



MONITORING POKRYCIA TERENU NA ZDJĘCIACH SATELITARNYCH SENTINEL-2

Stanisław Lewiński

Zakład Obserwacji Ziemi, CBK PAN
stlewinski@cbk.waw.pl



1990

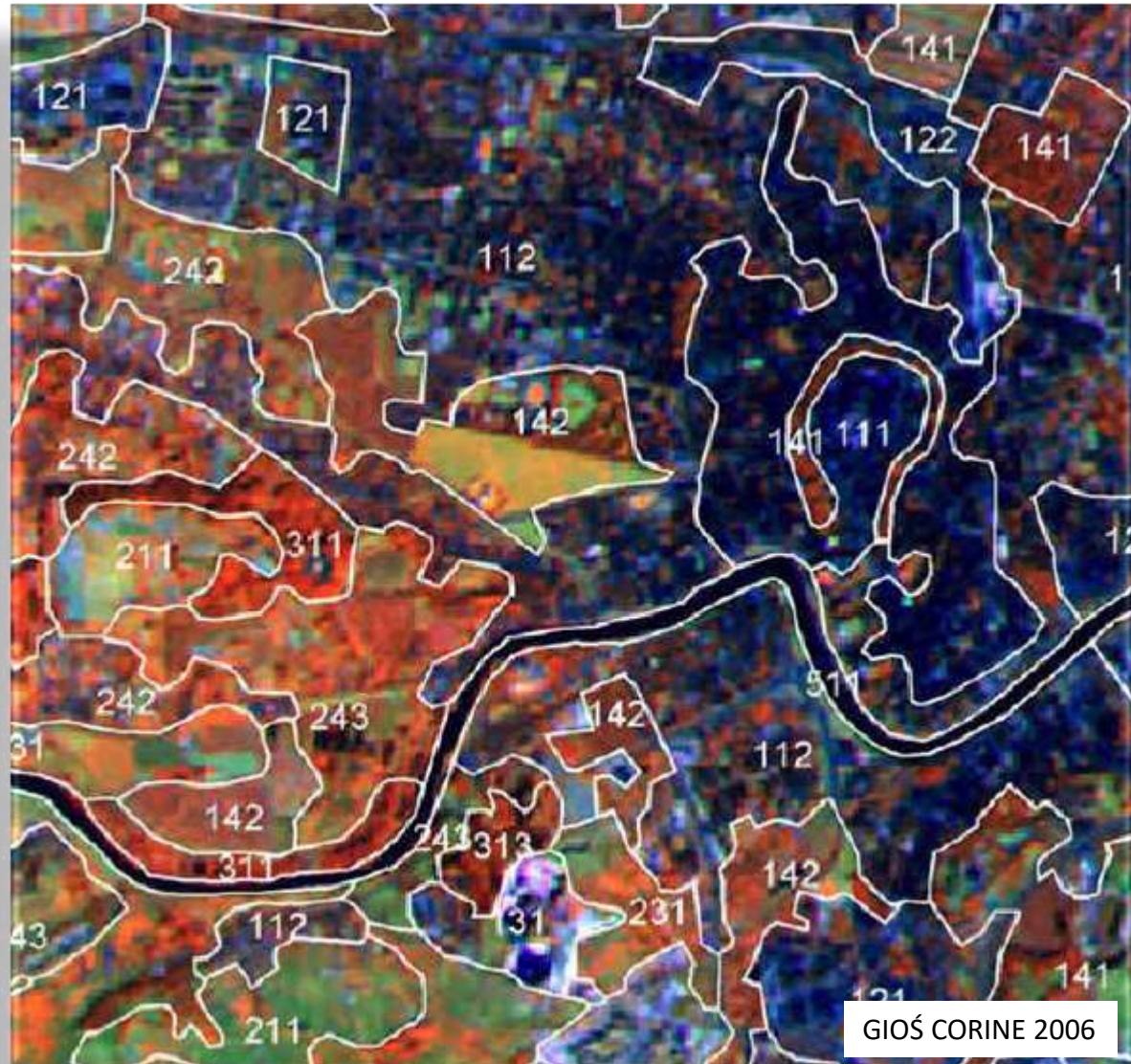
2000

2006

2012

2018

interpretacja wizualna,
44 klasy (w PL 31 klas),
MMU=25 ha



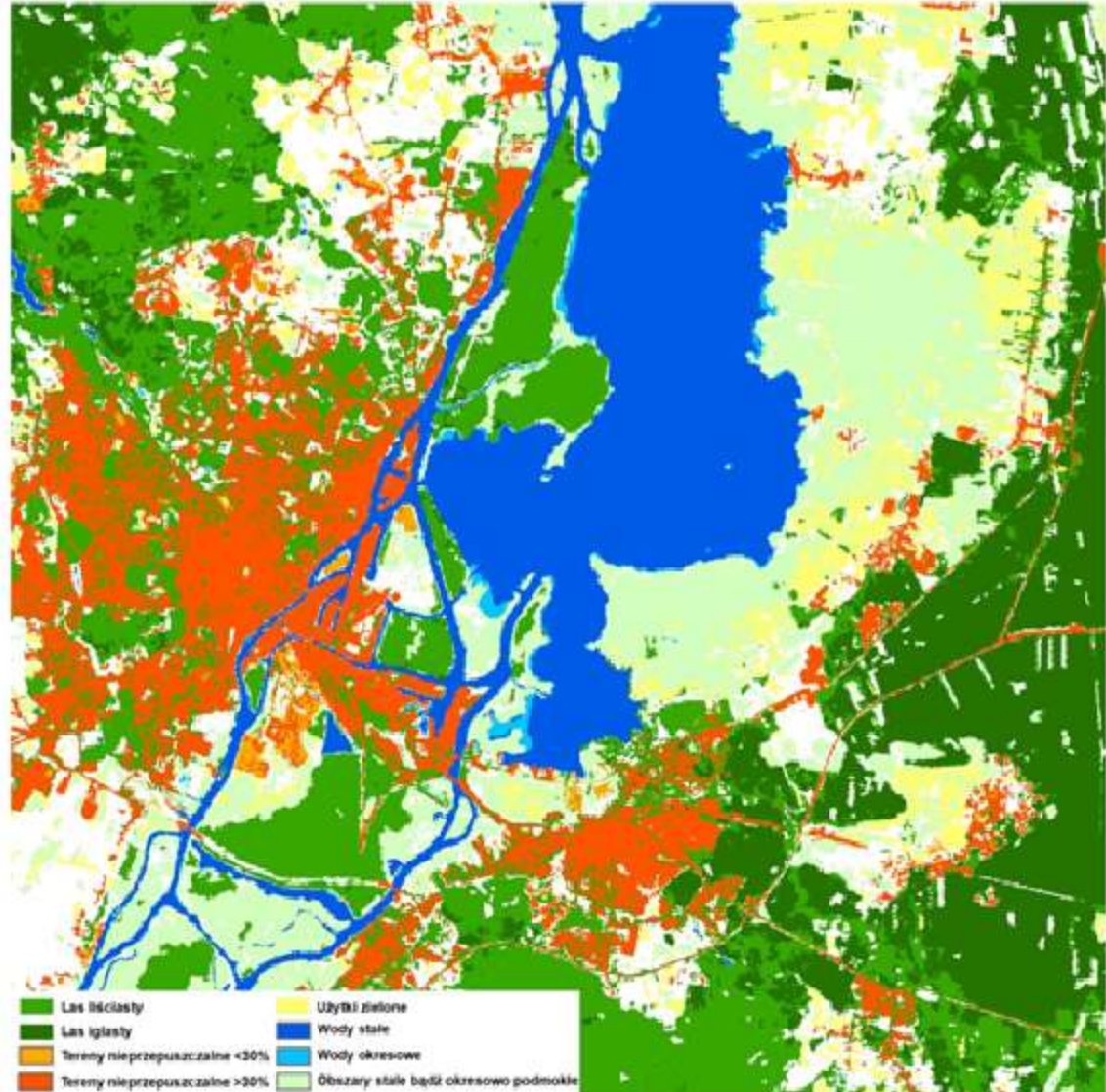
High Resolution Layers

2012

2015

- tereny nieprzepuszczalne
- tereny zadrzewione
(zwarcie i typy lasów)
- trwałe użytki zielone
- obszary podmokłe
- zbiorniki wodne

Metody klasyfikacyjne
MMU 20x20m



<http://clc.gios.gov.pl/index.php/hrl/o-hrl>

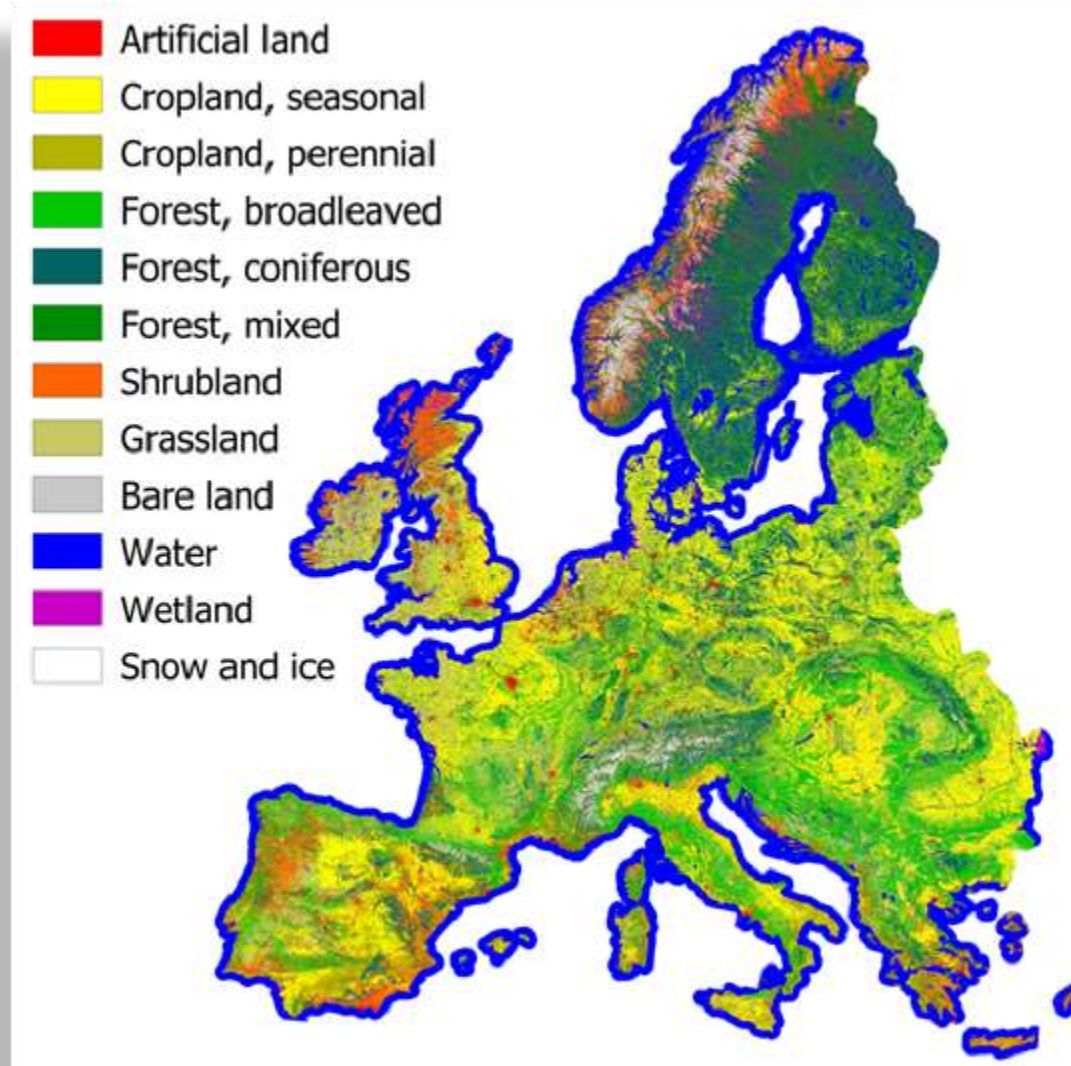
Pan-European land cover

2015

Landsat 8 (2014-2016)

Klasyfikacja automatyczna
na podstawie bazy LUCAS

12 klas, OA 75,1 %



Pflugmacher, D et al. (2019): Mapping pan-European land cover using Landsat spectral-temporal metrics and the European LUCAS survey. Remote Sensing of Environment, 221, 583-595, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.12.001>

S2GLC 2017

Sentinel-2, 2017

Automatyczna klasyfikacja
z wykorzystaniem

CORINE LC

HRL

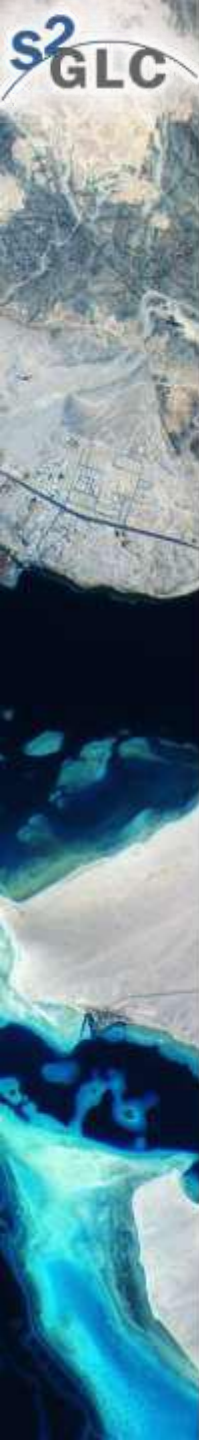
13 klas, OA 86.1 %

10 klas, OA 89.0 %

s2glc.cbk.waw.pl

<https://finder.creodias.eu/>





S2GLC – Sentinel-2 Global Land Cover

Scientific Exploitation of Operational Missions (SEOM)

S2-4Sci Land and Water, Study 3: Classification

Phase I: 2016 – 2018

Phase II: extension 2018/2019



CBK PAN



IABG (Industrieanlagen Betriebsgesellschaft mbH)



EOXPLORE



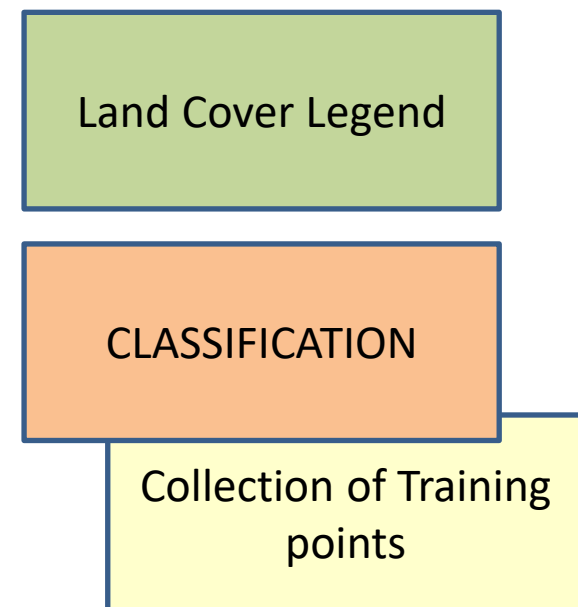
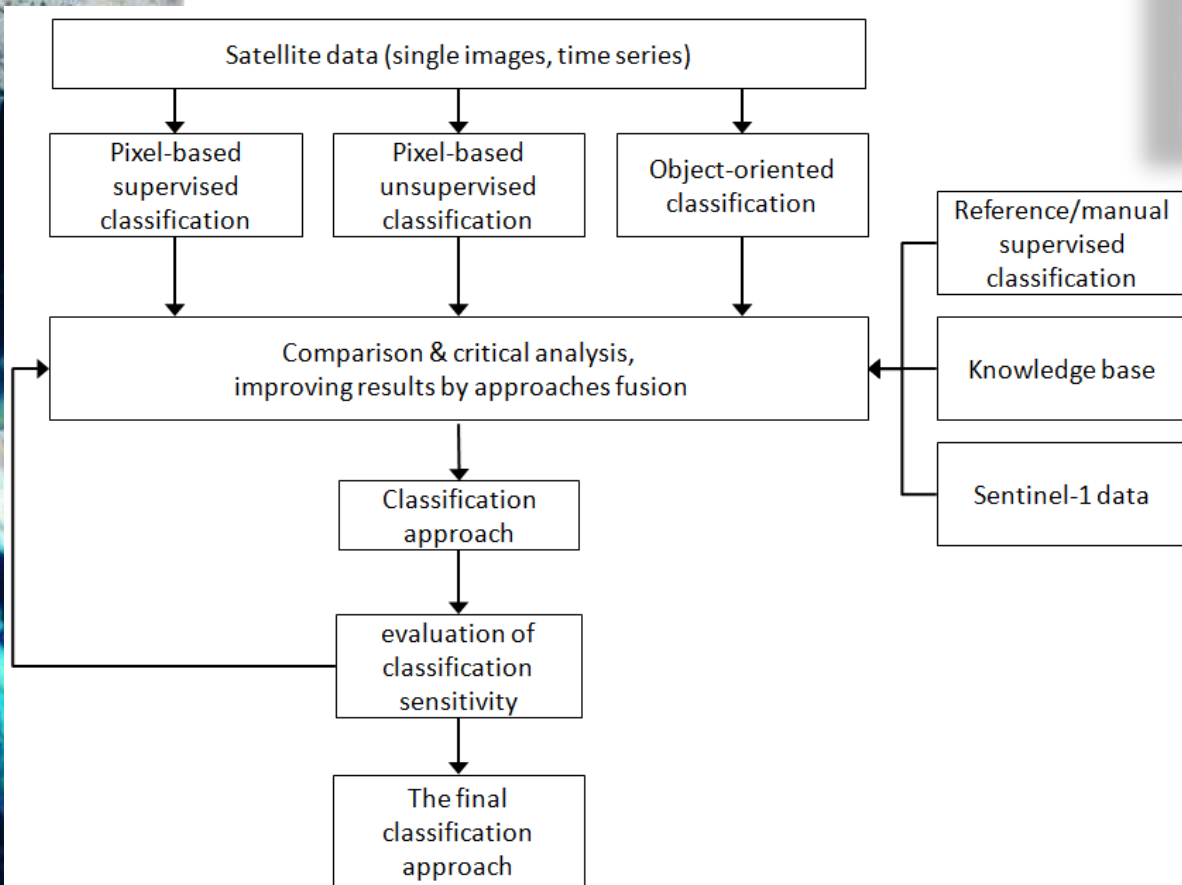
University of Jena

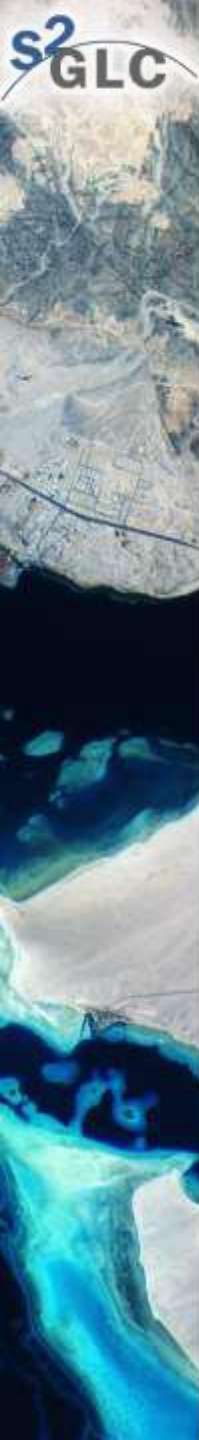
*Stanisław Lewiński, Artur Nowakowski, Marcin Rybicki, Radek Malinowski,
Ewa Kukawska, Michał Krupiński, Adam Włodarkiewicz, Ewa Bilska,
Cezary Wojtkowski, Małgorzata Jenerowicz, Marcin Krupiński,
Elke Krätzschar, Sylvia Günther, Denise Dejon, Eric Krüger, Conrad Bielski*



Wstępne założenia klasyfikacji :

- wykorzystanie danych wieloczasowych,
- uzyskanie rozdzielczości - 10x10m,
- wysoki stopień automatyzacji,
- możliwość zastosowania w skali globalnej.





LEGENDA KLASYFIKACJI

Legenda została zdefiniowana na podstawie istniejących globalnych baz danych LC oraz przeprowadzonych testów klasyfikacyjnych,

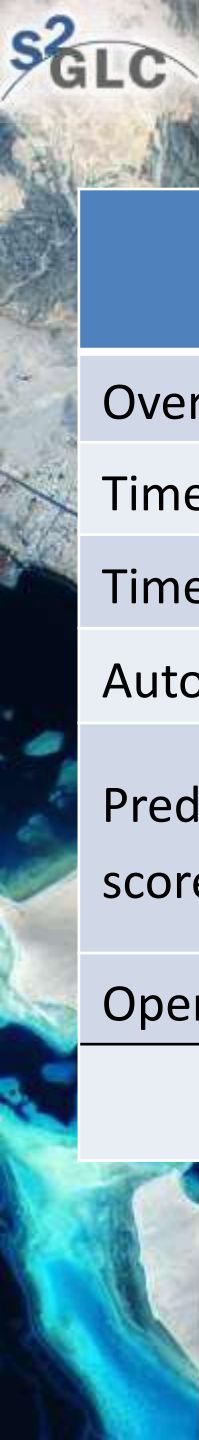
struktura hierarchiczna, trzy poziomy:

poziom 1: 7 klas LC

poziom 2: 9 klas LC

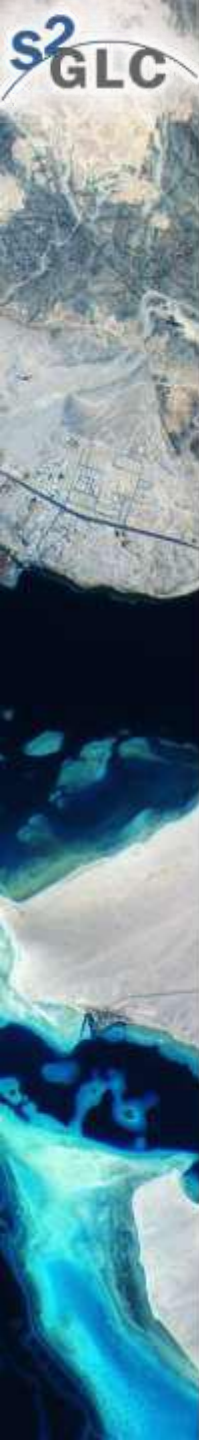
poziom 3: 15 klas LC

S2GLC Legend		
Level 1	Level 2	Level 3
1. Non-Vegetated surfaces	1. 1. Artificial surfaces and constructions	1. 1. 1. Artificial surfaces and constructions
	1. 2. Natural material surfaces	1. 2. 1. Consolidated areas
		1. 2. 2. Un-Consolidated areas
2. Vegetated surfaces	2. 1. Woody vegetation	2. 1. 1. Evergreen broadleaf tree cover
		2. 1. 2. Evergreen coniferous tree cover
		2. 1. 3. Deciduous broadleaf tree cover
		2. 1. 4. Deciduous coniferous tree cover
		2. 1. 6. Bush, shrub
	2. 2. Low vegetation	2. 2. 1. Grass, herbaceous vegetation
		2. 2. 3. Burnt areas
3. Cultivated and managed areas	3. 1. Cultivated and managed areas	3. 1. 1. Cultivated and managed areas
4. Inundated vegetation	4. 1. Inundated vegetation	4. 1. 1. Inundated vegetation
5. Water bodies	5. 1. Water bodies	5. 1. 1. Water bodies
6. Permanent snow covered surfaces	6. 1. Permanent snow covered surfaces	6. 1. 1. Permanent snow covered surfaces
7. Unclassified surfaces	7. 1. Surfaces permanently covered by clouds	7. 1. 1. Surfaces permanently covered by clouds



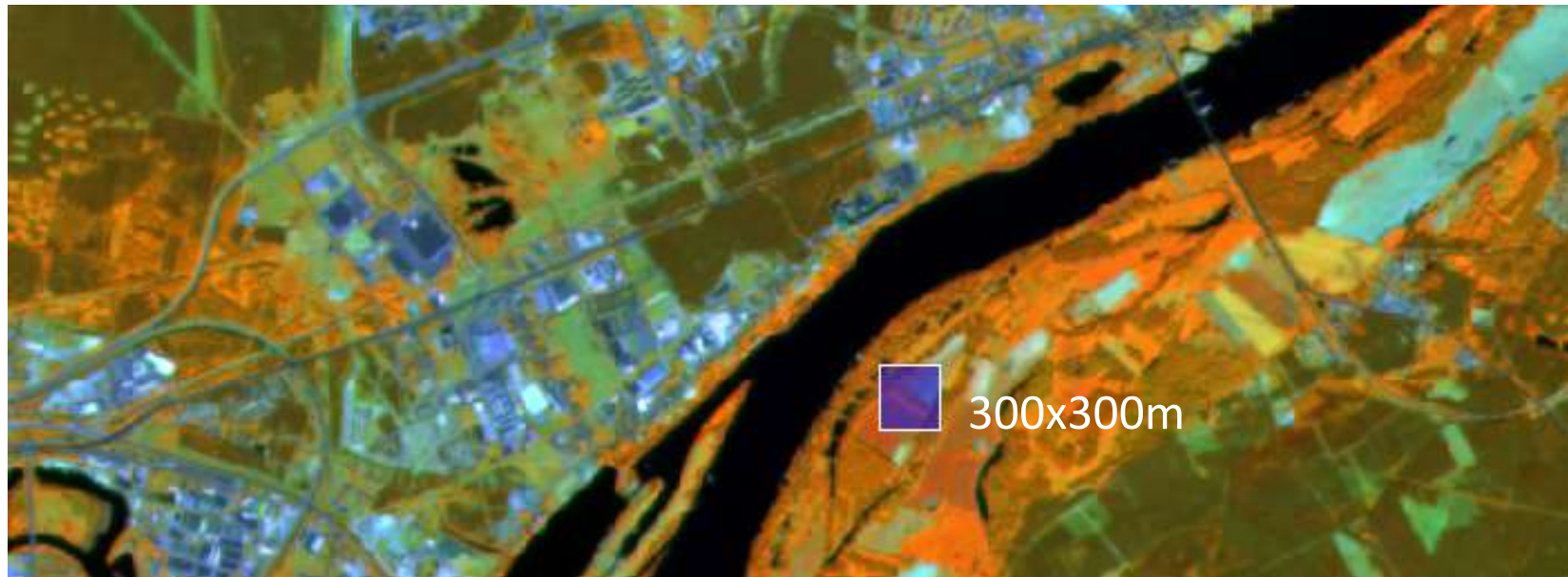
		Random Forest	Boosting	Support Vector Machine
Overall Accuracy *		★★★	★	★★
Time of learning *		★★★	★★	★
Time of classifying *		★★	★	★★★
Auto selection features		★★	★★	
Prediction score (PS)	access to PS	★	★	★
	comparability of PS	★★	★★	★
Open source method		★	★	★
Summary		14 ★	10 ★	9 ★

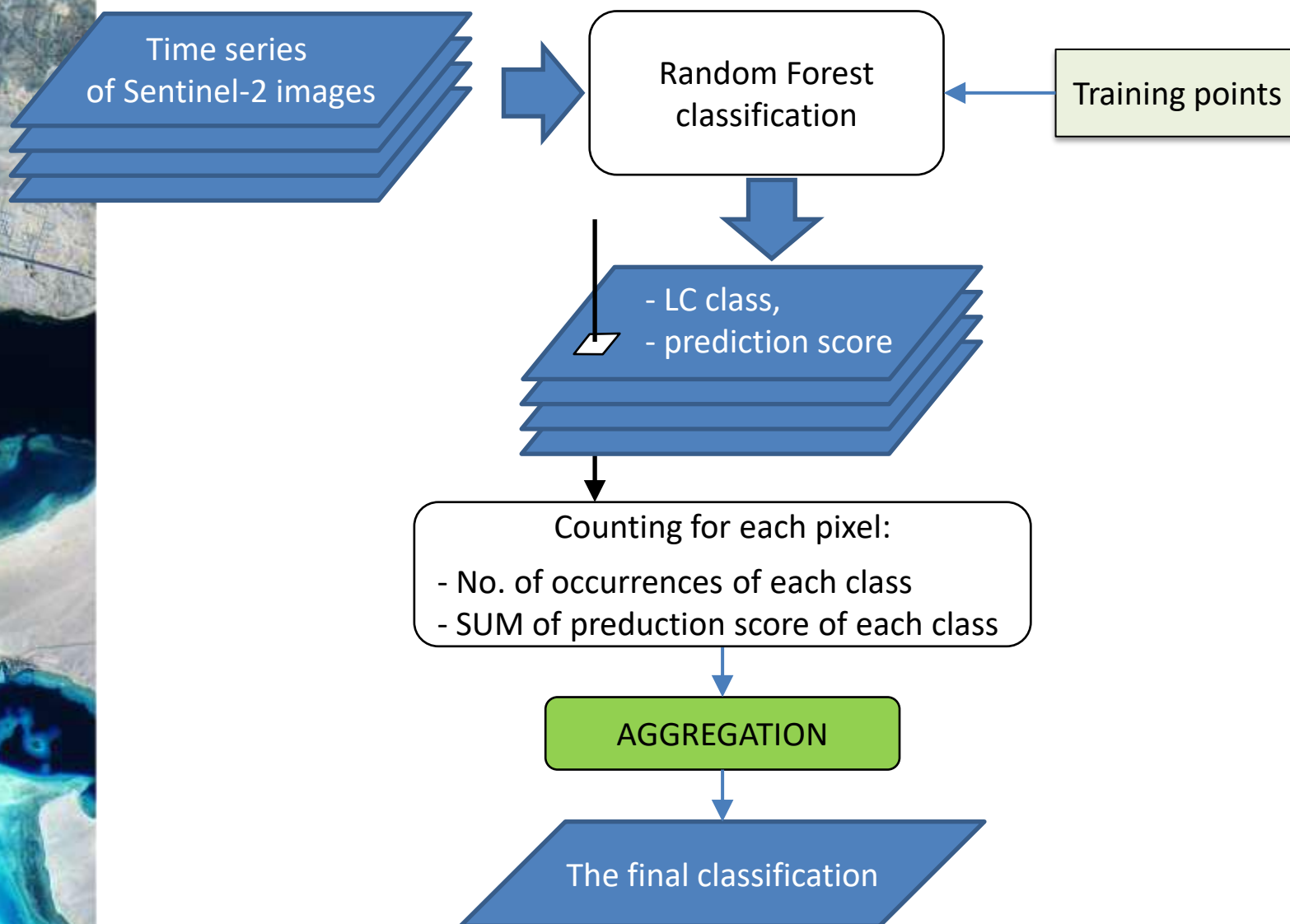
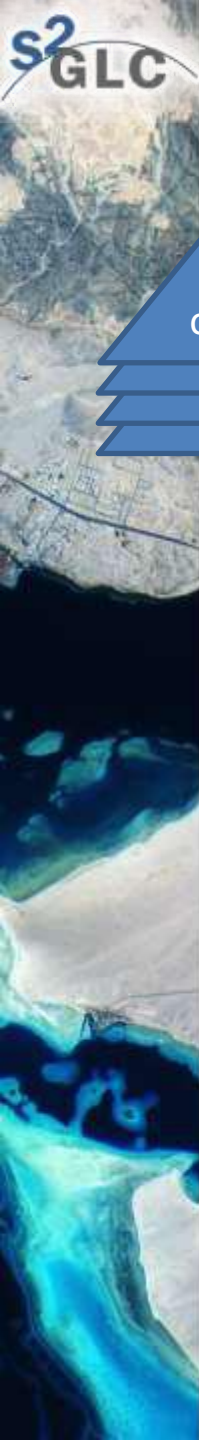
* klasyfikacja wszystkich kanałów Sentinel-2

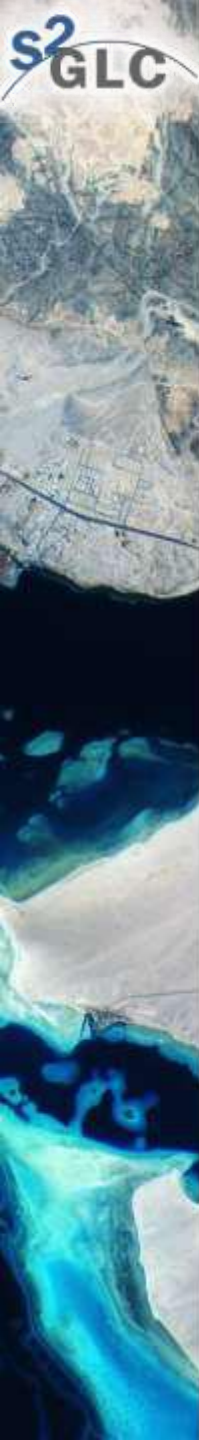


Wykorzystanie istniejących globalnych baz danych LC o niskiej rozdzielczości przestrzennej

LR database	produced by	Satellite data
CCI LC	ESA Climate Change Initiative	MODIS 300m
GlobCover	ESA	MERIS 300m
GLCNMO	Japan National Mapping Organization	MODIS 500m
MCD12Q1 (MCD)	University of Maryland /NASA	MODIS 500m







Time series 1, .., 7	Classification result	prediction score
Classification 1	Class 1	0.4
Classification 2	Class 2	0.6
Classification 3	Class 1	0.7
Classification 4	Class 3	0.4
Classification 5	Clouds	-
Classification 6	Class 3	0.7
Classification 7	Class 1	0.6



agregacja wyników klasyfikacji dla pojedynczego piksela

Aggregation

DivByAll

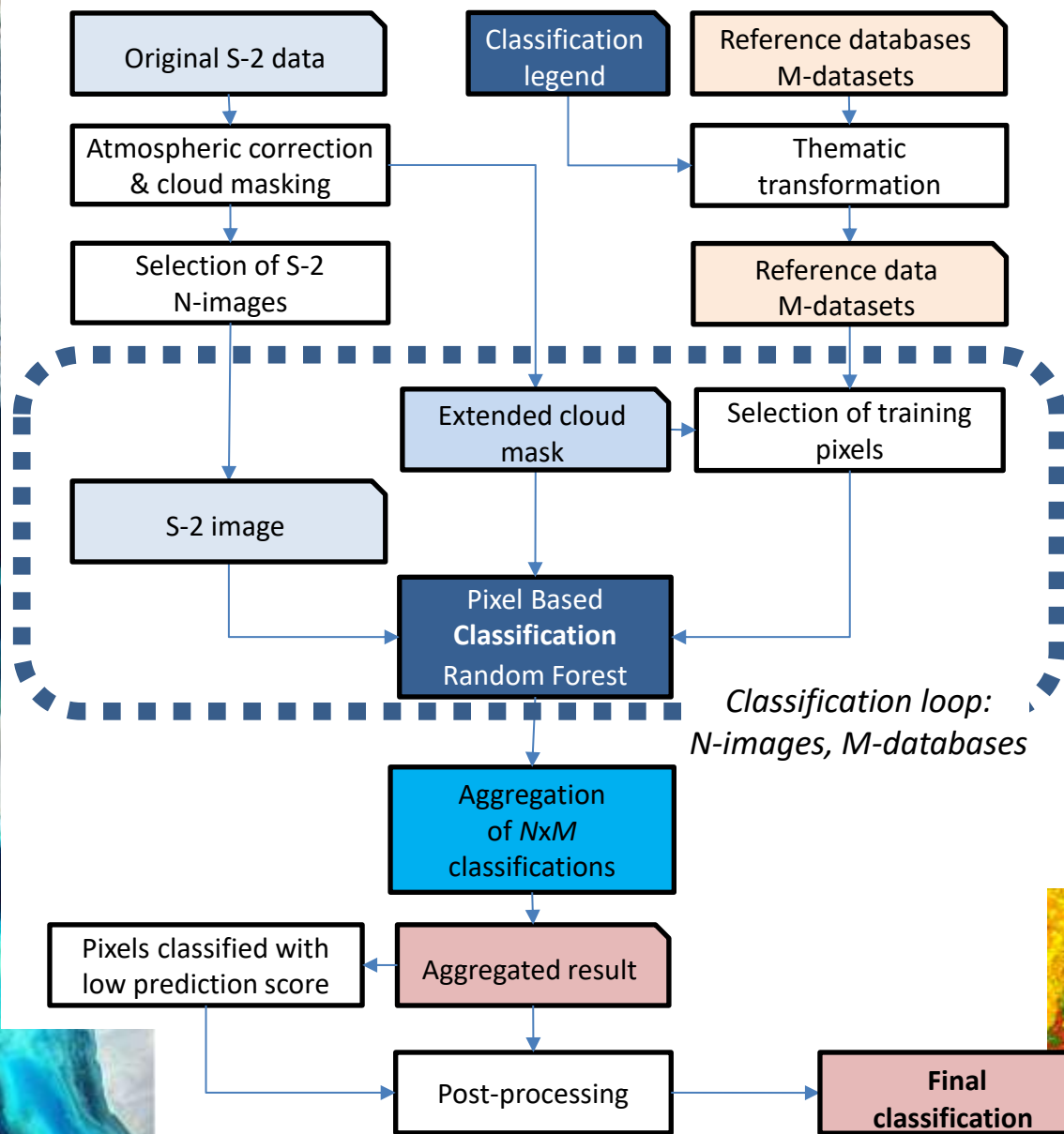
$$c1=(0.4+0.7+0.6)/6=0.28$$

$$c2= 0,6/6=0.10$$

$$c3=(0.4+0.8)/6=0.18$$

wynik agregacji

Class 1



Classification

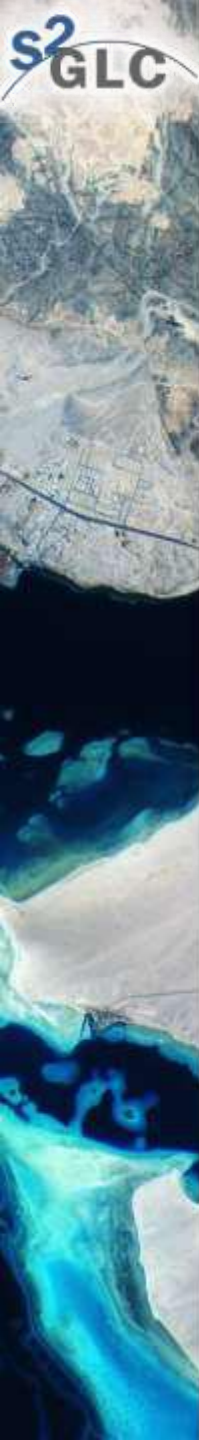
- pixel-based classification
- Random Forest algorithm
- Aggregation of single classifications

Training

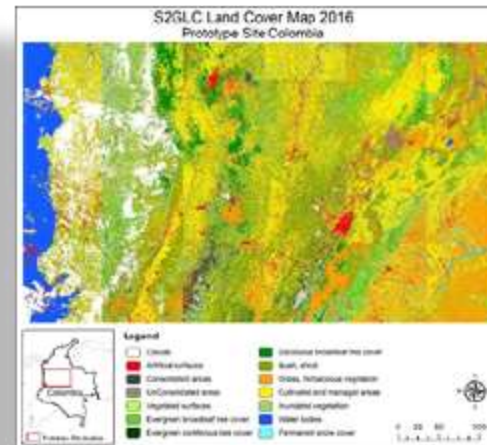
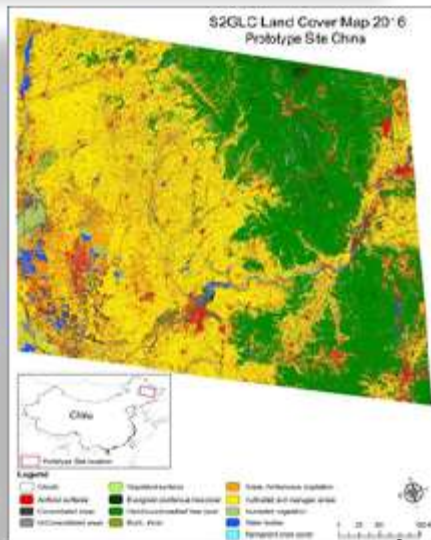
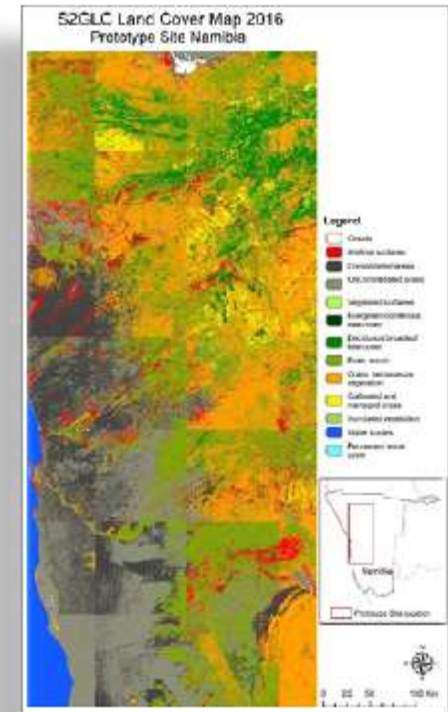
- existing LR databases
- random selection of points, separately for each classification

Automation

- almost complete
- software prepared by CBK PAN



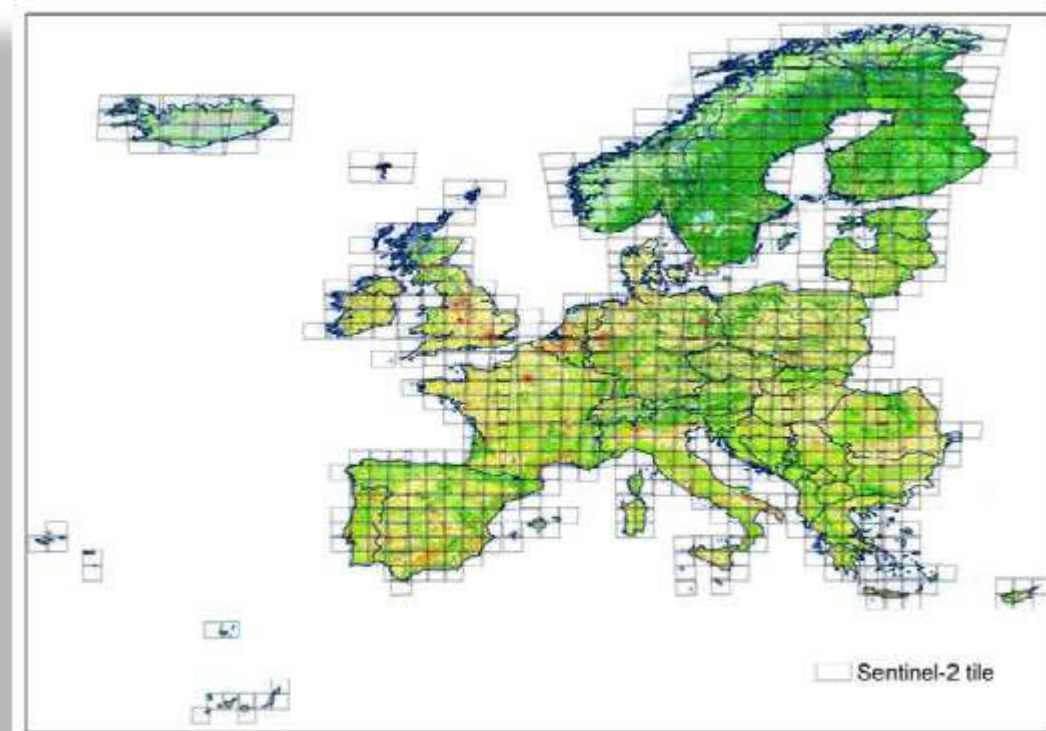
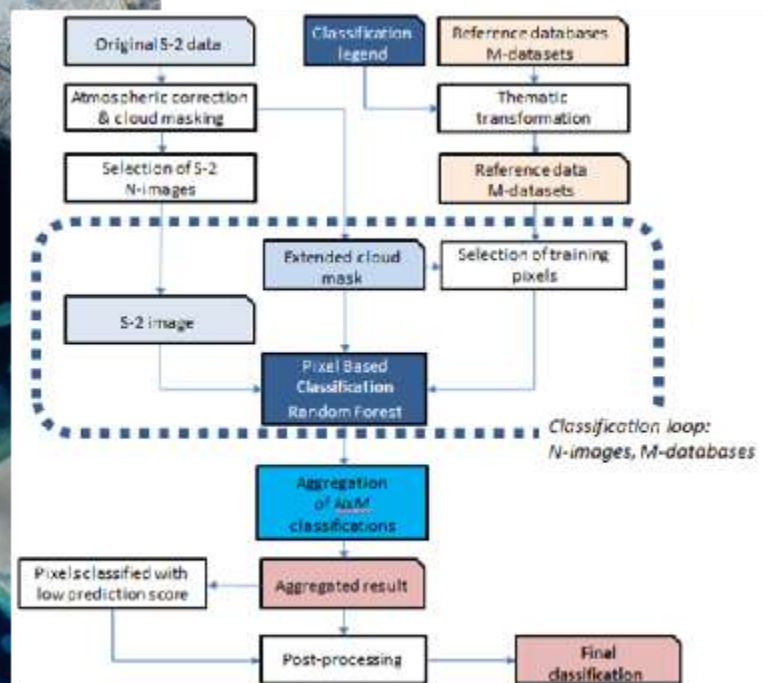
WYNIKI pierwszej części projektu

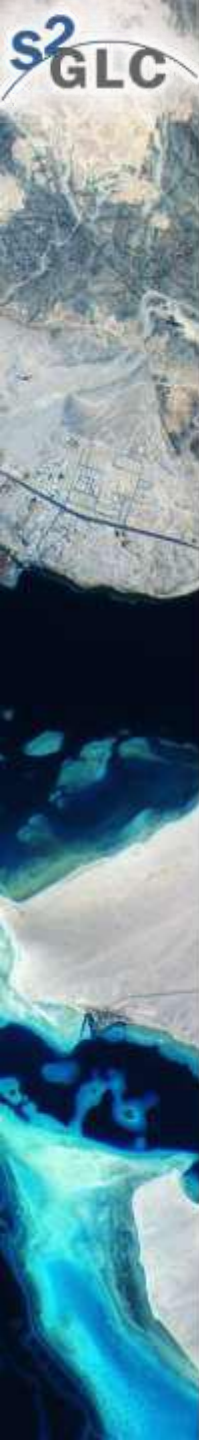




KLASYFIKACJA EUROPY

- Zastosowanie podejścia S2GLC w klasyfikacji Europy
- Wykonanie klasyfikacji w środowisku CREODIAS stosując oprogramowanie opracowane w CBK PAN

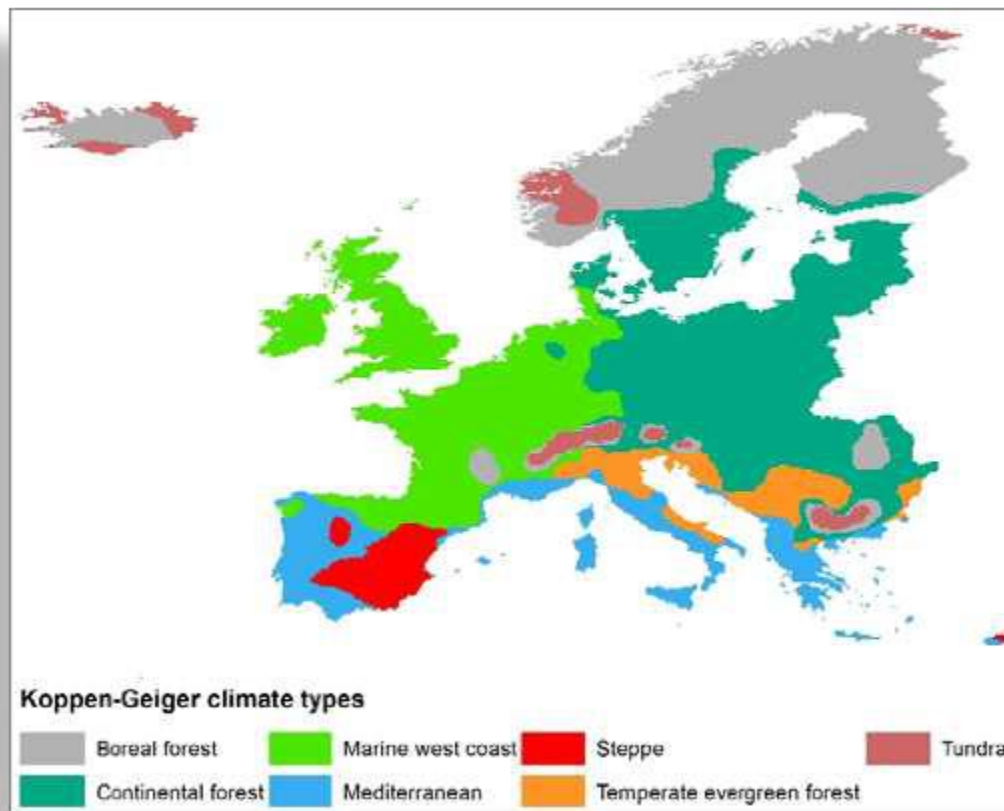




KLASYFIKACJA EUROPY

Dane referencyjne: CORINE LC i HR Layers

Dostosowanie metody do danych i warunków europejskich
(strefy klimatyczne)

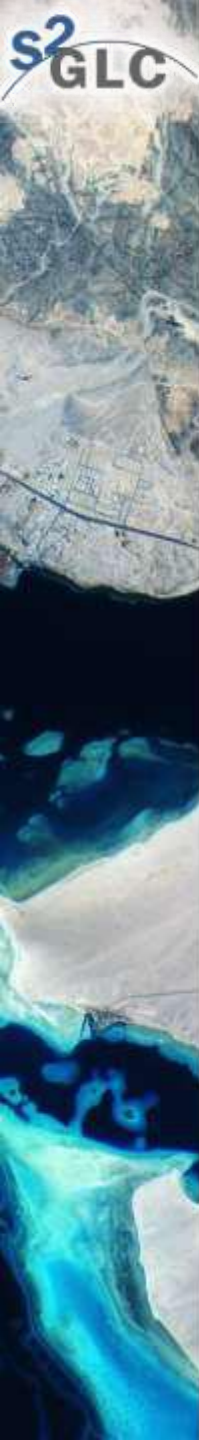


Dostosowanie oprogramowania do środowiska obliczeniowego CREODIAS

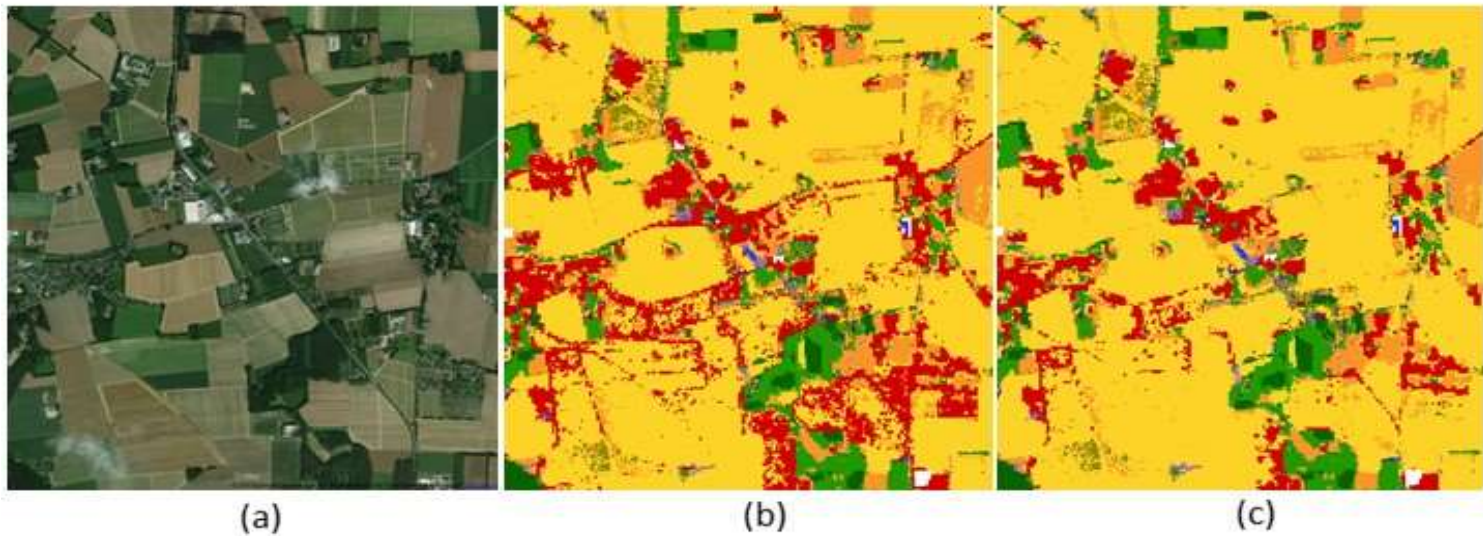
Zdefiniowana na podstawie CORINE LC i HR Layers

14 LC classes

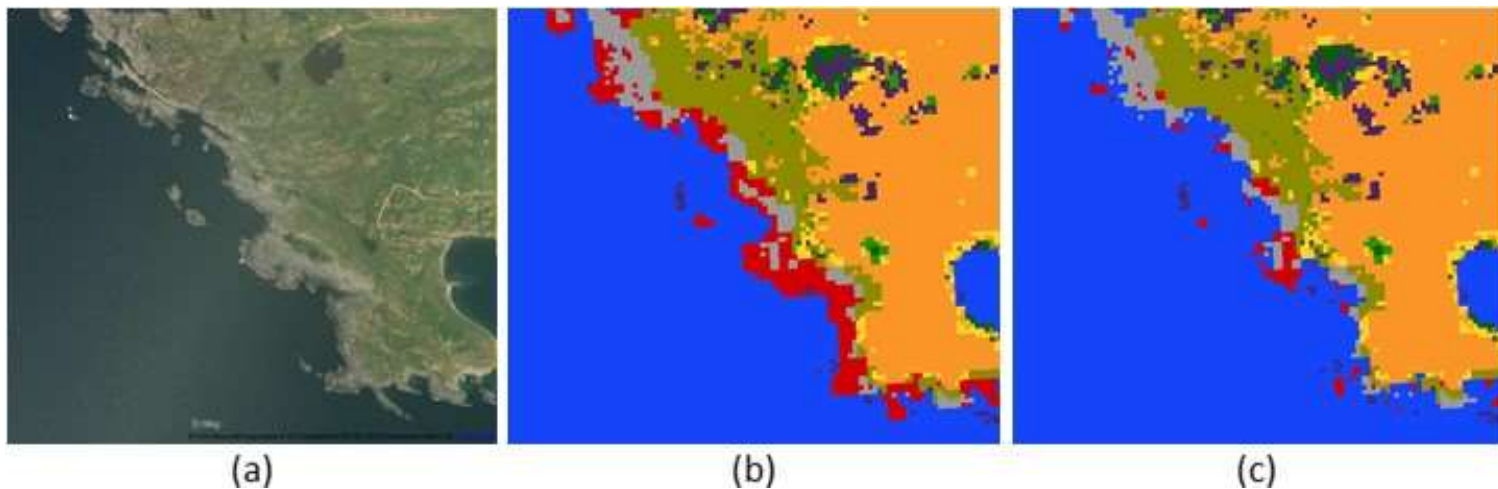
Legend S2GLC Extension		
Level 1	Level 2	Level 3
1. Non-Vegetated surfaces	1.1. Artificial surfaces and constructions	1.1.1. Artificial surfaces and constructions
	1.2. Natural material surfaces	1.2.1. Natural material surfaces
2. Vegetated surfaces	2.1. Tree cover	2.1.1. Broadleaf tree cover
		2.1.2. Coniferous tree cover
	2.2. Low vegetation	2.2.1. Herbaceous vegetation
		2.2.2. Moors and Heathland
		2.2.3. Sclerophyllous vegetation
3. Cultivated and managed areas	3.1. Cultivated and managed areas	3.1.1. Cultivated areas
		3.1.2. Vineyards
4. Wetlands	4.1. Wetlands	4.1.1. Marshes
		4.1.2. Peatbogs
5. Water bodies	5.1. Water bodies	5.1.1. Water bodies
6. Permanent snow covered surfaces	6.1. Permanent snow covered surfaces	6.1.1. Permanent snow covered surfaces
7. Unclassified surfaces	7.1. Surfaces permanently covered by clouds	7.1.1. Surfaces permanently covered by clouds

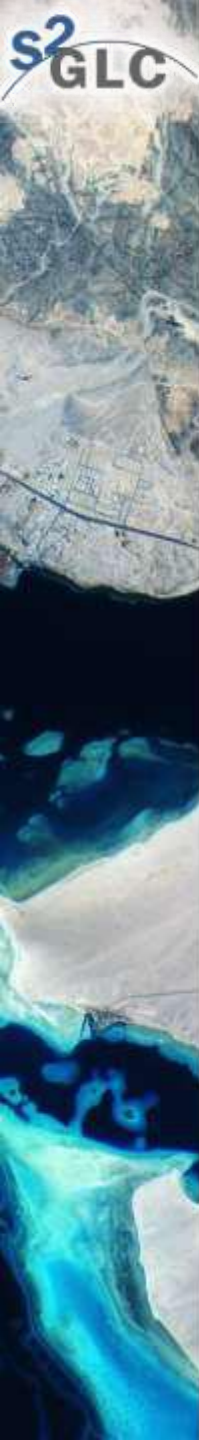


Re-klasyfikacja pikseli rozpoznanych jako zabudowa

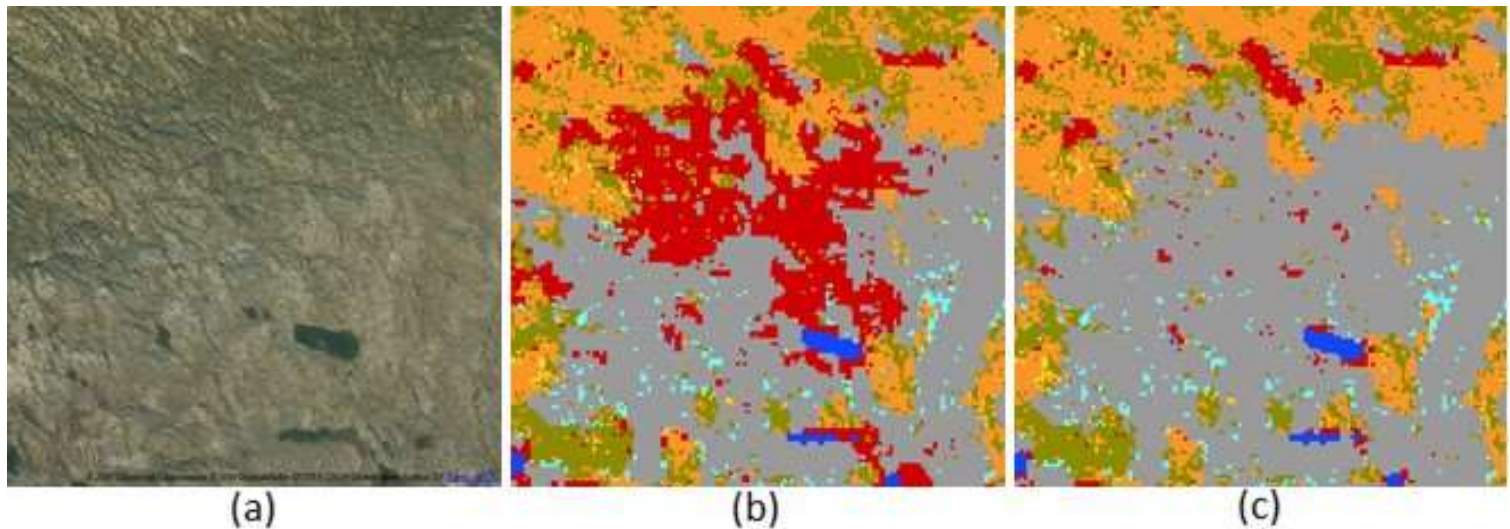


Re-klasyfikacja pikseli zabudowy na granicy z wodą

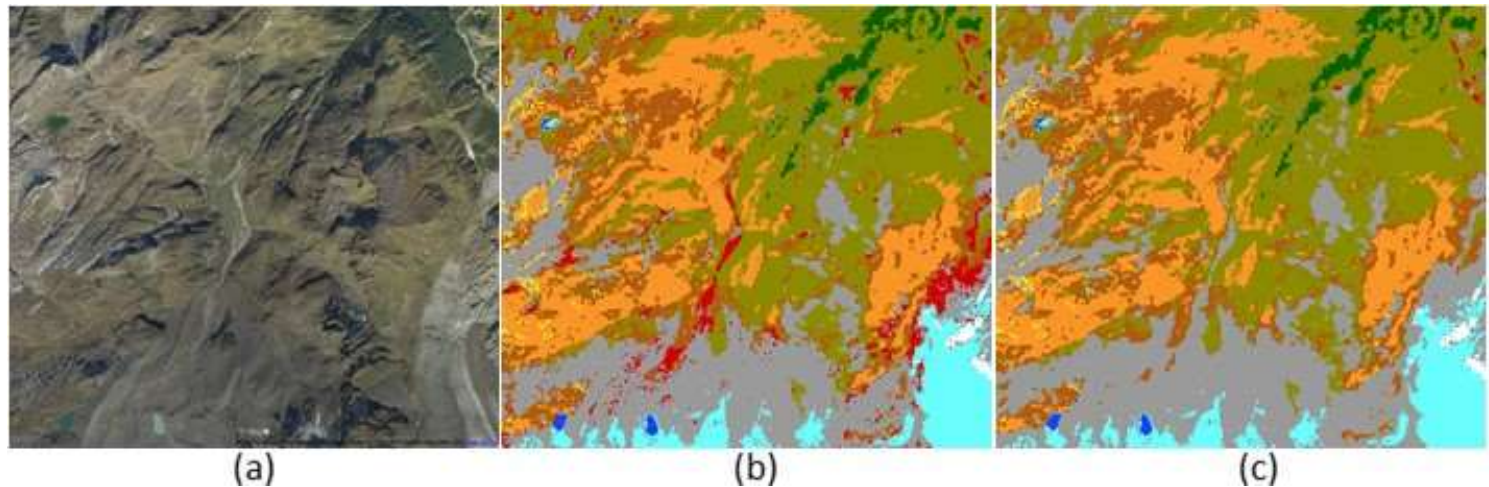


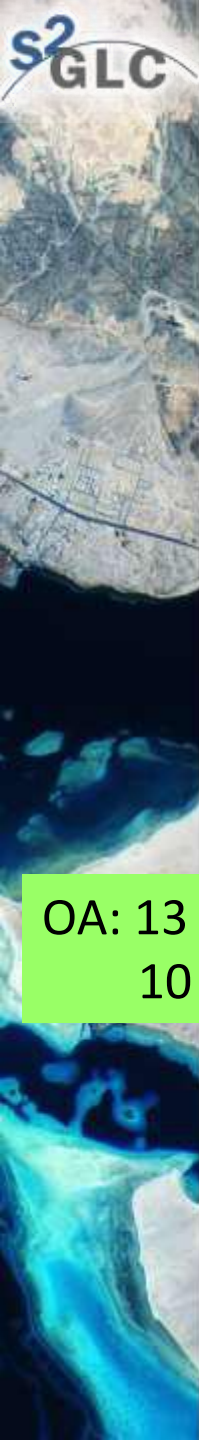


Re-klasyfikacja terenów bez roślinności sklasyfikowanych jako zabudowa



Re-klasyfikacja zabudowy na terenach górskich





- 815 scen Sentinel-2
- Klasyfikacja ok. 15 000 zdjęć
- **Klasyfikacja automatyczna bez udziału interpretacji wizualnej**

Ocena klasyfikacji - 52 000 punktów rozrzuconych losowo na 55 scenach



OA: 13 klas: **86.1%**
10 klas: **89.0%**

Klasy połączone:

1. Vineyards + Cultivated and managed areas
2. Moors and Heathland + Herbaceous vegetation
3. Marshes + Peatbogs





Stanisław Lewiński

[illegible]