

Deformáció vizsgálat gáztározó felett PS-InSAR alkalmazásával

Ambrus Bence

Rédey Szeminárium – 2018. 05. 15.



BUDAPESTI MŰSZAKI
ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Építőmérnöki Kar - építőmérnöki képzés 1782 óta

Általános és Felsőgeodézia Tanszék

TARTALOM

1. Miért?
2. Adatok
3. Szoftver
4. Feldolgozás
5. Eddigi eredmények

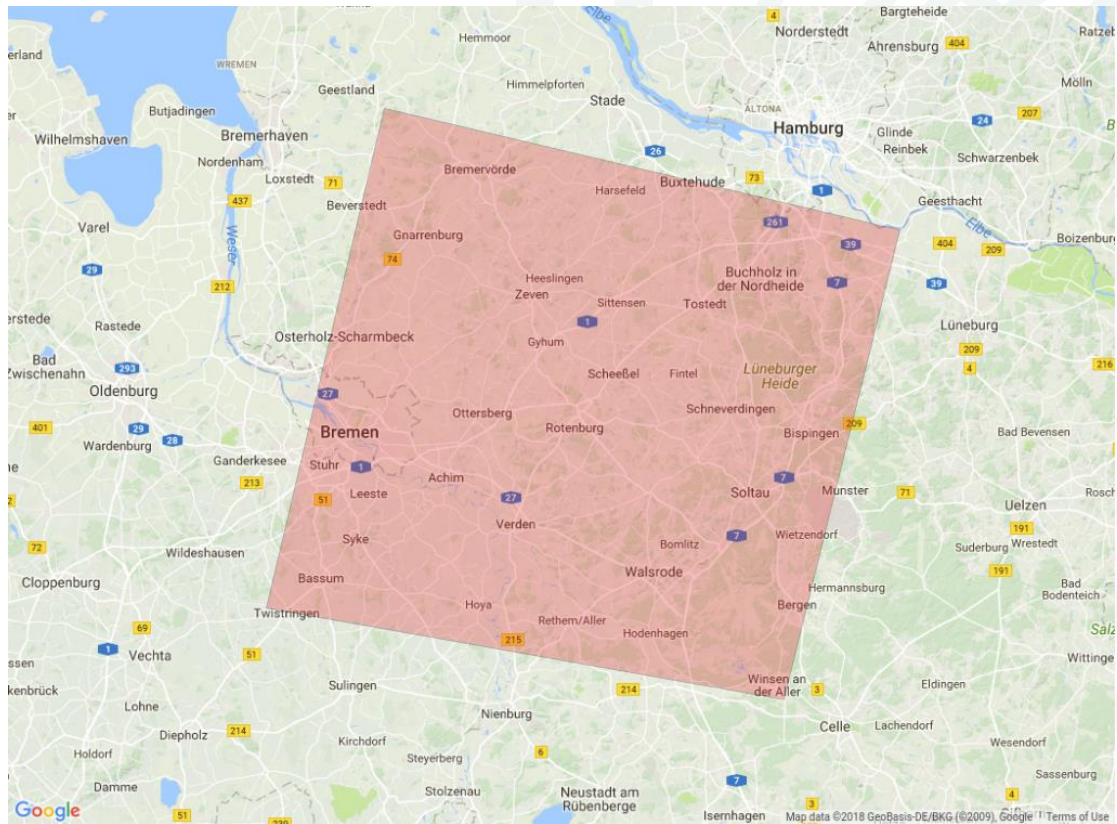
MIÉRT?

Látogatás a KIT-n 2017 szeptemberében.

KIT projekt gáztározók vizsgálatára.

SARscape vs. Gamma

NÉHÁNY SZÓ A PROJEKTRŐL



FELHASZNÁLT ADATOK

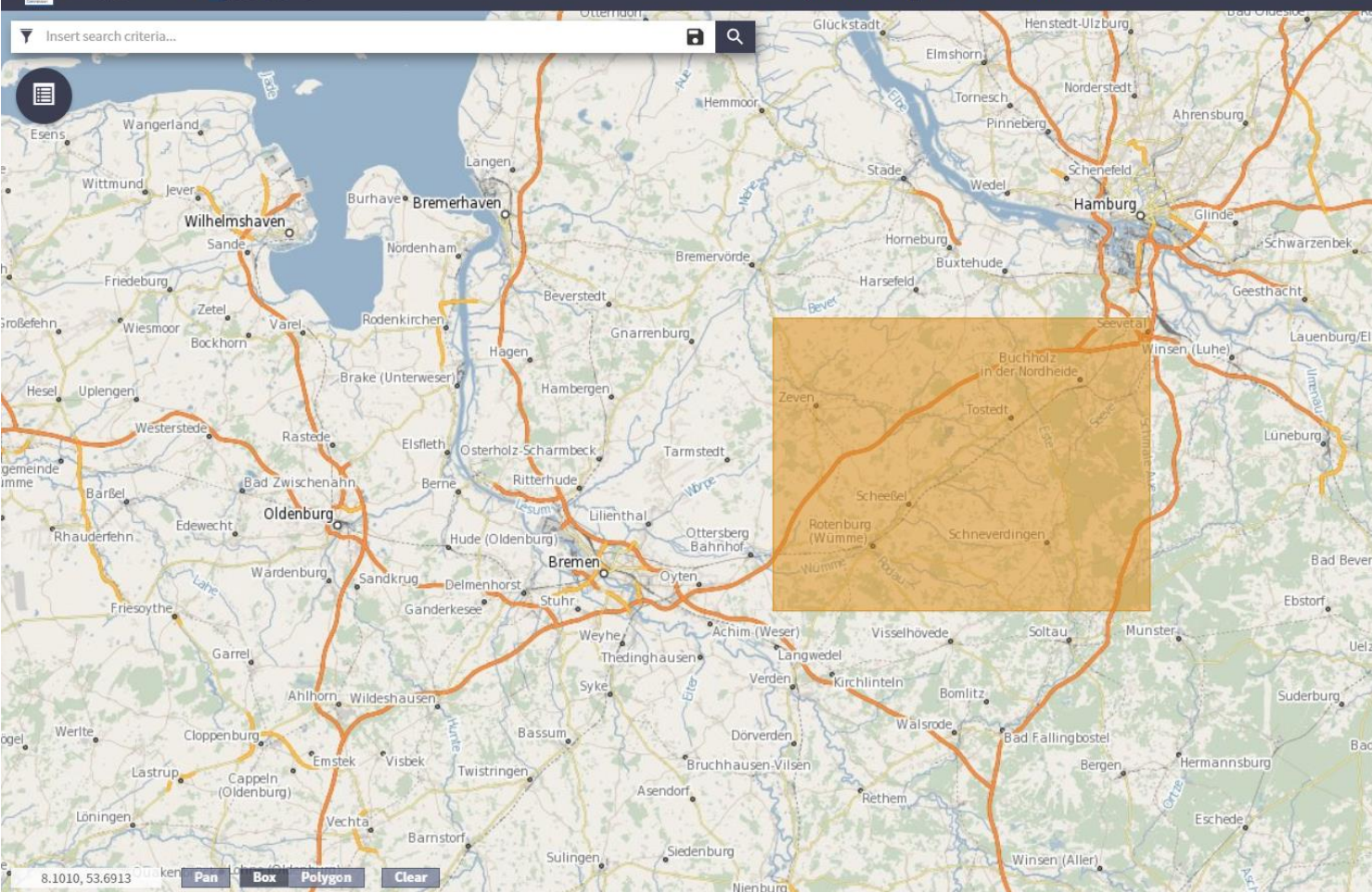
- Sentinel-1A SLC-k (leszálló ág)
- 34 felvétel
- 2014. október—2017. augusztus
- Master: 2016. január



ADATOK BESZERZÉSE

1. Copernicus Data Hub (ingyenes regisztráció)

- + Webes felület
- + Interaktív szűrés az elérhető adatokra
- Nem automatizálható :(
- Néhány percenként kidobja az embert :’(



Insert search criteria...

Advanced Search

Clear

» Sort By:

Ingestion Date

» Order By:

Descending

» Sensing period

From: 2017/08/01

to: 2017/08/31

» Ingestion period

From:

to:

☒

Mission: Sentinel-1

Satellite Platform

S1A_*

Product Type

SLC

Polarisation

VV

Sensor Mode

Relative Orbit Number (from 1 to 175)

Collection

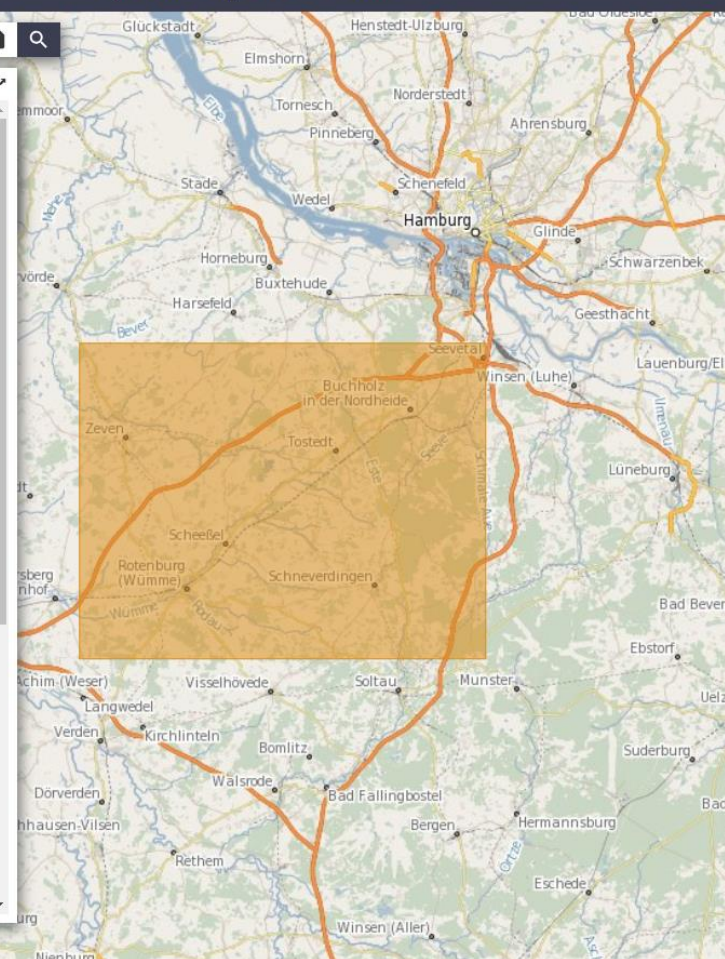
☐

Mission: Sentinel-2

Satellite Platform

Product Type

Cloud Cover % (e.g.[0 TO 9.4])



Insert search criteria...

S1A_IW_SLC_1SDV_20170831T053306_20170831T053333_018163_01E845_EB71

Display 1 to 15 of 15 products
Order By: Ingestion Date

Request Done: (footprint: 53.02563692002107, 10.02153.41566618494565, 9.1829)

S1A | SAR-C | S1A_IW_SLC

Download URL: [Download URL](#)
Mission: Sentinel-1

S1A | SAR-C | S1A_IW_SLC

Download URL: [Download URL](#)
Mission: Sentinel-1

S1A | SAR-C | S1A_IW_SLC

Download URL: [Download URL](#)
Mission: Sentinel-1

S1A | SAR-C | S1A_IW_SLC

Download URL: [Download URL](#)
Mission: Sentinel-1

S1A | SAR-C | S1A_IW_SLC

Download URL: [Download URL](#)
Mission: Sentinel-1

S1A | SAR-C | S1A_IW_SLC

Download URL: [Download URL](#)
Mission: Sentinel-1

Products per page: 25

[https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('b7ccb84a-bddf-4606-85e9-586631150285'\)/\\$value](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('b7ccb84a-bddf-4606-85e9-586631150285')/$value)

Footprint



Attributes

Summary

Date: 2017-08-31T05:33:06.144Z

Filename: S1A_IW_SLC_1SDV_20170831T053306_20170831T053333_018163_01E845_EB71.SAFE

Identifier: S1A_IW_SLC_1SDV_20170831T053306_20170831T053333_018163_01E845_EB71

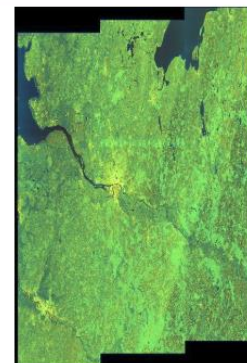
Instrument: SAR-C

Mode: IW

Satellite: Sentinel-1

Size: 7 65 GB

Quicklook



Inspector



Pan Box Polygon Clear

ADATOK BESZERZÉSE

2. Copernicus API Hub – Open Data Protocol/Open Search (+ dhusget szkript)

+ Automatizálható keresés

+ Automatizálható letöltés

(– Némi programozás és saját szkript)

ADATOK BESZERZÉSE

1. dhusget szkript futtatása a megfelelő paraméterekkel
2. Letöltés wget-tel

Insert search criteria...

Display 1 to 2 of 2 products. Order By: Ingestion Date ↓

Select All ☐

Request Done: (footprint:"Intersects(POLYGON((9.036531641471482 52.93967605224017,10.076139353360535 52.93967605224017,10.076139353360535 53.4023677167923,9.036531641471482 52.93967605224017)))") AND (beginPosition:[2015-05-31T00:00:00.000Z TO 2015-05-31T23:59:59.999Z]))

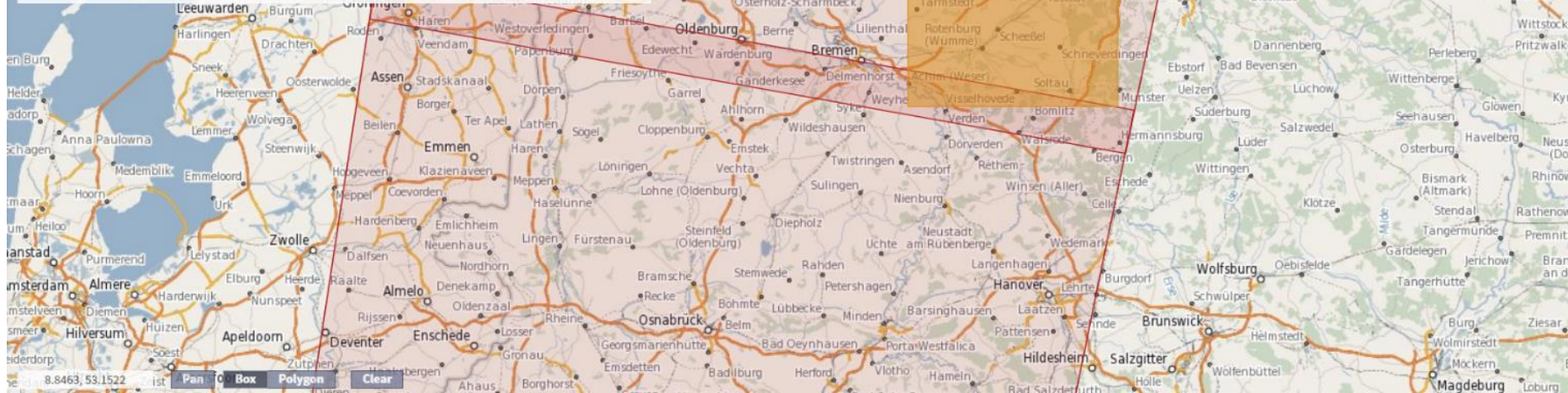
S1A SAR-C S1A_IW_SLC_1SDV_20150531T054122_20150531T054149_006161_008032_4325

Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('1cfa8510-555c-4bc6-9373-9246cdee4526'\)/\\$value](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('1cfa8510-555c-4bc6-9373-9246cdee4526')/$value)
Mission: Sentinel-1 Instrument: SAR-C Sensing Date: 2015-05-31T05:41:22.681Z Size: 7 GB

S1A SAR-C S1A_IW_SLC_1SDV_20150531T054057_20150531T054124_006161_008032_6DC4

Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('6a0ddc0e-a7f7-4b36-a3a7-c93b49932157'\)/\\$value](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('6a0ddc0e-a7f7-4b36-a3a7-c93b49932157')/$value)
Mission: Sentinel-1 Instrument: SAR-C Sensing Date: 2015-05-31T05:40:57.858Z Size: 7 GB

Products per page: 25 << < page: 1 of 1 >>  CLOSE



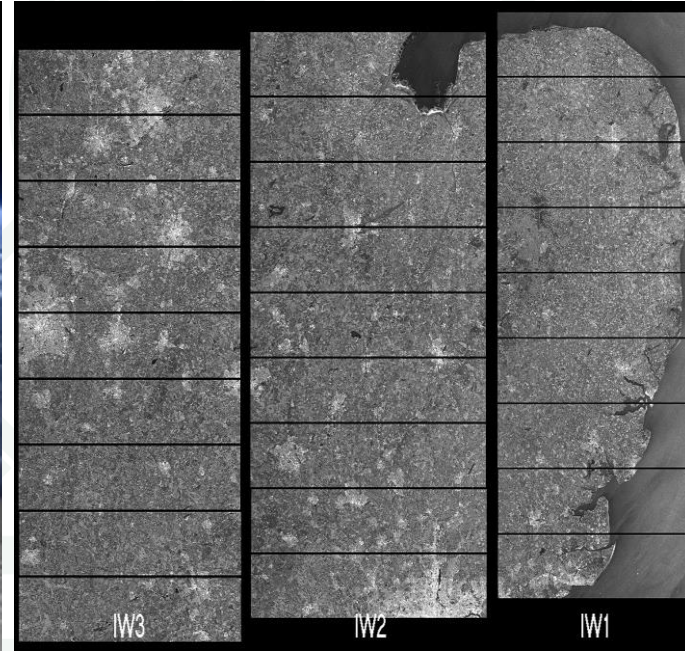
GAMMA SZOFTVER

- Gamma Remote Sensing (Svájc)
- Teljeskörű SAR-feldolgozás
- 4 modul:
 - *MSP – Modular SAR Processor (előfeldolgozás, fókuszálás, stb.)*
 - *ISP/DIFF&Geo – Interferometry, Diff. Int. & Geocoding*
 - *LAT – Land Application Tools (polarimetria, osztályozás, stb.)*
 - *IPTA – Interferometric Point Target Analysis (PSI, SBAS)*
- Parancssoros, C programok + Perl/Python/Sh/CSh szkriptek

FELDOLGOZÁS

1. SLC állományok beszerzése és kicsomagolása (~500 GB)

SENTINEL-1 IW ÉSZLELESI MÓD



FELDOLGOZÁS

2. SLC képek előfeldolgozása
3. SLC állományok összefűzése

FELDOLGOZÁS

	annotation		<DIR>
	measurement		<DIR>
	preview		<DIR>
	support		<DIR>
	manifest	safe	35.4 KiB
	S1A_IW_SLC__1SDV_20141027T054122_20141027T0541...	pdf	19.8 KiB

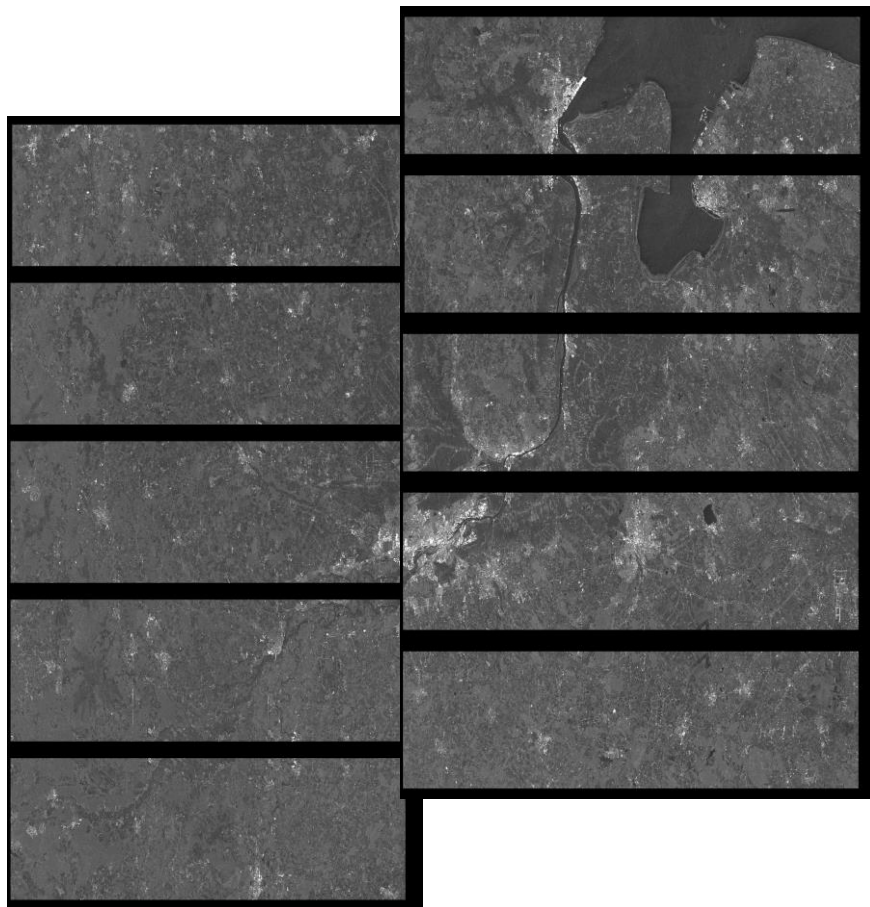
FELDOLGOZÁS

	20141027.IW1	slc	4.8 GiB
	20141027.IW1.slc	par	7.4 KiB
	20141027.IW1.slc	TOPS_par	19.6 KiB
	20141027.IW2	slc	5.9 GiB
	20141027.IW2.slc	par	7.4 KiB
	20141027.IW2.slc	TOPS_par	19.6 KiB
	20141027.IW3	slc	6.0 GiB
	20141027.IW3.slc	par	7.4 KiB
	20141027.IW3.slc	TOPS_par	20.7 KiB
	20141027	SLC_tab	192 B

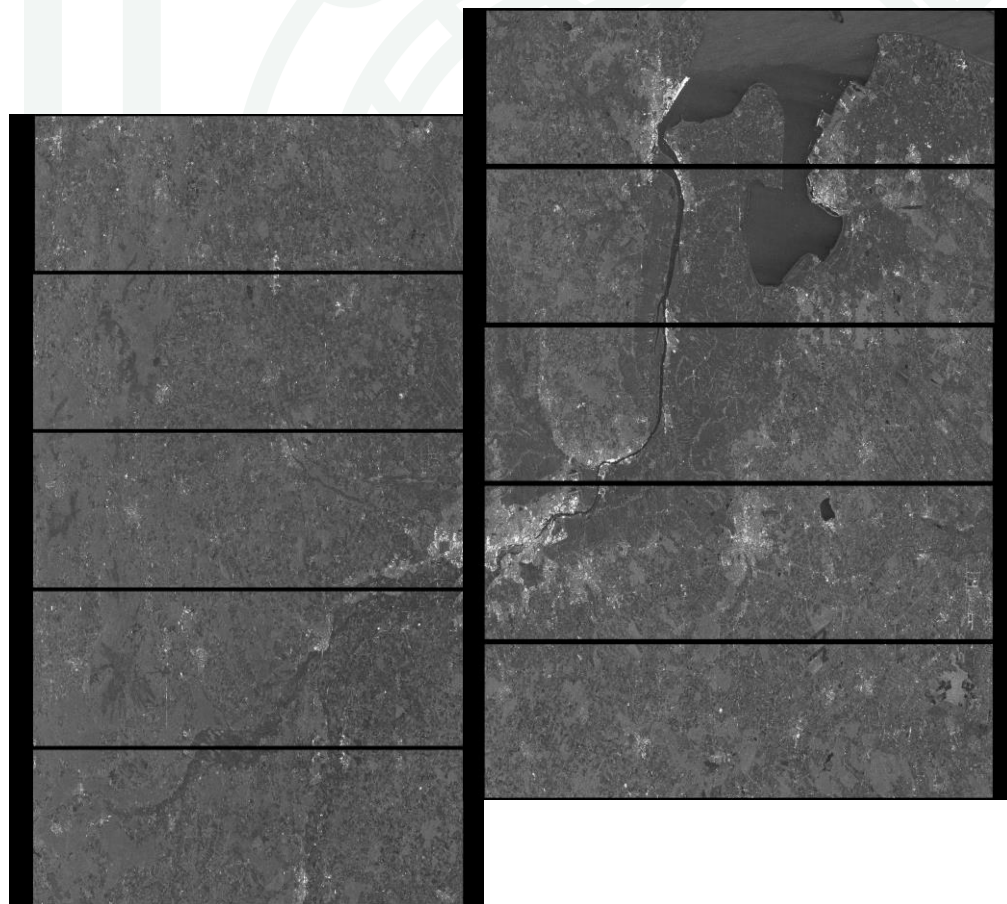
FELDOLGOZÁS

3. SLC képek előfeldolgozása
4. Master SLC kiválasztása
5. A vizsgálandó területet lefedő burstök meghatározása a master SLC-n („gyalog”)
6. Megfelelő burstök kiválasztása a slave SLC-ken („gyalog”)

2014. 12. 02.



2015. 04. 13.



ALTERNATÍVA AZ 5. ÉS 6. LÉPÉSRE

1. SLC_burst_corners szkript futtatása a masterre

TOPS SLC parameter file: 20150723T005751_vv_1.slc.par

TOPS SLC TOPS_PAR annotation file: 20150723T005751_vv_1.tops.par

SLC title: slā-iwl-slc-vv-20150723t005751-20150723t005819-006931-009604-001.tiff S1A-IW-IW1-VV-6931 (software: Sentinel-1 IPF 002.53)

SLC radar sensor: S1A IW IW1 VV

S1 TOPS total number of bursts: 10

Burst:	1	36.22763979	81.70763504	36.04333695	81.65421287	36.04333695	81.65421287	36.22763979	81.70763504
Burst:	2	36.06233564	81.65971084	35.87801526	81.60645780	35.87801526	81.60645780	36.06233564	81.65971084
Burst:	3	35.89676894	81.61186722	35.71243114	81.55878186	35.71243114	81.55878186	35.89676894	81.61186722
Burst:	4	35.73106322	81.56413883	35.54670811	81.51121957	35.54670811	81.51121957	35.73106322	81.56413883
Burst:	5	35.56571210	81.51666594	35.38133985	81.46391075	35.38133985	81.46391075	35.56571210	81.51666594
Burst:	6	35.40009884	81.46926979	35.21570956	81.41667724	35.21570956	81.41667724	35.40009884	81.46926979
Burst:	7	35.23447022	81.42201980	35.05006404	81.36958826	35.05006404	81.36958826	35.23447022	81.42201980
Burst:	8	35.06894987	81.37494957	34.88452701	81.32267732	34.88452701	81.32267732	35.06894987	81.37494957
Burst:	9	34.90316765	81.32795252	34.71872809	81.27583817	34.71872809	81.27583817	34.90316765	81.32795252
Burst:	10	34.73737041	81.28109749	34.55291434	81.22913945	34.55291434	81.22913945	34.73737041	81.28109749

Max_Lat: 36.22763979

Min_Lat: 34.55291434

Max_Lon: 36.22763979

Min_Lon: 81.22913945

user time (s): 0.000

system time (s): 0.000

elapsed time (s): 0.010

ALTERNATÍVA AZ 5. ÉS 6. LÉPÉSRE

1. `SLC_burst_corners` szkript futtatása a masterre
2. WKT multipolygon állomány készítése (vagy PyQGIS)
3. Betöltés QGIS-be a vizsgálandó területtel együtt
4. Megfelelő burstök kiválasztása a masteren
5. `SLC_BURST_tab` szkript futtatása a slave SLC-kre

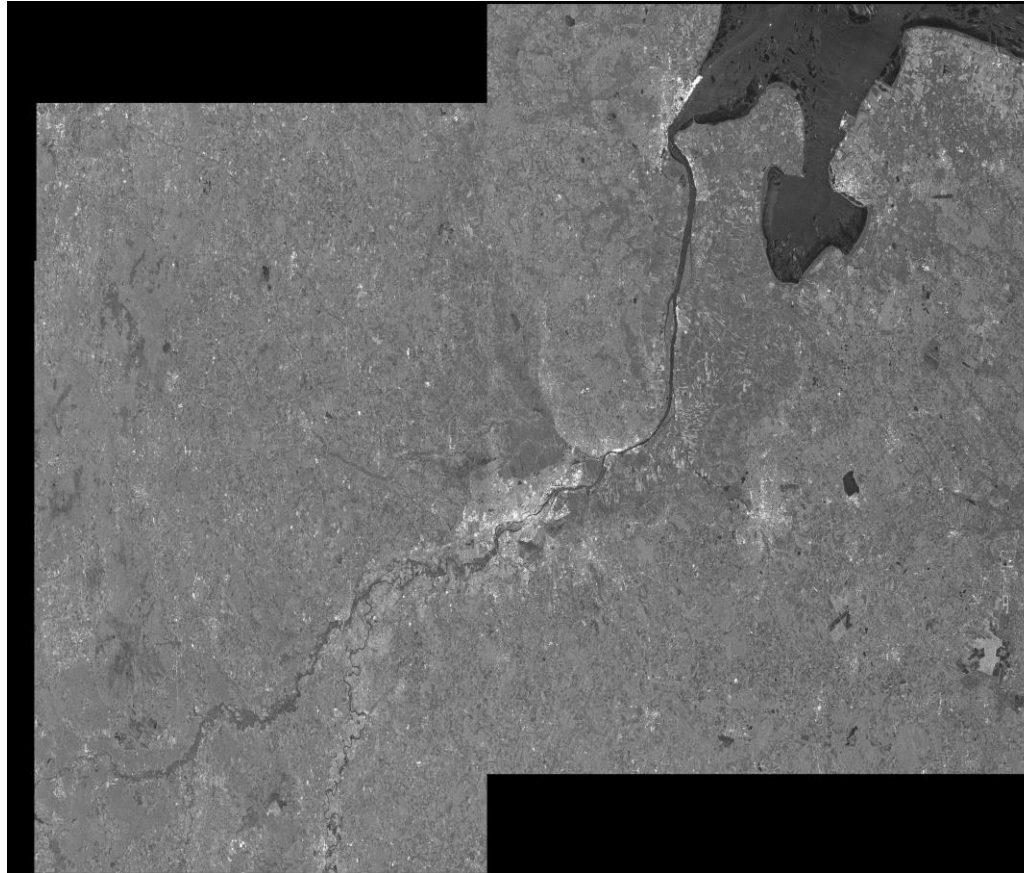
Eredmény: összetartozó burstök minden SLC-ből, amelyek lefedik a vizsgálandó területet.

FELDOLGOZÁS

	20141027_burstSLC.IW1	slc	1.3 GiB
	20141027_burstSLC.IW1.slc	bmp	2.2 MiB
	20141027_burstSLC.IW1.slc	par	7.4 KiB
	20141027_burstSLC.IW1.slc	TOPS_par	5.6 KiB
	20141027_burstSLC.IW2	slc	1.6 GiB
	20141027_burstSLC.IW2.slc	bmp	2.6 MiB
	20141027_burstSLC.IW2.slc	par	7.4 KiB
	20141027_burstSLC.IW2.slc	TOPS_par	5.6 KiB
	20141027_burstSLC	SLC_tab	182 B

7. SLC mozaik létrehozása a masterből és multilooking.

SLC MOZAIK + MULTILOOKING



FELDOLGOZÁS

8. Master geokódolás

Szükséges hozzá DEM állomány (jellemzően SRTM)

- 8.1. LUT készítése a DEM és a SAR geometria alapján
- 8.2. Normalizáció (áthajlások, előrövidülések, árnyékok) + szim. SLC
- 8.3. Range és azimut irányú eltolások becslése intenzitás keresztkorrelációval
- 8.4. Regressziós polinom illesztése az eltolásmezőre LKN-módszerrel
- 8.5. Az eredményekkel a kezdeti LUT finomítása
- 8.6. „Inverz” geokódolás: SAR koord. → geod. koord.
- 8.7. A DEM transzformálása SAR kr.-be

FELDOLGOZÁS

9. Koregisztráció (slave hozzárendelése a masterhez)

Fázisugrások elkerülése a burstök mentén $\rightarrow$ nagyon pontos hozzárendelés (~ 1 ezred pixel azimut irányban)

9.1. LUT levezetése a DEM és a pályaadatok alapján (master és slave között)

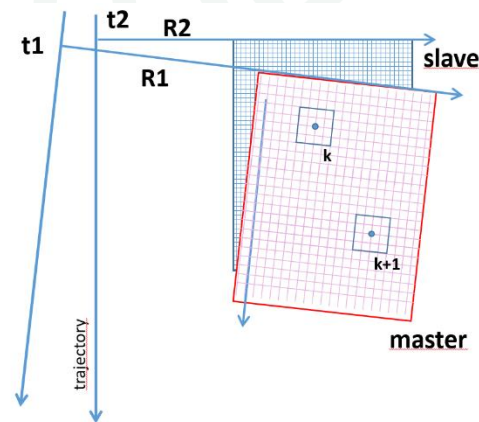
9.2. A slave SLC újramintavételezése a master geometriában

9.3. Eltolásmező meghatározása keresztkorrelációval

9.4. Regressziós polinom illesztése az eltolásmezőre

9.5. Iteráció amíg az azimut irányú eltolás $> \sim 0.02$ px

9.6. Spectral diversity módszer



SPECTRAL DIVERSITY MÓDSZER

- Burstök közötti átfedő terület → interferogram kettős különbségekből
- Kiindulás: kicsiny azimut eltérés → konstans eltérés a fázisban, a fázisbeli eltérés lineáris kapcsolatban van az azimut hibával
- Fázisbeli eltérés meghatározása majd konvertálása azimutirányú eltolássá
- „Legjobb globális” eltérés (javítás) meghatározása (magas koherencia)
- Kibontott fázis figyelembevétele

