

# Procesna veriga za samodejno obdelavo optičnih satelitskih posnetkov v skoraj realnem času

Krištof Oštir, Aleš Marsetič, Peter Pehani,  
Matej Perše, Klemen Zakšek,  
Janez Zaletelj, Tomaž Rodič

Center odličnosti Vesolje-SI  
<http://www.space.si>


GIS v Sloveniji, Ljubljana, 30. 9. 2014

# Vsebina

- Motivacija
- Splošno o procesni verigi Vesolje-SI
- Detajli o posameznih moduli procesne verige Vesolje-SI
- Trenutne aktivnosti ter plan

# Motivacija

naraščajoče število satelitskih podatkov  
(ki so v veliki meri neizkoriščeni)



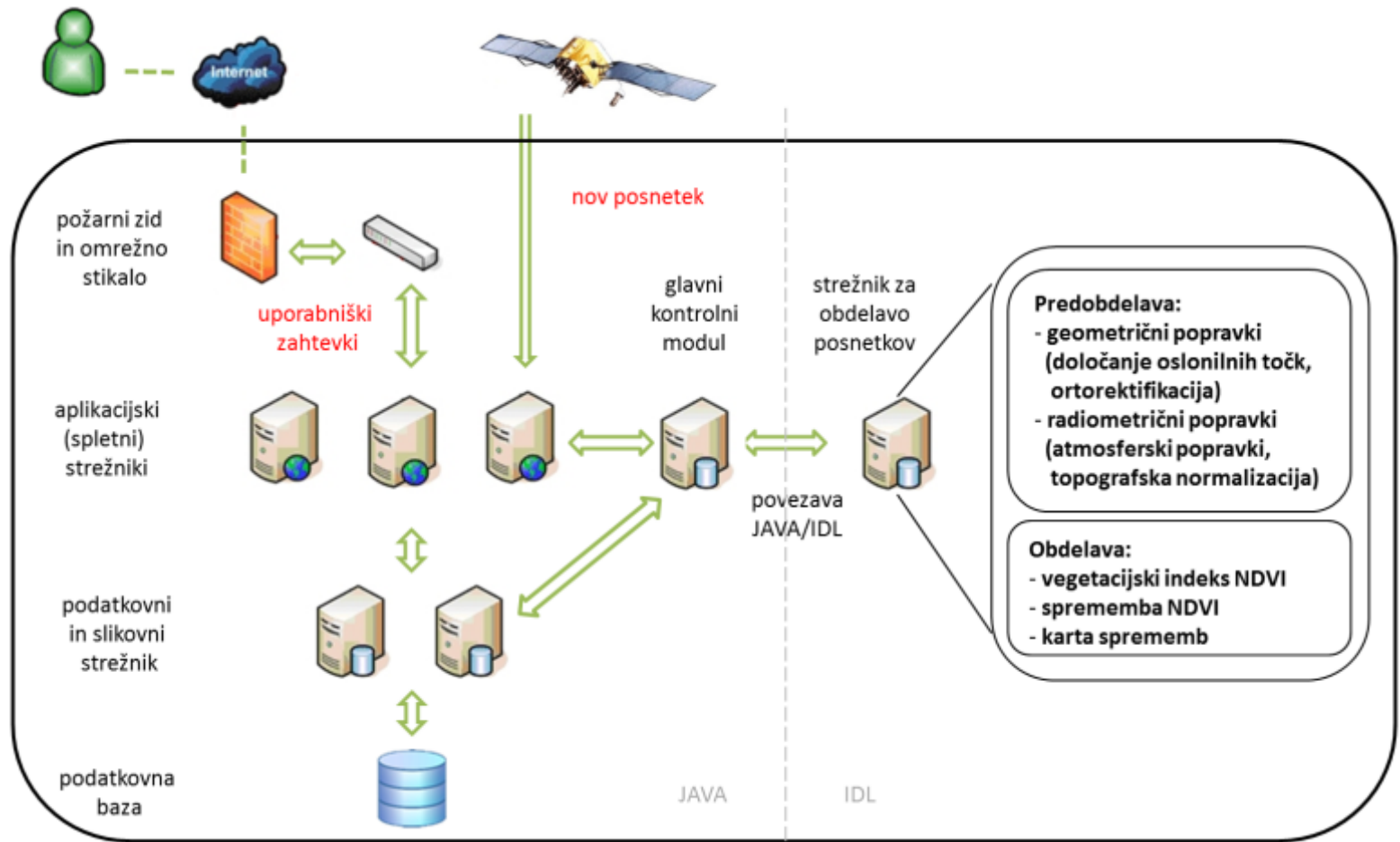
samodejna obdelava zajetih  
satelitskih podatkov ter hitra  
dostava pripravljenih izdelkov

končni uporabniki, ki imajo:

- > jasno definirane strokovne potrebe
- > osnovno znanje spletne kartografije
- > omejeno znanje o zmožnostih satelitskih tehnologij

# Arhitektura sistema

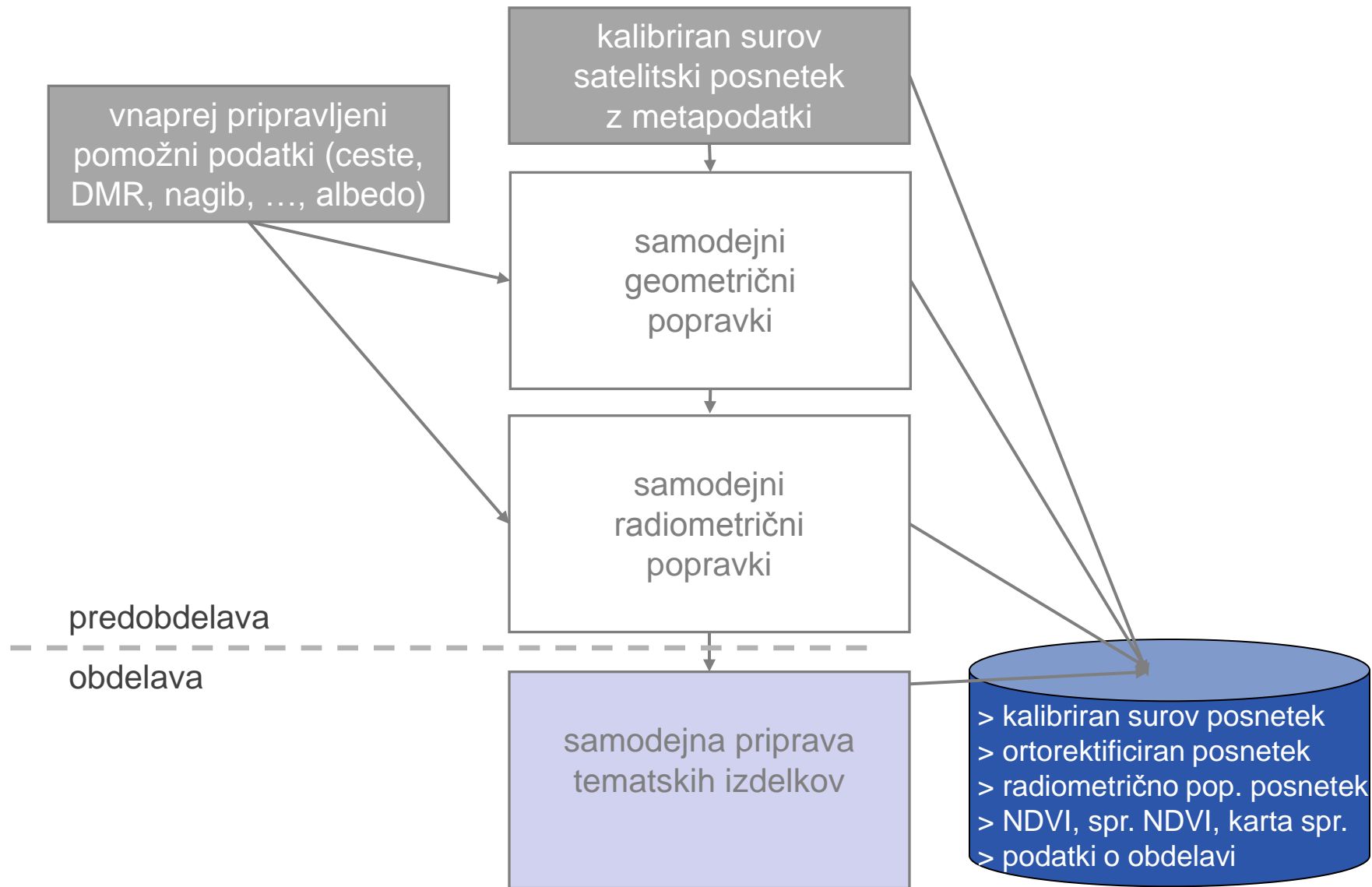
Dostava surovega optičnega satelitskega posnetka na FTP



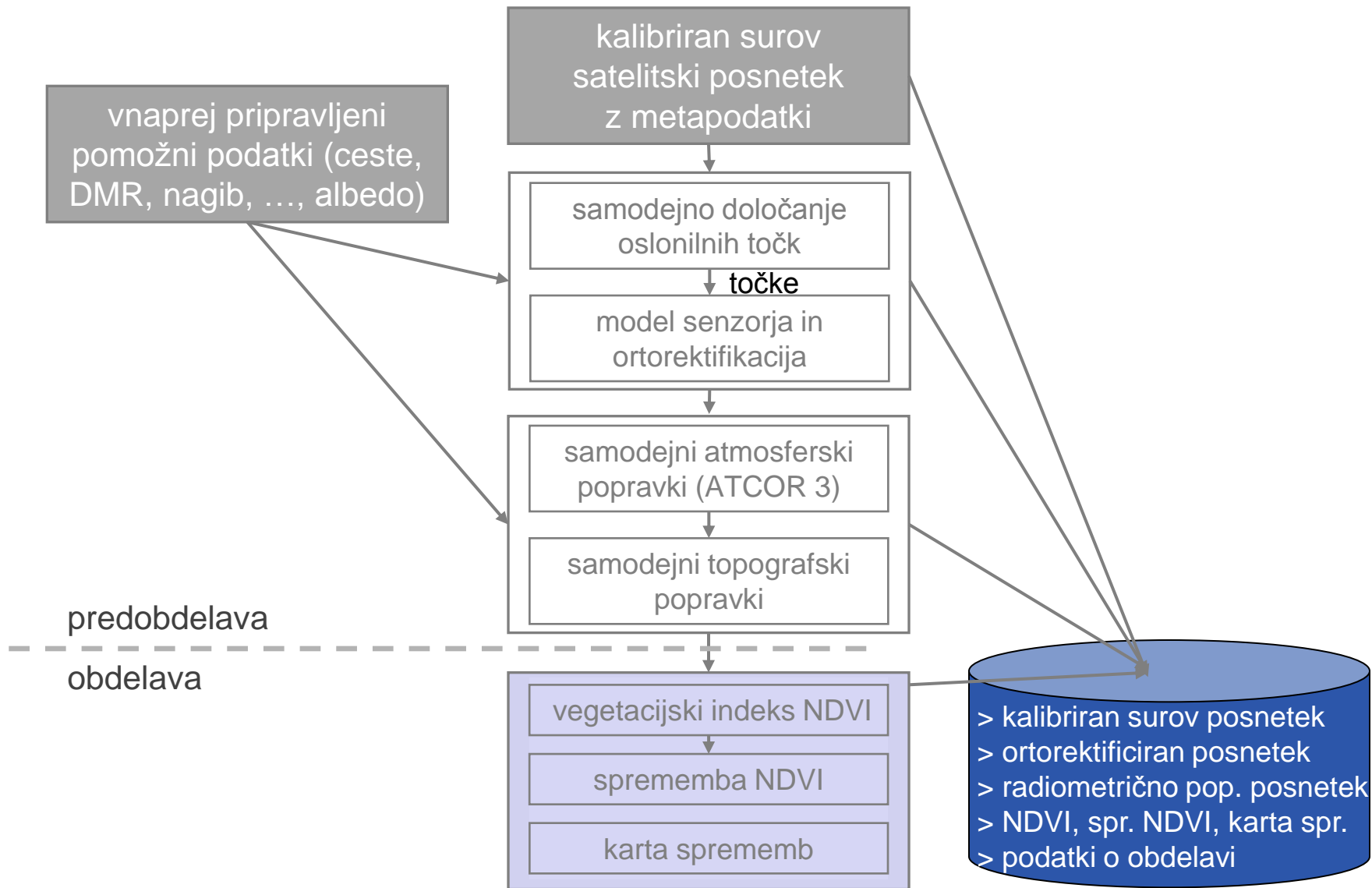
Ortorektificiran posnetek, radiometrično popravljen posnetek, različni tematski izdelki (NDVI, ...) v obliki, primerni za končnega uporabnika



# Procesna veriga Vesolje-SI: Diagram poteka



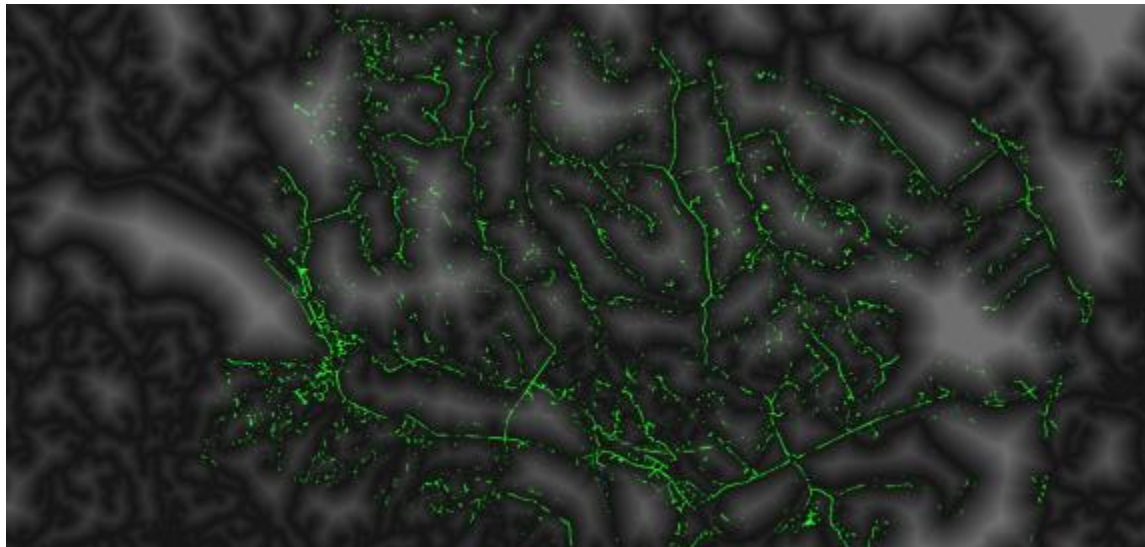
# Procesna veriga Vesolje-SI: Diagram poteka



# Samodejni geometrični popravki: Samodejno določanje oslonilnih točk

Oslonilne točke določamo s slikovno primerjavo s slojem cest:

- referenčne ceste: izračun sloja oddaljenosti od cest
- satelitski posnetek: zaznava cest z morfološkim filtrom, groba poravnava ter fina poravnava na referenčni vir

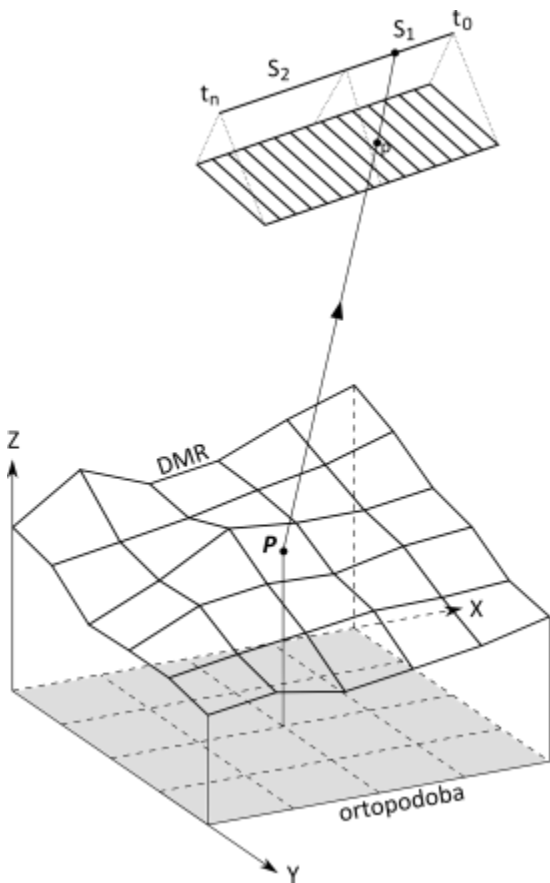


Groba poravnava izseka na sloj oddaljenosti od cest



Fina poravnava ene točke

# Samodejni geometrični popravki: Model sensorja ter ortorektifikacija



- definiran splošen fizičen model sensorja, ki podpira različne (polnoslikovne in vzdolžne) optične skenerje
- uporablja 24 parametrov zunanje orientacije
- vhodni podatki:
  - metapodatki posnetka: za začetne približke
  - oslonilne točke – tiste z grobimi napakami odstranimo (Robust estimation, RANSAC)
- ortorektifikacija z indirektno metodo na DMR 12.5 m



# Samodejni geometrični popravki: Primer



Kalibriran surov posnetek RapidEye



Ortorektificiran posnetek RapidEye

# Samodejni geometrični popravki: Izračunana natančnost

posnetek RapidEye (datum zajema)	Vse točke			Odstranjene točke z grobimi napak. (RANSAC + Robust Est)		
	Število OT	OT RMSE [px]	KT RMSE [px]	Število OT	OT RMSE [px]	KT RMSE [px]
<b>11.3.2011</b>	212	0.90	0.72	193	0.79	0.70
<b>11.6.2011</b>	228	0.75	0.92	209	0.67	0.97
<b>7.7.2011</b>	303	0.84	0.93	204	0.75	0.92
<b>2.9.2011</b>	126	0.99	0.95	114	0.75	0.66

OT – oslonilna točka

KT – kontrolna točka

RMSE – povprečna kvadratna napaka

# Samodejni geometrični popravki: Vizualna natančnost

Ortorektificiran posnetek RapidEye, 6.5 m

DOF 050, prevzorčen na ločljivost 2 m





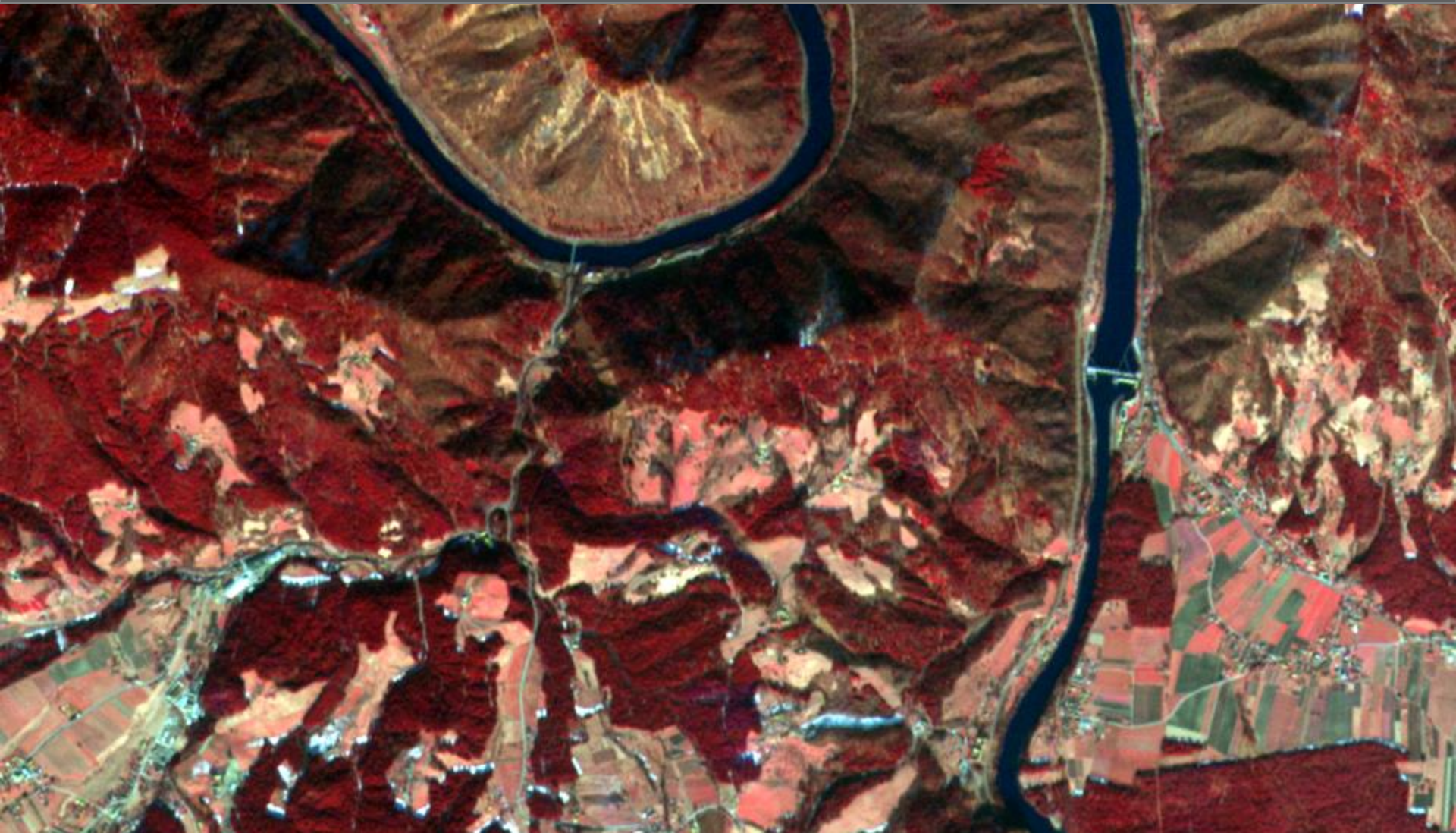
# Samodejni topografski popravki

Rešeno s razširitvijo metode Image Processing Workbench (IPW) z Minnaertovo metodo.

- Sence: maskiranje na osnovi histograma (Otsujev algoritem)
- Obsevanost površja smo modelirali iz treh komponent:
  - direktne (odvisna od vpadnega kota, zenitnega kota ter nagiba),
  - difuzne (odvisna od deleža vidnega neba),
  - odbite od terena (odvisna od deleža vidnega neba ter albeda).
- Vnaprej pripravljene modeli za:
  - razmerje direktna/difuzna svetloba
  - delež vidnega neba
- Izračun Minneartovih koeficientov



# Samodejni topografski popravki: primer



Umetno barvni kompozit nepopravljenega in topografsko popravljenega izseka



# Samodejni topografski popravki: primer



Umetno barvni kompozit nepopravljenega in topografsko popravljenega izseka



# Samodejna priprava tematskih izdelkov (NDVI, sprememba NDVI, karta sprememb)

- enostavni enokanalni izdelki
- RGB različice za enostavnejšo razpoznavnost



# Spletna aplikacija

The screenshot displays the SPACE·SI web application interface. At the top left, there is a search bar with 'project: 498' entered. Below the search bar, a summary card shows 'Cloud coverage [%]: 4.8' and 'Total RMSE: 0.52'. A thumbnail image of the project area is shown below this card. To the right of the thumbnail are buttons for 'Show project on map' and 'Download'. Below the thumbnail is a table of project phases:

Project phase id	Phase type	Phase state	Start date
1509	Initial	Completed	26.06.2014 14:46
1510	Orthorectified	Completed	26.06.2014 14:46
1511	Radiometrically corrected	Completed	26.06.2014 14:46

Below the phases table is a metadata table:

Parameter id	Value
SENSOR_TYPE	RapidEye
P12_EXE	VesotjeGCPGui01.exe
INPUT_AUXILIARY	auxiliaryData
...	...

The main map area shows a satellite image of a forested area with orange bounding boxes and numerous yellow ground control points. A scale bar indicates 10 km. At the bottom of the map, the coordinates are displayed as 'YX: 537142.15 162709.2 46°31'2.65" N 15°28'45.32" E'. On the right side, a 'Layers' panel lists several project layers (498, 495, 493, 492) with checkboxes for 'Image boundaries', 'Orthorectified (RGB)', 'Orthorectified (IRG)', 'NDVI (RGB)', and 'Ground control points'. The 'Project: 498' layer is currently selected and checked.

Spletni pregledovalnik, namenjen končnemu uporabniku



# Kontrolna aplikacija

[Login](#)

**VESOLJE SI**

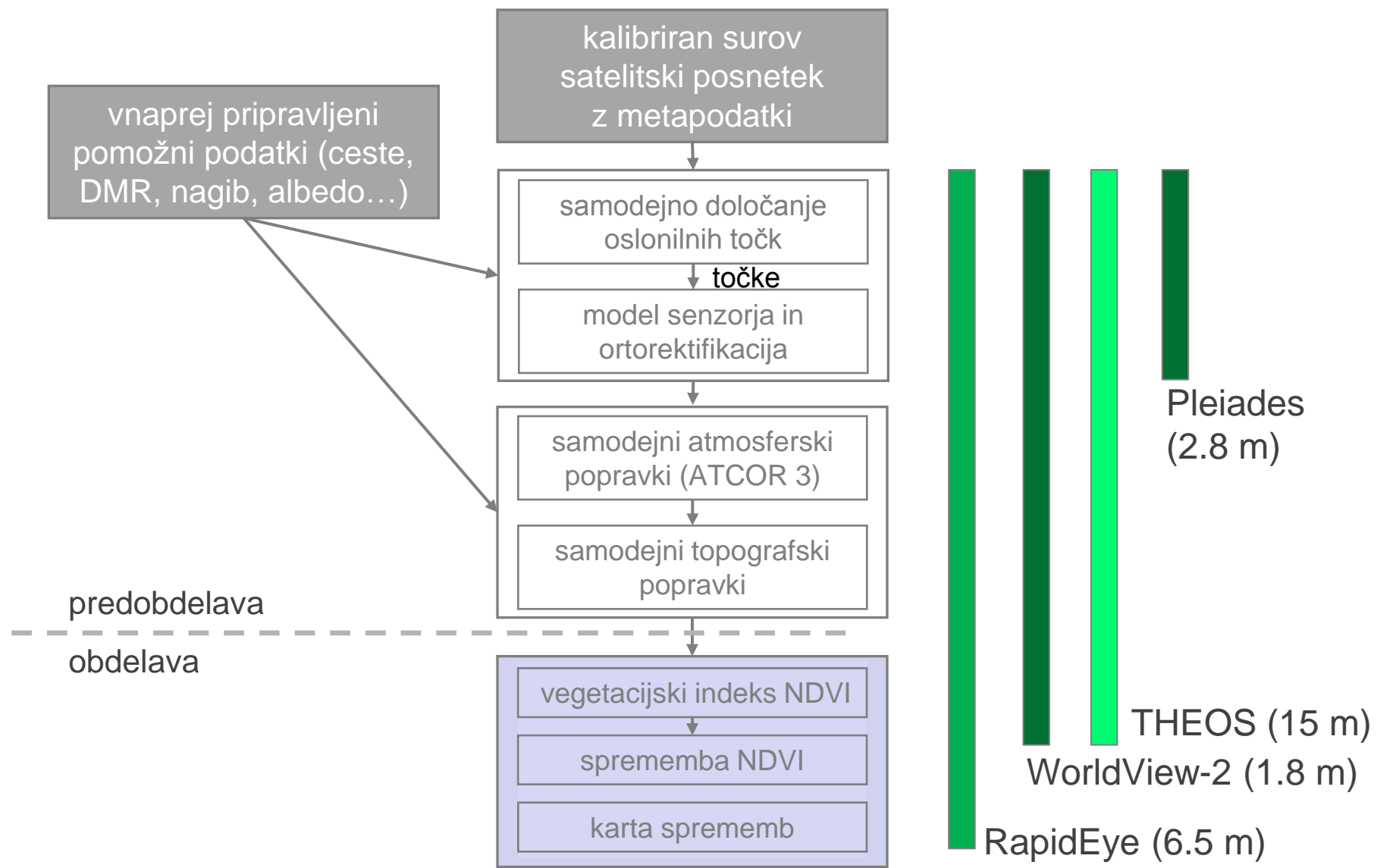
 CENTER ODLIČNOSTI VESOLJE  
 ZNANOST IN TEHNOLOGIJE

[Overview](#)
[Search](#)
[Map](#)

PROJECT ID	PROJECT NAME	PROJECT STATE	SENSOR TYPE	ACQUISITION DATE	LAST PHASE NAME	LAST PHASE STATE	LAST PHASE START DATE	LAST PHASE END DATE
<a href="#">400</a>	Project 400	Completed	RapidEye	11.3.2011	NDVI - vegetation	Completed	29.3.2013	29.3.2013
<a href="#">399</a>	Project 399	Completed	RapidEye	11.3.2011	NDVI - vegetation	Completed	29.3.2013	29.3.2013
<a href="#">379</a>	Project 379	Completed	RapidEye	14.3.2013	NDVI - vegetation	Completed	14.3.2013	14.3.2013
<a href="#">377</a>	Project 377	Completed	RapidEye	14.3.2013	NDVI - vegetation	Completed	14.3.2013	14.3.2013
<a href="#">376</a>	Project 376	Completed	RapidEye	14.3.2013	NDVI - vegetation	Completed	14.3.2013	14.3.2013
<a href="#">375</a>	Project 375	Completed	RapidEye	14.3.2013	NDVI - vegetation	Completed	14.3.2013	14.3.2013
<a href="#">372</a>	Project 372 - Radlje ob Dravi 1	Completed	RapidEye	14.3.2013	NDVI - vegetation	Completed	14.3.2013	14.3.2013
<a href="#">371</a>	Project 371	Completed	RapidEye	13.3.2013	NDVI - vegetation	Completed	13.3.2013	14.3.2013
<a href="#">341</a>	Project 341 - Radgona	Completed	RapidEye	16.1.2013	NDVI - vegetation	Completed	16.1.2013	13.3.2013
<a href="#">323</a>	Project 323	Completed	RapidEye	15.1.2013	NDVI - vegetation	Completed	15.1.2013	16.1.2013
<a href="#">281</a>	Project 281	Completed	RapidEye	4.6.2012				
<a href="#">263</a>	Project 263	Completed	RapidEye	4.6.2012	NDVI - vegetation	Completed	4.6.2012	4.6.2012
<a href="#">262</a>	Project 262 - Dragotinci	Completed	RapidEye	4.6.2012	NDVI - vegetation	Completed	4.6.2012	4.6.2012
<a href="#">243</a>	Project 243	Completed	RapidEye	25.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	25.5.2012	25.5.2012
<a href="#">242</a>	Project 242 - Radgona 1	Completed	RapidEye	19.3.2013	NDVI - vegetation	Completed	25.5.2012	25.5.2012
<a href="#">241</a>	Project 241 - Krsko 1	Completed	RapidEye	25.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	25.5.2012	25.5.2012
<a href="#">229</a>	Project 229 - Krško	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	25.5.2012
<a href="#">228</a>	Project 228	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	25.5.2012
<a href="#">227</a>	Project 227	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	25.5.2012
<a href="#">226</a>	Project 226 - Radlje ob Dravi	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	25.5.2012
<a href="#">225</a>	Project 225	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	25.5.2012
<a href="#">224</a>	Project 224	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	25.5.2012
<a href="#">223</a>	Project 223	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	24.5.2012
<a href="#">222</a>	Project 222 - Murska Sobota	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	24.5.2012
<a href="#">221</a>	Project 221	Completed	RapidEye	24.5.2012	NDVI - vegetation	Completed	24.5.2012	24.5.2012



# Procesna veriga Vesolje-SI: Podprti senzorji



Dosedanje predstavitve:

- ESA 4S Symposium, Portorož 2012
- IAA Symposium on Small Satellites, Berlin 2013 (nagrada za najboljšo predstavitev)
- Nano-Satellite Symposium, Tokijo 2013
- International Astronautical Congress, Toronto 2014

Drugo: slovenski patent, diploma K. Čotar, doktorat A. Marsetič  
(v zaključni fazi)

# Nadaljnji razvoj

## Trenutne aktivnosti:

- optimizacija implementiranih modulov
- predobdelava: samodejni geometrični popravki na podlagi racionalnih polinomskih koeficientov (RPC)
- obdelava: samodejna priprava sloja pokrovnosti

## Možne nadaljnje nadgradnje:

- podpora drugim regijam in koordinatnim sistemom
- podpora dodatnim polnoslikovnim in vzdolžnim skenerjem
- specializirani tematski produkti (kmetijstvo, ...)
- izostritev (pan-sharpening) ...

# Povzetek

- popolnoma samodejna obdelava satelitskih posnetkov je želja vsakega strokovnjaka iz področja daljinskega zaznavanja
- procesna veriga, ki smo jo implementirali v CO Vesolje-SI, deluje
- pri dosedanjem razvoju smo več pozornosti posvetili predobdelavi kot obdelavi/interpretaciji
- optimizacija in nadaljni razvoj

"Potovanje, dolgo tisoč kilometrov, se začne s prvim korakom."  
*Konfucij*

# Kontakti

E-naslov: [peter.pehani@zrc-sazu.si](mailto:peter.pehani@zrc-sazu.si)

Splet: [www.space.si](http://www.space.si)

## Zahvala

Center odličnosti Vesolje, znanost in tehnologije (CO Vesolje-SI) je operacija, ki sta jo delno financirala Evropska unija, Evropski sklad za regionalni razvoj, ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport Republike Slovenije.