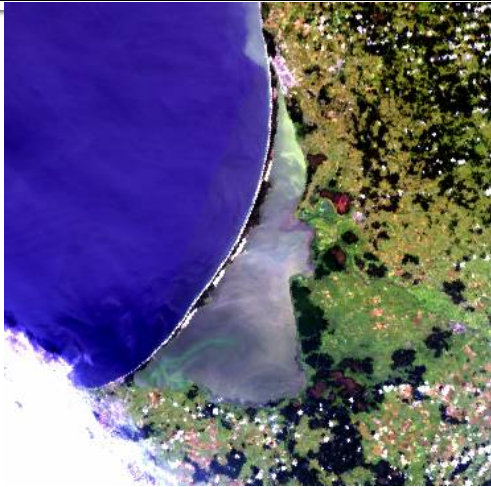


Peipsi ja Võrtsjärves C2R+ICOL ja uue algoritmi (Asuküll 2013) abil MERIS 2008 FR pildid

Abs 442, DOM, PCO2
Hyperion (EO1)
Kutser ja Reinart, 2006



Vee läbipaistvus muutused Läänemeres

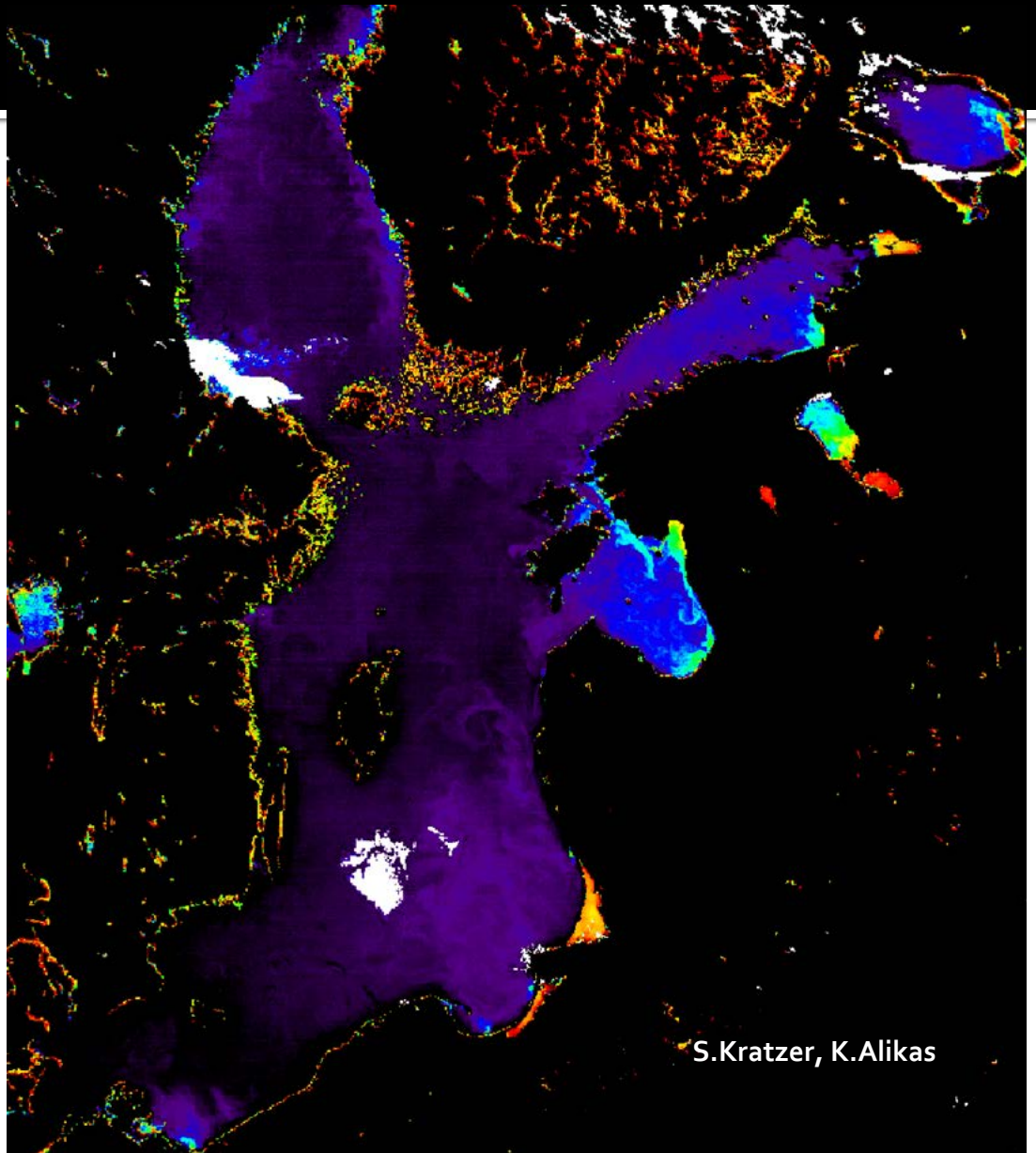
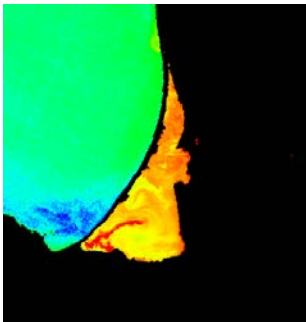


6 10 16 30 50 90



Chl-a [mgm^{-3}]

M
Ä
R
T
S



S.Kratzer, K.Alikas

Maakatte muutuste kaugseire

Kaugseire on suhteliselt hiljutiste muutuste dokumenteerimise oluliseks vahendiks, kaasaegsete muutuste monitooringuks ning lähituleviku muutuste ennustamiseks. Kaugseirel on muutuste mõõtmiseks mitmeid kasulikke omadusi:

- Kaugseireandmed on objektiivsed ning andmed erinevatel piltidel on omavahel võrreldavad.
- Kaugseireandmed on ruumiliselt täpsed ning suhteliselt ühetaolise mõõtkavaga.
- Kaugseireandmed on pildistatud ala piires ruumiliselt kõikselt, ehkki praktikas limiteerivad seda pilved ning pilvevarjud.
- Iga piltidest on pildistatud suhteliselt lühikese aja kestel, ehkki pildid on kokku liidetud ning mosaiigitud pildid integreerivad informatsiooni pikemate perioodide kestel.
- Andmeid saab suurte pindade kohta kiiresti hankida. See on regionaalsete ja globaalsete uuringute oluline omadus.
- Andmete kogumine on korratav, see on aja jooksul toimuvate muutuste monitooringul oluline. Üks põhjusi, miks Landsat-andmestik on osutunud nii oluliseks, on hästi läbimõeldud plaan koguda sesooneid korduspilte kogu maismaa ala kohta.
- Piltide arhiivid on toorandmeteks, mida saab kasutada keskkonnamuutuste hinnanguiks, mis võivad vajalikuks osutuda alles tulevikus.
- Kaugseirepildid on veenvad, neid võib kasutada teadustulemuste kommunikeerimisel avalikkusele.

Pildianalüüsi standardmeetodid

Kaugseire-piltide nii vaatamisel kui ka numbriliste teemakaartide koostamisel vajame visuaalseid ning analüütilisi vahendeid sarnaste omadustega pikslite korraldamiseks.

Peame suutma leida:

- pikslit või pikslite kogumeid, millel on meie jaoks tähendust ning
- eristama kõigi ülejäänud pikslite seast neid, mis on **meile vajalike pikslite sarnased**.

Vajame eeskirju, millega defineerime "**sarnasust**", samuti kirjeldust mõistele "**klass**".

Samavõrd, kuivõrd soovime hinnata pikslite **sarnasust**, huvitab ka see, kuidas pikslid üksteisest **erinevad**.

Vajame vahendeid, millega kirjeldada pikslite omavahelist **erinevust**.

- **Klassifitseerimisalgoritmid** on põhilisteks vahenditeks spektraalse sarnasuse mõõtmisel.
- Erinevuste hindamiseks ning erinevuste võimendamiseks on **peakomponentide analüüs**, **teisendused spektraalruumis** ning **spektraalse segu analüüs**.


Klassifitseerimine ning peakomponentide analüüs kuuluvad sageli kasutatavate pildianalüüsi standardmeetodite hulka.

Kaugseirepildid on kättesaadavad andmearhiividest ja tellimisel satelliidioperaatoritelt.

USGS Global Visualization Viewer

glovis.usgs.gov

Downloadable



WRS-2 Path /Row: 187 19 Go

Lat/Long: 58.7 25.7 Go

Max Cloud: 100%

Scene Information:
ID: LT51870192011239MOR00
CC: 0% Date: 2011/8/27
Qty: 9 Sensor: TM

Aug 2011 Go

Prev Scene Next Scene

L4-7 Combined Scene List

Add Delete Send to Cart

1000m No Limits Set

USGS

The image shows a screenshot of the USGS Global Visualization Viewer web application. The browser address bar shows 'glovis.usgs.gov'. The main display area features a large satellite image of a forested region with a yellow rectangular bounding box. To the left of the main image is a control panel with a small map of Europe, a 'Downloadable' label, and various input fields for WRS-2 Path/Row (187, 19), Lat/Long (58.7, 25.7), and Max Cloud (100%). Below these are 'Scene Information' fields (ID, CC, Date, Qty, Sensor) and navigation buttons for 'Prev Scene', 'Next Scene', and 'L4-7 Combined Scene List'. At the bottom left, there are buttons for 'Add', 'Delete', and 'Send to Cart', along with a scale of '1000m' and 'No Limits Set'. The USGS logo is visible in the bottom right corner of the interface.

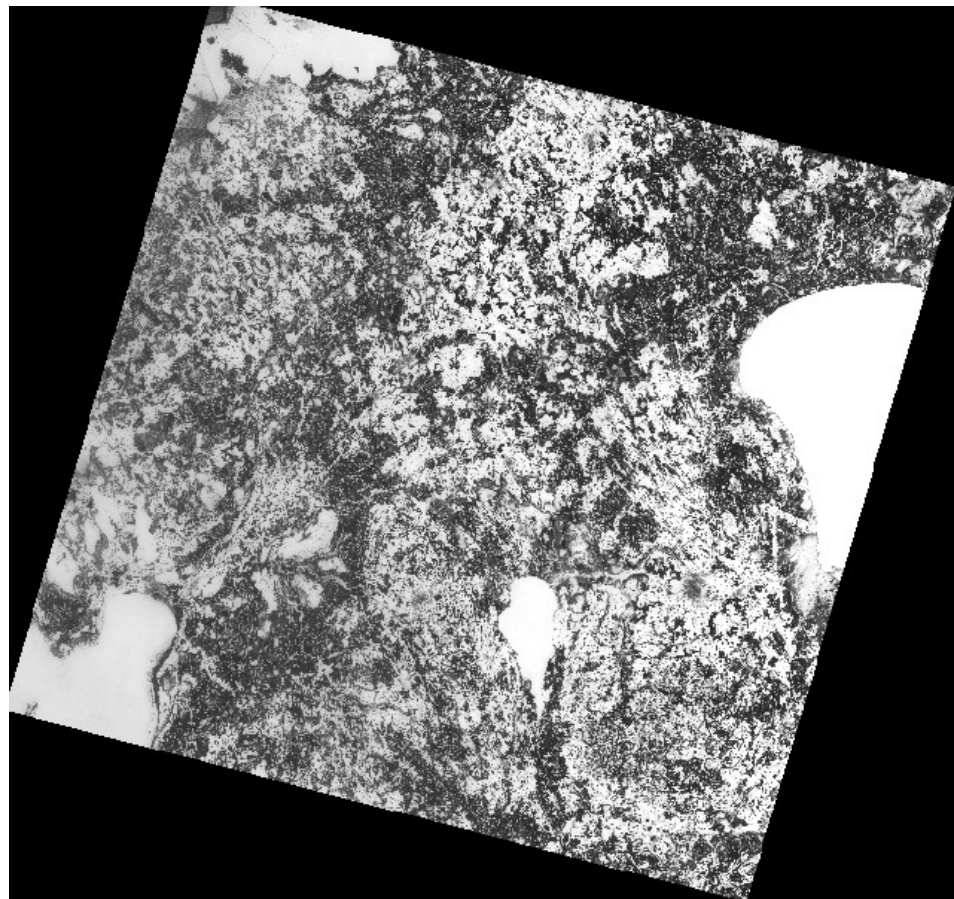
Kaugseirepildid on mitmel põhjusel rikkalikuks ruumiandmete allikaks.

- Piltide suurepinnaline katvus ja suhteliselt odav hind.

Võimalust mööda on iga pilt oma pildivälja ulatuses metrooloogiliselt ühetaoline.

Suuri alasid katvaid pilte saab pildistada kümnekonna sekundi või mõne minutiga ning pilte interpreteerida mõne nädalaga.

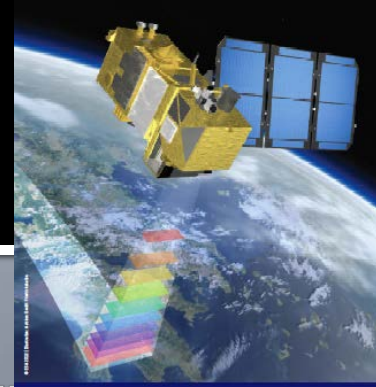
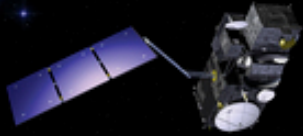
Kaugseirepiltide arhiive võib tinglikult võrrelda “arheoloogiaandmete arhiiviga”.



EL GLOBAALNE KESKKONNA JA TURVALISUSE PROGRAMM



Copernicus
The European Earth Observation Programme



SENTINEL 1 – PIDEVAD RADAR MÕÕTMISED
SENTINEL 2 - KÕRGE LAHUTUSEGA MAAPINNA
SEIRE

SENTINEL 3 – KESKIMISE
LAHUTUSEGA MAA-OOKEAN

SENTINEL 4-
GEOSTATASIONAARNE,
ATMOSFÄÄRIKEEMIA
1 TUND-ÕHU KVALITEET

SENTINEL 5...
MADAL ORBIIT, OSOON,
AEROSOOL -



ESA ENVISAT 2002-2014

