

# PROGNOZOWANIE PLONÓW UPRAW W POLSCE NA PODSTAWIE ZOBRAZOWAŃ SATELITARNYCH SENTINEL-2 I PROBA-V

Katarzyna Dąbrowska-Zielińska<sup>1</sup>, Maciej Bartold<sup>2</sup>, Radosław Gurdak<sup>2</sup>, Fabrizio Niro<sup>3</sup>,  
Martyna Gatkowska<sup>2</sup>, Wojciech Kiriła<sup>1</sup>, Zbigniew Bochenek<sup>1</sup>, Alicja Malińska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Geodezji i Kartografii, Centrum Teledetekcji, Warszawa

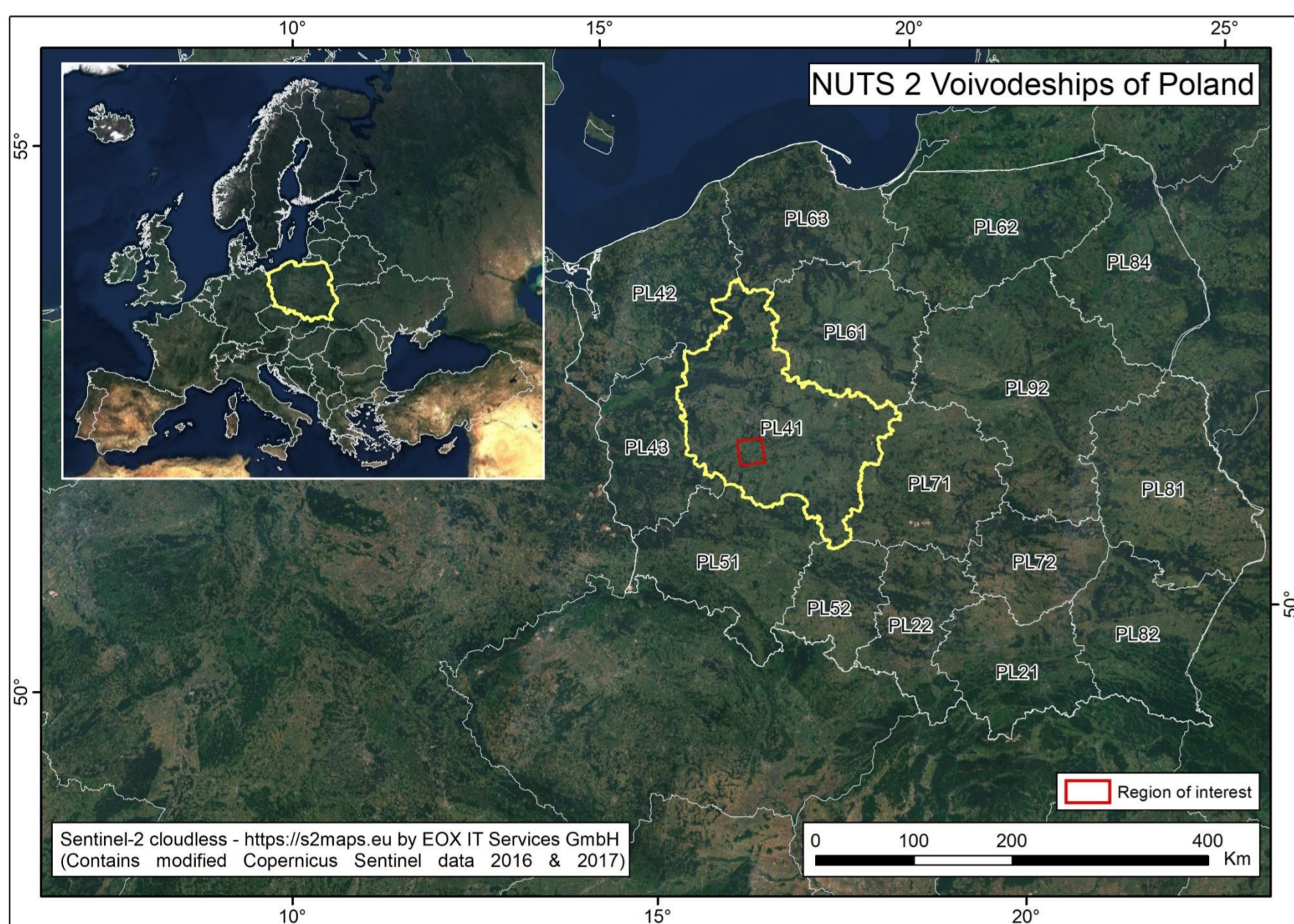
<sup>2</sup> Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa

<sup>3</sup> European Space Agency, Centre for Earth Observation ESRIN, Frascati, Rome.

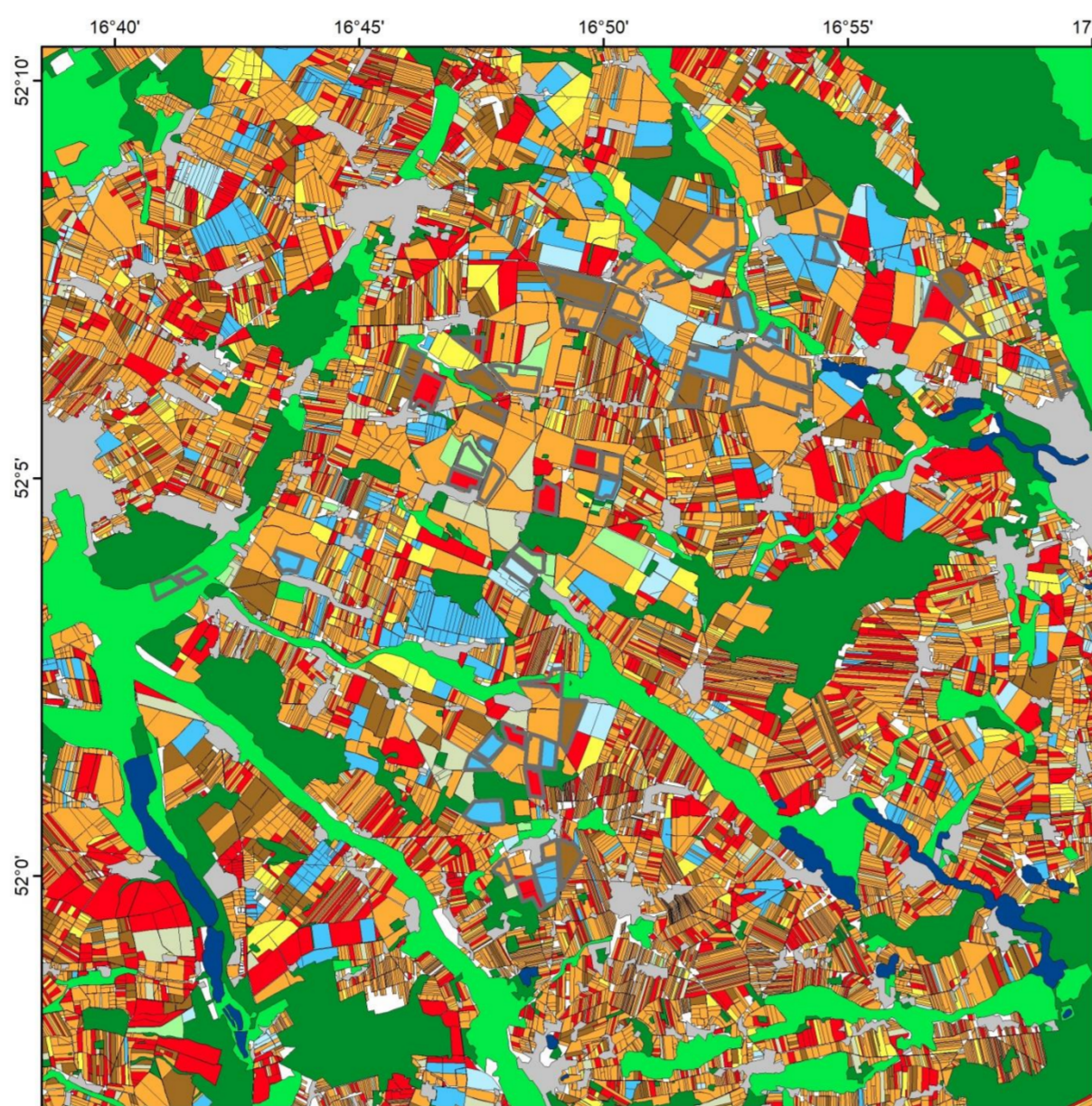
## CEL PROJEKTU

Celem projektu jest ocena przydatności parametrów biofizycznych roślin, obliczonych z zakresów odbitego promieniowania elektromagnetycznego, rejestrowanego przez satelity nowej generacji Sentinel-2 i Proba-V do prognozowania plonów upraw w Polsce. W latach 2016-2018 wykonano pomiary naziemne na polach uprawnych w województwie Wielkopolskim, na obszarze włączonym do globalnej sieci monitorowania upraw **GEO Joint Experiment of Crop Assessment and Monitoring JECAM**. Wykonano klasyfikację upraw z wykorzystaniem zdjęć optycznych i radarowych Sentinel-1 oraz RadarSat-2. Do symulacji wzrostu uprawy pszenicy ozimej, prognozy wielkości jej biomasy wykorzystano **PROTOTYPOWY model Biomasy i Ewapotranspiracji PROBE**. Uzyskano wysoką **dokładność 94% wielkości biomasy** modelowanej z rzeczywistością.

Obszar badań JECAM



Na podstawie zdjęć Sentinel-2, zarejestrowanych w dniach: 2018-04-06, 2018-05-26, 2018-06-20.



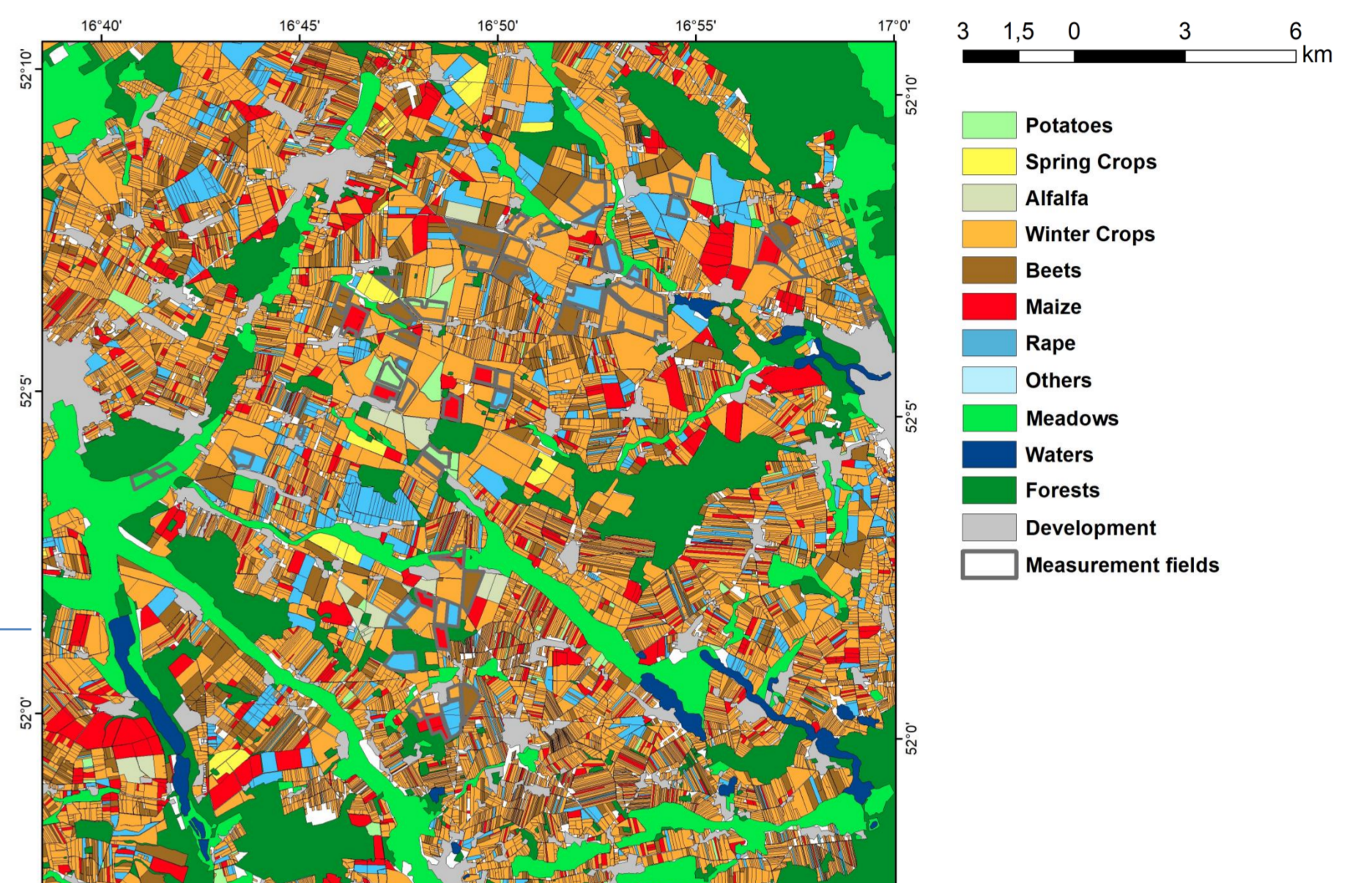
Klasyfikacja upraw w 2018

| Crops        | Producer Accuracy | User Accuracy | Overall Accuracy | Kappa Coefficient |
|--------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|
| Rape         | 0.97              | 0.96          | 0,8              | 0,78              |
| Beets        | 0.81              | 0.8           |                  |                   |
| Maize        | 0.83              | 0.83          |                  |                   |
| Alfalfa      | 0.62              | 0.69          |                  |                   |
| Potatoes     | 0.67              | 0.61          |                  |                   |
| Spring Crops | 0.76              | 0.73          |                  |                   |
| Winter Crops | 0.85              | 0.86          |                  |                   |
| Others       | 0.59              | 0.55          |                  |                   |

| Crops        | Producer Accuracy | User Accuracy | Overall Accuracy | Kappa Coefficient |
|--------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|
| Rape         | 0.98              | 0.96          | 0,85             | 0,80              |
| Beets        | 0.84              | 0.82          |                  |                   |
| Maize        | 0.87              | 0.83          |                  |                   |
| Alfalfa      | 0.66              | 0.57          |                  |                   |
| Potatoes     | 0.67              | 0.60          |                  |                   |
| Spring Crops | 0.79              | 0.74          |                  |                   |
| Winter Crops | 0.89              | 0.89          |                  |                   |

Na podstawie zdjęć optycznych Sentinel-2 i radarowych Sentinel-1 VH VV oraz RadarSat-2 HV HH. Sentinel-1 2018-04-05, 2018-05-05, 2018-05-29, 2018-06-21; RadarSat-2 2018-04-13, 2018-05-07, 2018-05-31, 2018-06-24



## POMIARY NAZIEMNE

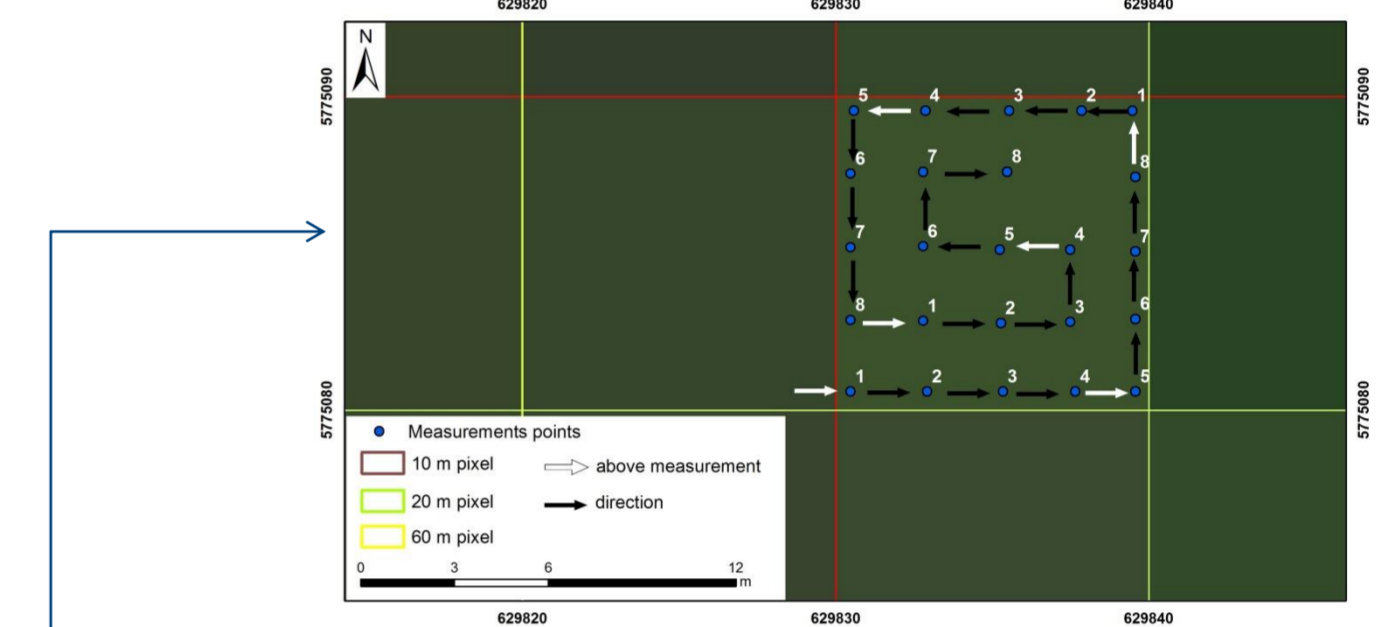
- 1) Wskaźnik pokrycia liśćmi Leaf Area Index (LAI 2200 Plant Canopy Analyser)
- 2) Spektralne pomiary terenowe spektrometrem ASD FieldSpec4 Hi-Res
- 3) Fluorescencja chlorofilu (OSP5p+)
- 4) Wilgotność gleby (sondy TRIME-FM i PICO)
- 5) Akumulowane promieniowanie w zakresie fotosyntezy (AccuPar 80 ceptometr liniowy)
- 6) Bilans dwutlenku węgla (metodą komorową)
- 7) Temperatura radiacyjna (EVEREST AGRI-THERM II)
- 8) Zawartość chlorofilu w roślinach (FieldScout CM 1000 Chlorophyll Meter)
- 9) Biomasa sucha i świeża (w laboratorium)
- 10) Dokumentacja fotograficzna fazy rozwoju



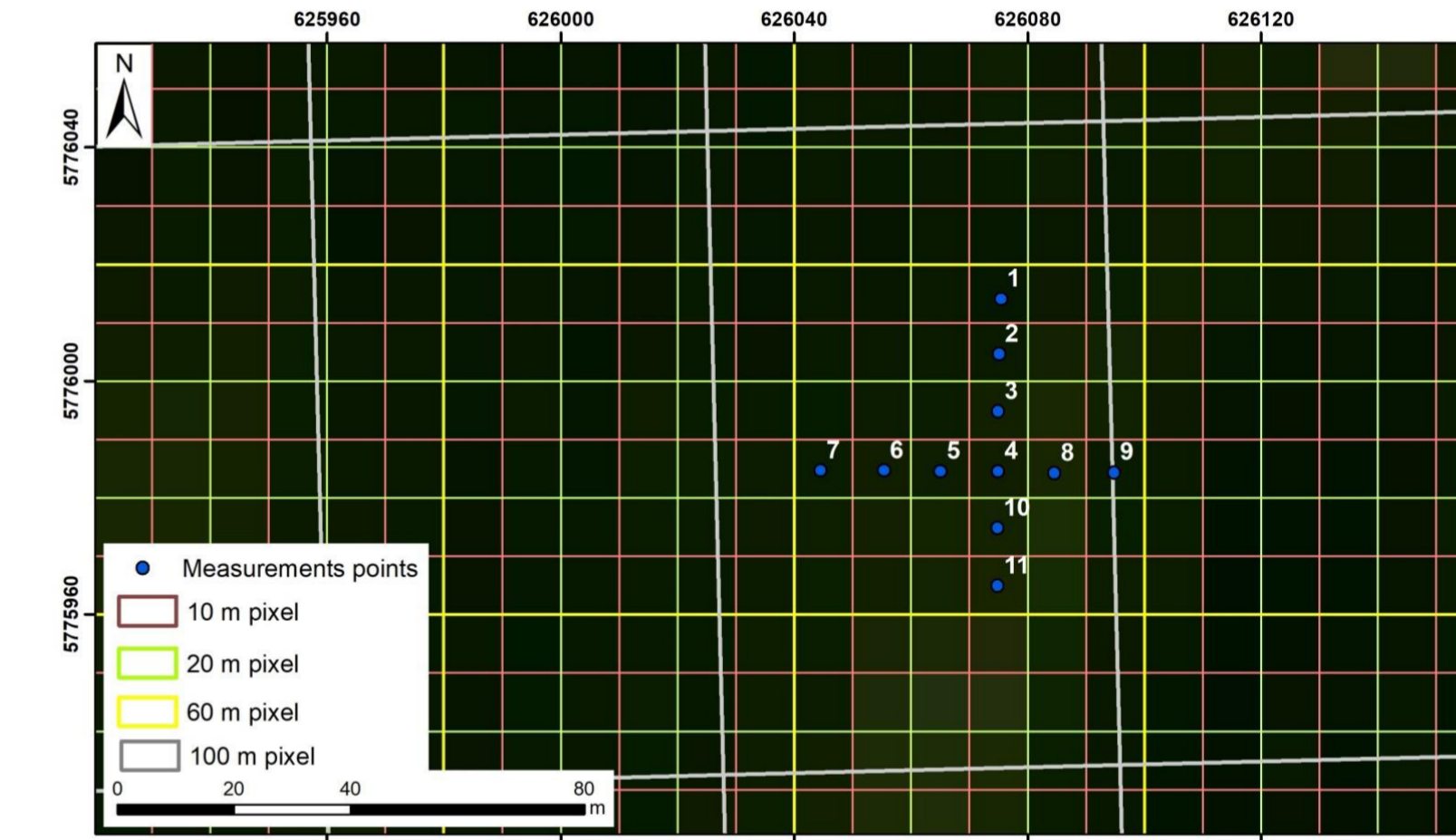
Pomiary naziemne robiono w dniach przelotów satelitów Sentinel-1/2, Proba-V nad badanym obszarem; na każdym polu uprawy wykonano w jedenastu polach podstawowych tzw. **Elementary Sampling Unit ESU 10 m x 10 m**.

W każdym ESU pomiary LAI, AccuPAR, wilgotności gleby, chlorofilu oraz temperatury radiacyjnej powtarzano trzy razy. Jednocześnie pół podstawowych ESU w obrębie jednego pola uprawnego tworzy transekt krzyżowy. W rezultacie w każdym polu uprawy otrzymano 33. wartości pomiarowych jednego parametru biofizycznego.

Schemat pomiarów LAI w jednym polu ESU 10 m



Schemat pomiarów LAI w 11. polach ESU 10 m

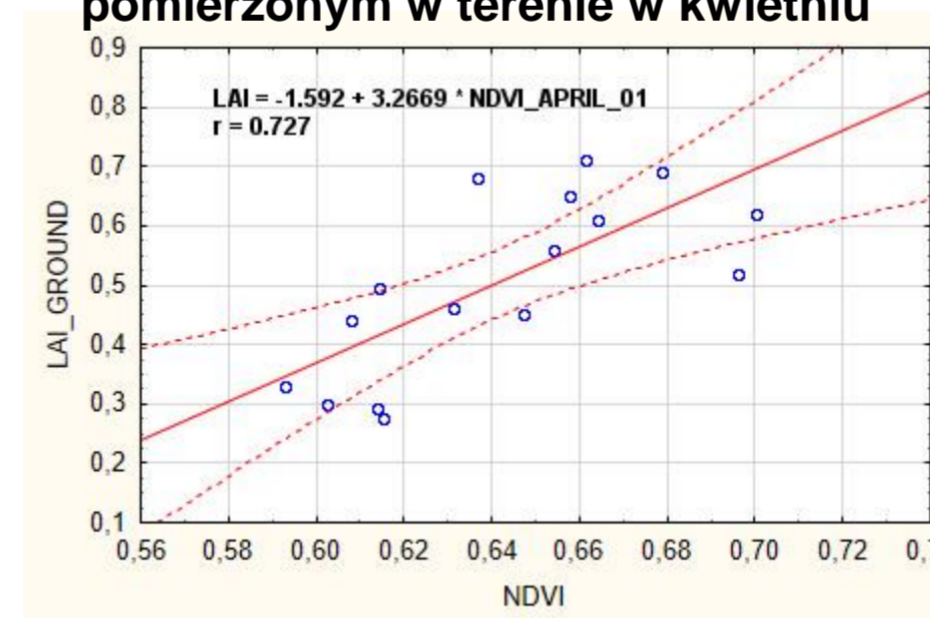


## MODEL PROBE WZROST PSZENICY OZIMEJ

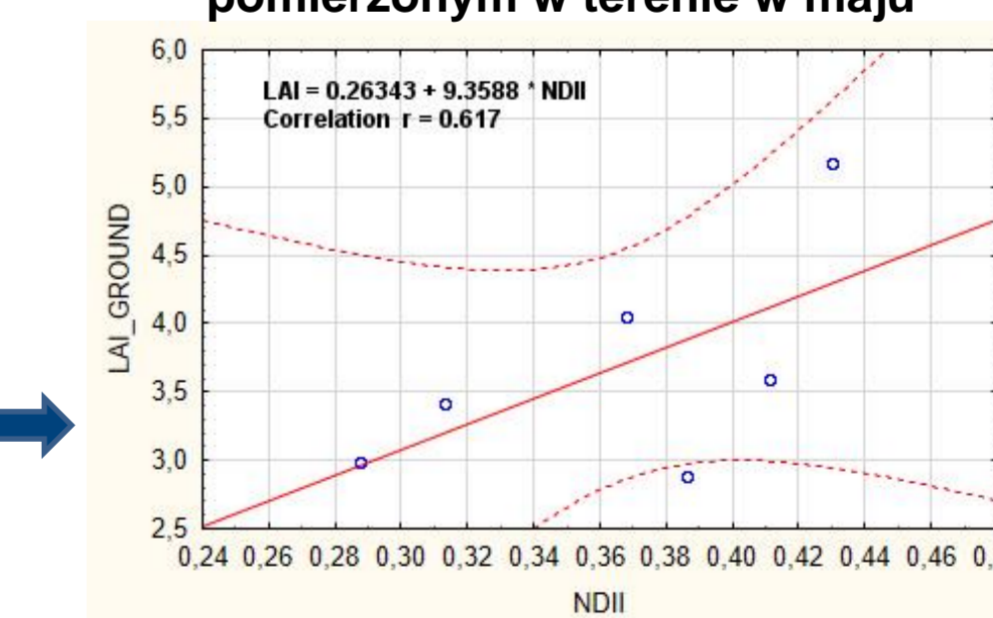


Model PROBE składa się z dwóch **submodeli**; pierwszy dotyczy wzrostu roślin, drugi bilansu wodnego gleby. Danymi wejściowymi do modelu są dane meteorologiczne i **okresowe dane wskaźnika powierzchni zielonej liści LAI** (obliczonego na podstawie zdjęć satelitarnych Sentinel-2 10m oraz Proba-V 100m) oraz **ewapotranspiracji E**. Danymi wyjściowymi są **codzienne wartości LAI, E, biomasa i wilgotność gleby**, modelowane z parametrów meteorologicznych. W wyniku pracy model został skalibrowany dla pszenicy ozimej dla całego okresu wzrostu uprawy a następnie modelowane wartości wskaźnika LAI i E zostały skalibrowane przez model przez wartości mierzone w terenie oraz przez wartości obliczone ze zdjęć satelitarnych.

Modelowanie wskaźnika LAI: wynik korelacji między wskaźnikiem NDVI z Sentinel-2 a LAI pomierzonym w terenie w kwietniu

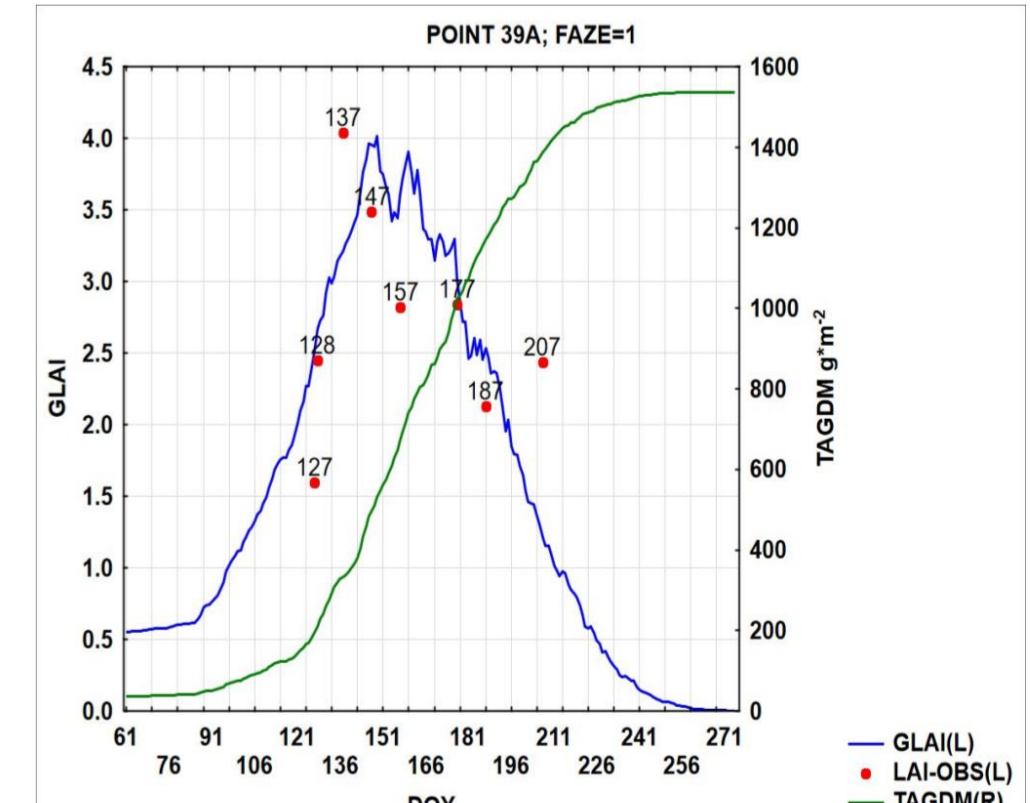


Modelowanie wskaźnika LAI: wynik korelacji między wskaźnikiem NDII z Proba-V a LAI pomierzonym w terenie w maju

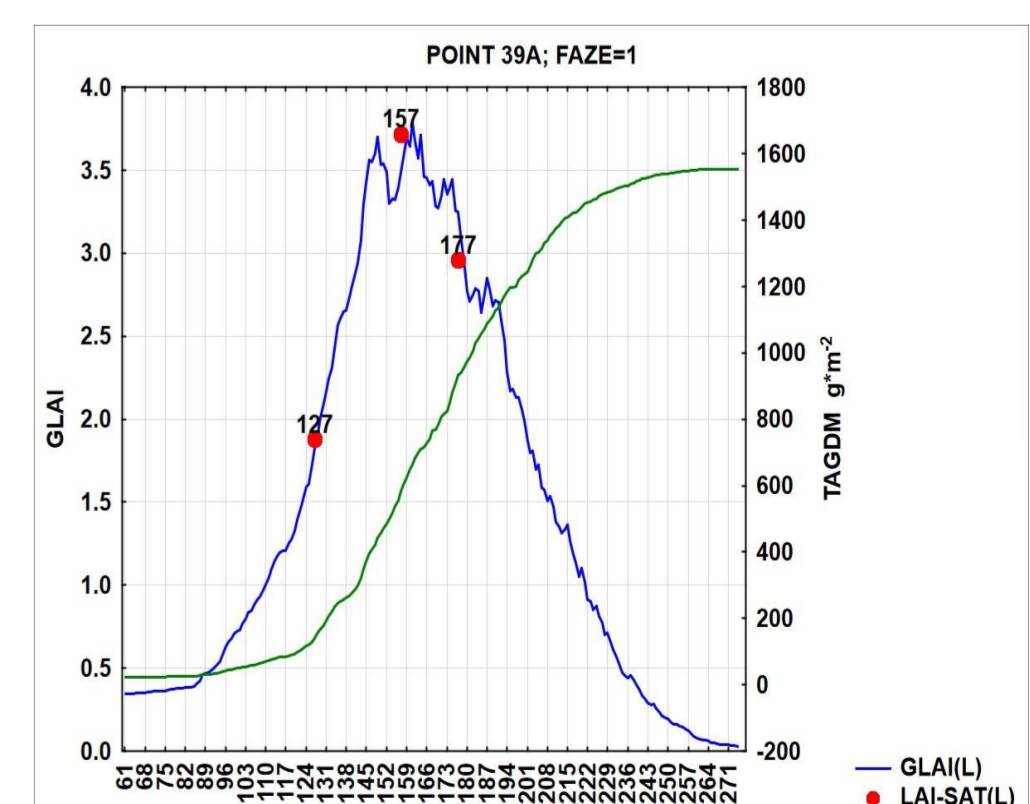


Model PROBE: symulacja dziennego LAI i wzrostu biomasy

Weryfikacja: LAI zmierzone w terenie

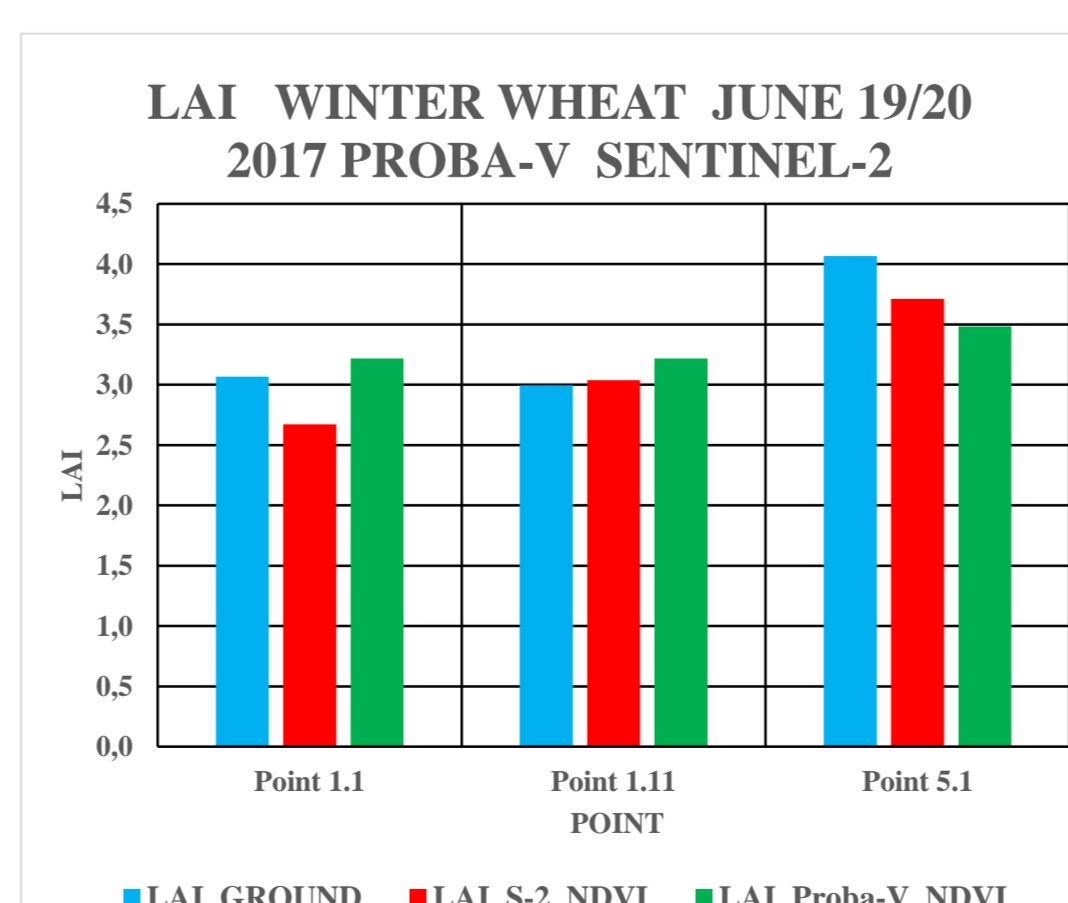


Weryfikacja: LAI ze zdjęć Sentinel-2

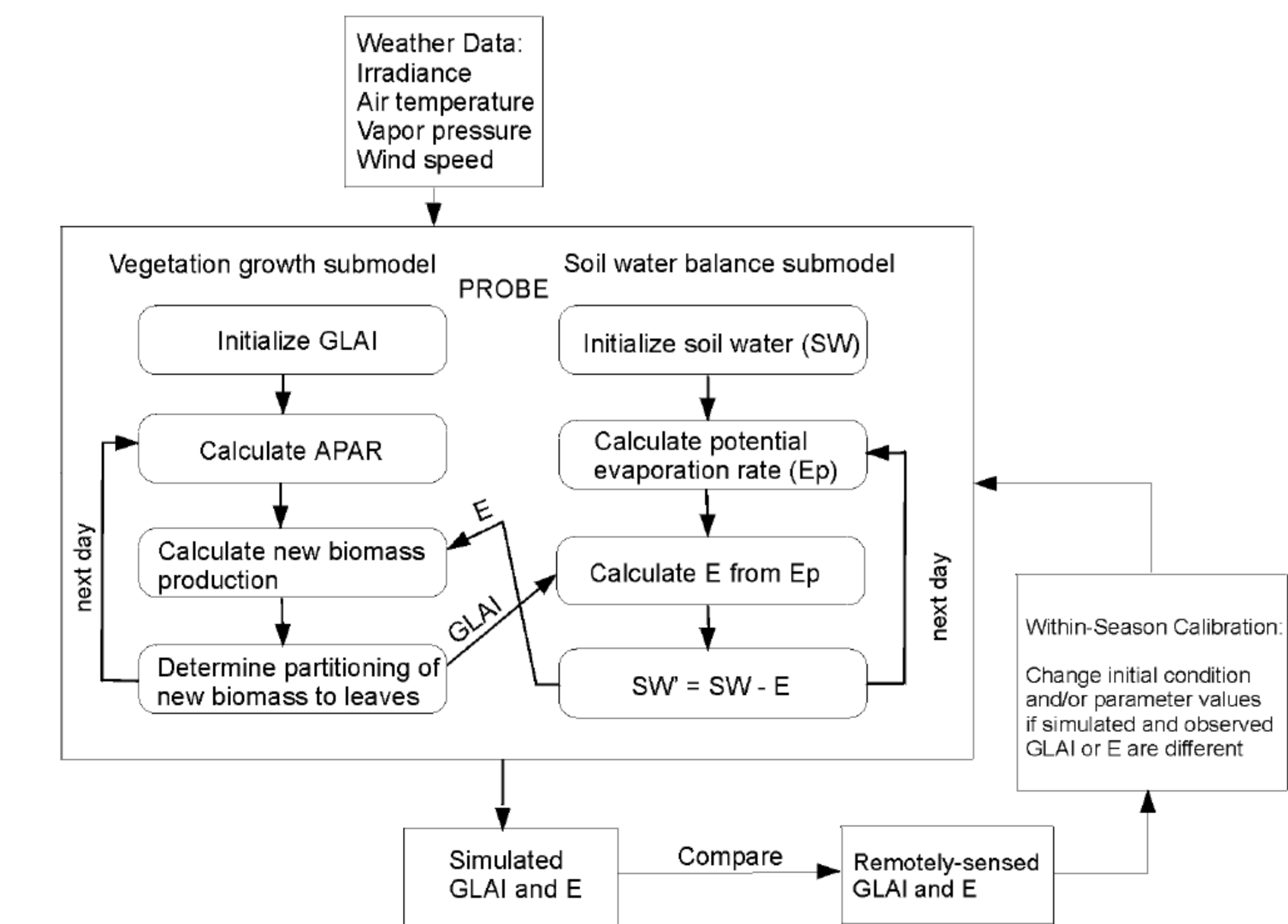
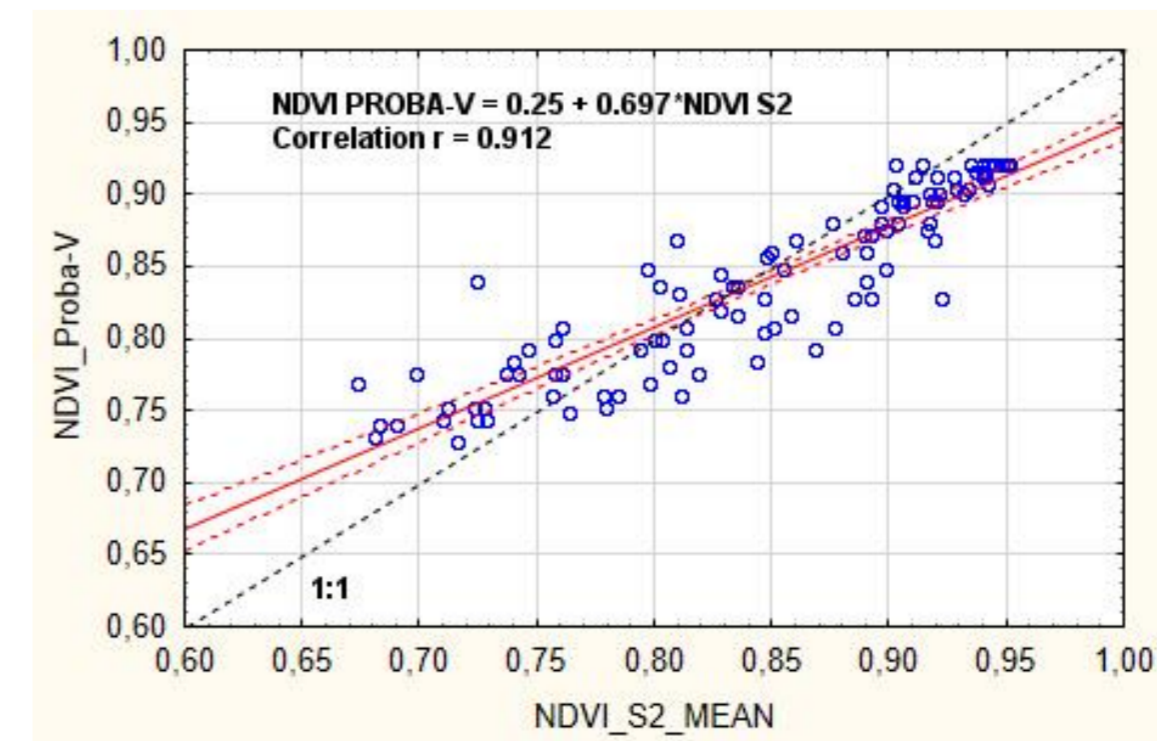


## PORÓWNANIE WSKAŹNIKÓW ROŚLINNYCH ZE ZDJĘĆ SENTINEL-2 (10M) I PROBA-V (100M)

W ramach badań analizowano przebiegi wskaźników roślinnych NDVI, NDII obliczonych na podstawie dostępnych bezchmurnych zdjęć Sentinel-2 i Proba-V. Dane Proba-V są dostępne co trzy dni, i tym samym mogą dokładniej dopasować model LAI, podczas gdy zobrażenia Sentinel-2 są dostępne co 10 dni. Najlepsze wyniki modelowania LAI na bazie optycznych zobrażeń satelitarnych dla potrzeb prognozy biomasy, uzyskano w czasie trwania fazy kłoszenia pszenicy ozimej.



Wynik korelacji wskaźnika NDVI obliczonego ze zdjęć Sentinel-2 i Proba-V



Maas S.J., 1992, *A crop growth model that can use remotely sensed information*, Dabrowska-Zielinska K., 2001, *Demonstration of a remote sensing/modelling approach for irrigation scheduling and crop growth forecasting*

|                           | [g/m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------|---------------------|
| Biomasa ref. laboratorium | 1676                |
| Biomasa model PROBE       | 1580                |