



Fluorescencja chlorofilu w satelitarnych badaniach stanu mokradeł w Dolinie Biebrzy

Maciej Bartold i Marcin Kluczek

Centrum Teledetekcji, Instytut Geodezji i Kartografii

EnviLink - Międzynarodowa platforma wymiany doświadczeń
młodych naukowców w badaniach przyrodniczych

15 – 17 maj 2024

IBL | Sękocin Stary, Polska

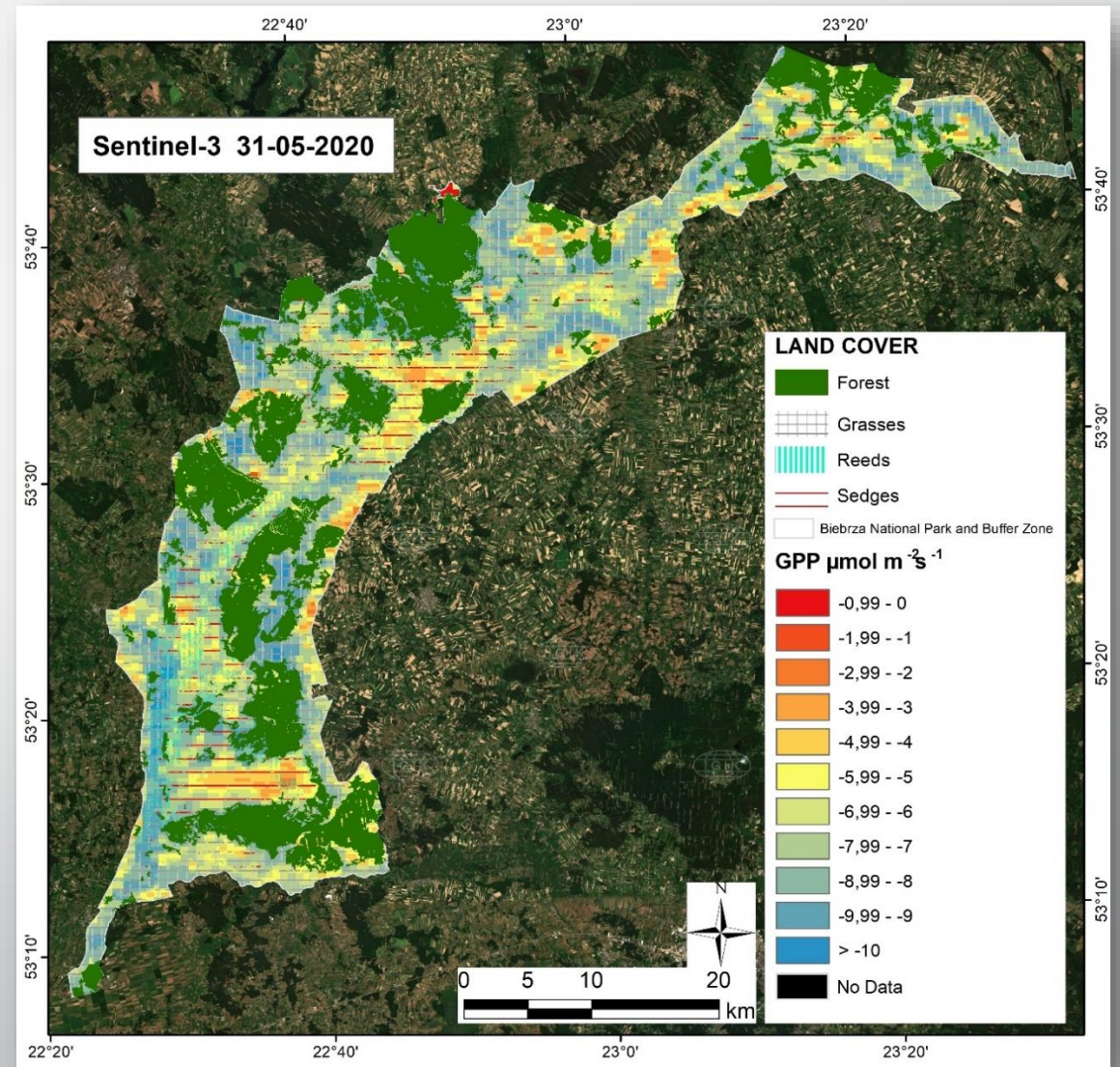
Przestanki

Wg raportu *Stan przyrody w UE (2020)* w okresie 2013-2018 tylko 12% siedlisk torfowiskowych w całej UE było zachowanych w dobrym stanie.

Możemy zidentyfikować, skąd pochodzą emisje i gdzie znajdują się miejsca o najwyższej emisji.

Wyzwania: monitoring za pomocą danych satelitarnych w celu aktualizacji stanu roślinności torfowisk.

Monitorowanie stresu roślinności wraz z ostrzeżeniami wskazującymi na zmiany w pochłanianiu CO₂.



Obszar badań

- Mokradła w dolinie Biebrzy
- RAMSAR & NATURA 2000
- Biebrzański PN ~60 000 ha

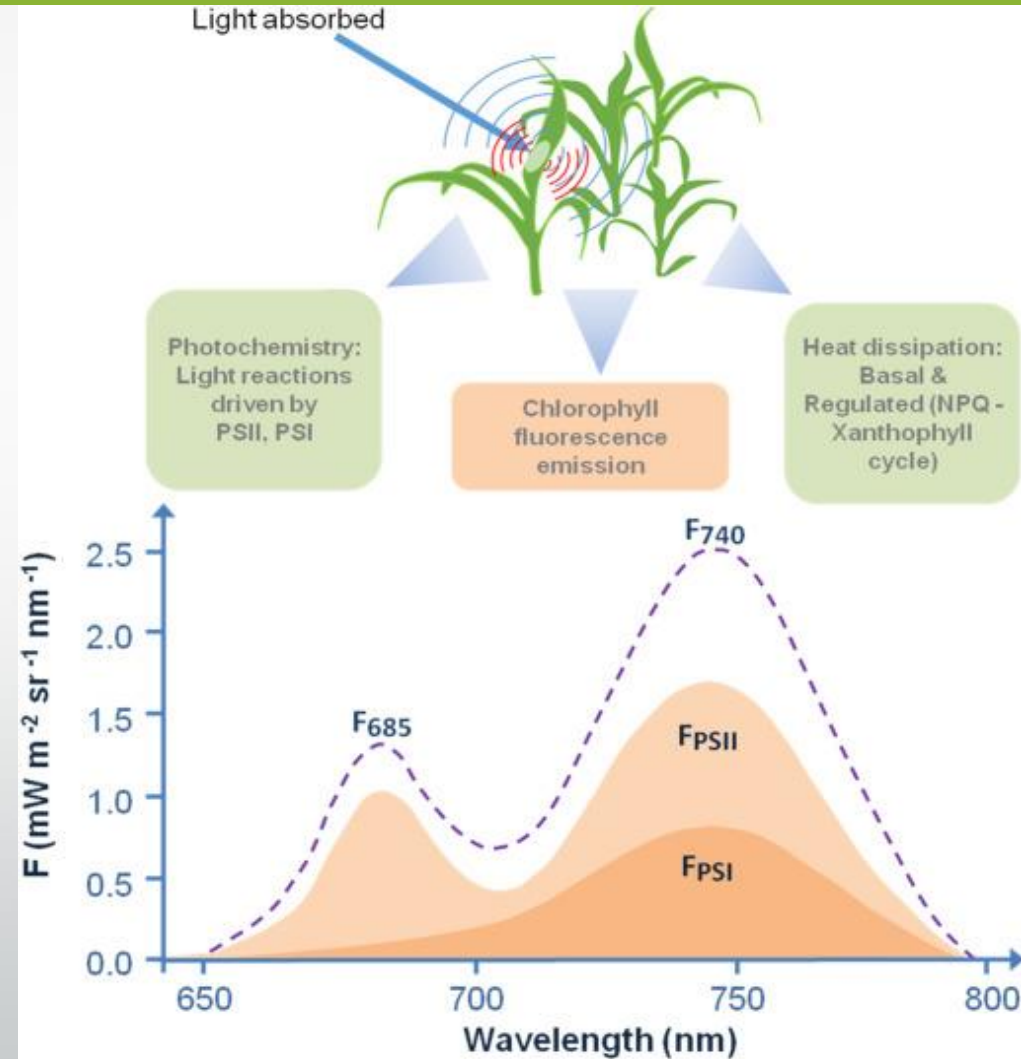


Fluorescencja chlorofilu

Okolo 70-80% padającego promieniowania elektromagn. pochłaniają liście. Reszta przechodzi przez nie lub jest odbijana. Energia słoneczna pochłonięta może być wykorzystana w procesie fotosyntezy, albo zostać stracona poprzez wypromieniowanie (Kalaji 2004).

Aby możliwa była fotosynteza, niezbędne są specyficzne białka zwane fotoukładami (PS), które pochłaniają światło. W fotosystemie I (PSI) znajduje się chlorofil a – najbardziej wydajnie absorbujący światło o długości 740 nm, natomiast fotosystem II (PSII) zawiera chlorofil a ponadto o maksimum absorpcji 680 nm. Analiza sygnału fluorescencji chlorofilu a z fotoukładu II (PSII) stała się ostatnio popularną metodą badań, stosowaną do różnych celów, w tym do wczesnego wykrywania stanu stresu u roślin.

Wartość fluorescencji chlorofilu jest bardzo niska, nie przekracza 2% całkowitego światła zaabsorbowanego przez roślinę (Maxwell & Johnson 2000).



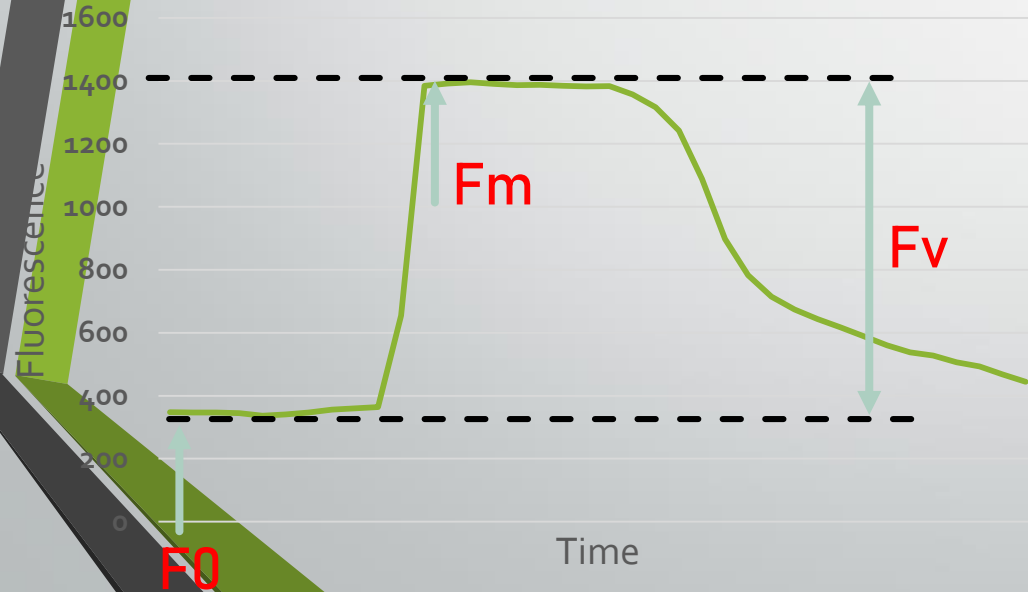
Mohammed G. et al. 2019, Remote sensing of solar-induced chlorophyll fluorescence (SIF) in vegetation: 50 years of progress, Remote Sensing of Environment

Fluorescencja chlorofilu – parametr Fv/Fm

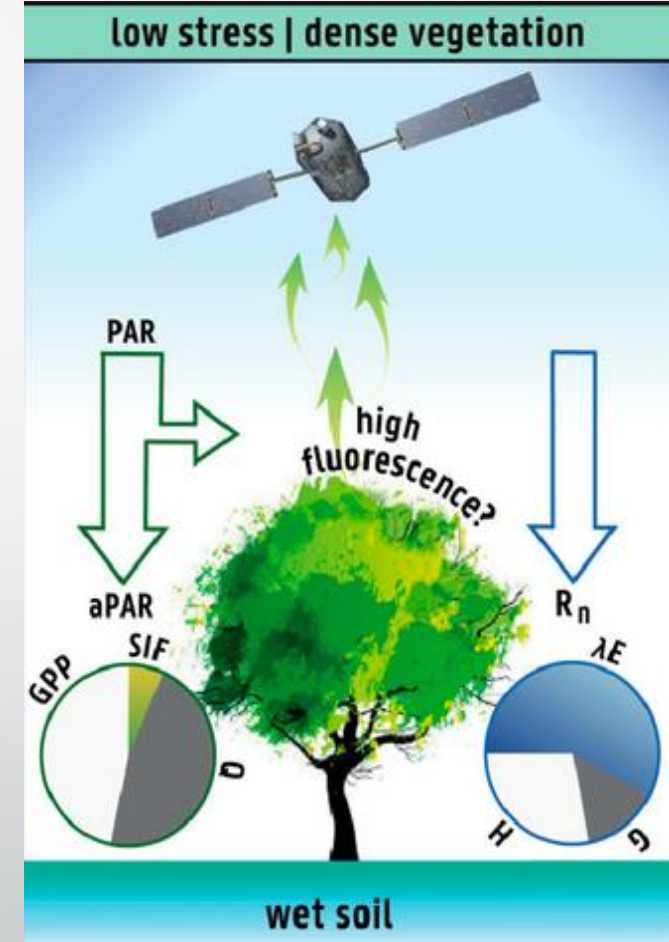
Fv/Fm - Maximum Photochemical efficiency of PSII

$$Fv/Fm = \frac{(Fm - F0)}{Fm}$$

Fm - maximum fluorescence
F0 - minimum fluorescence

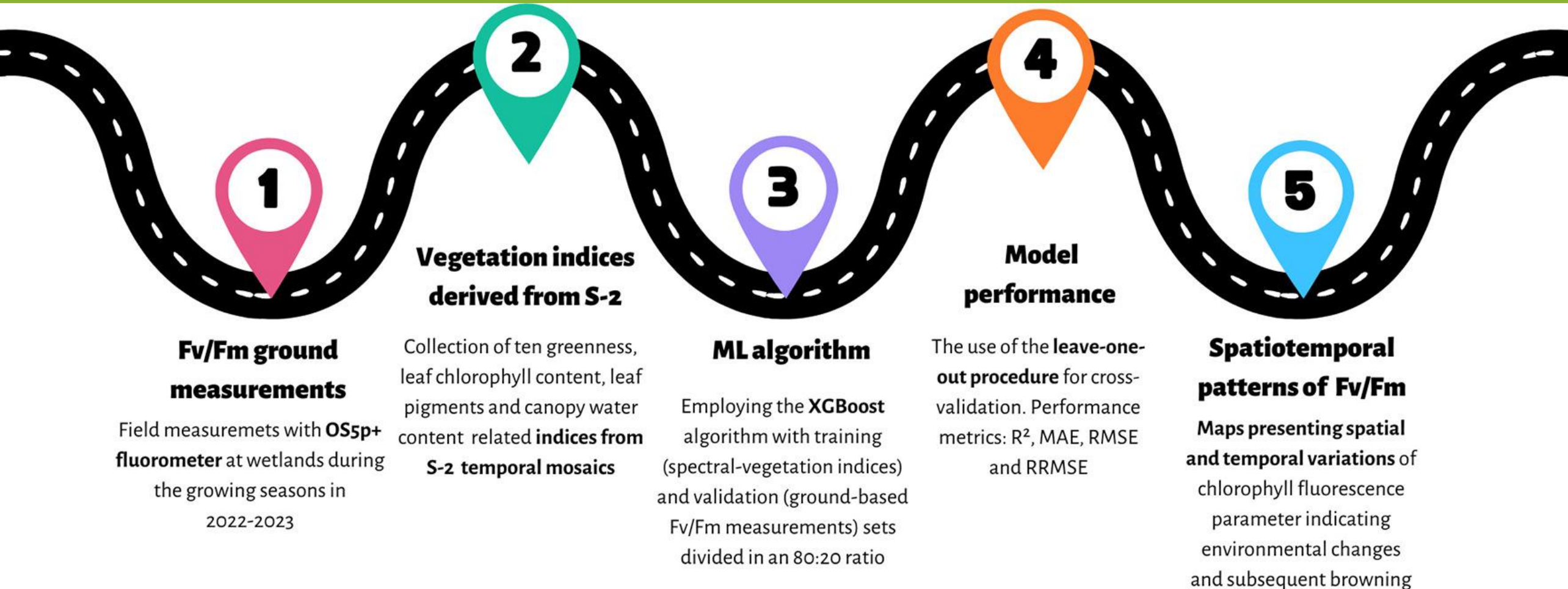


Fluorescencja chlorofilu Fv/FM Foto: M. Kluczek



≠ Solar induced chlorophyll fluorescence (SIF) by Pagán B. et al. (2019)

Roadmap

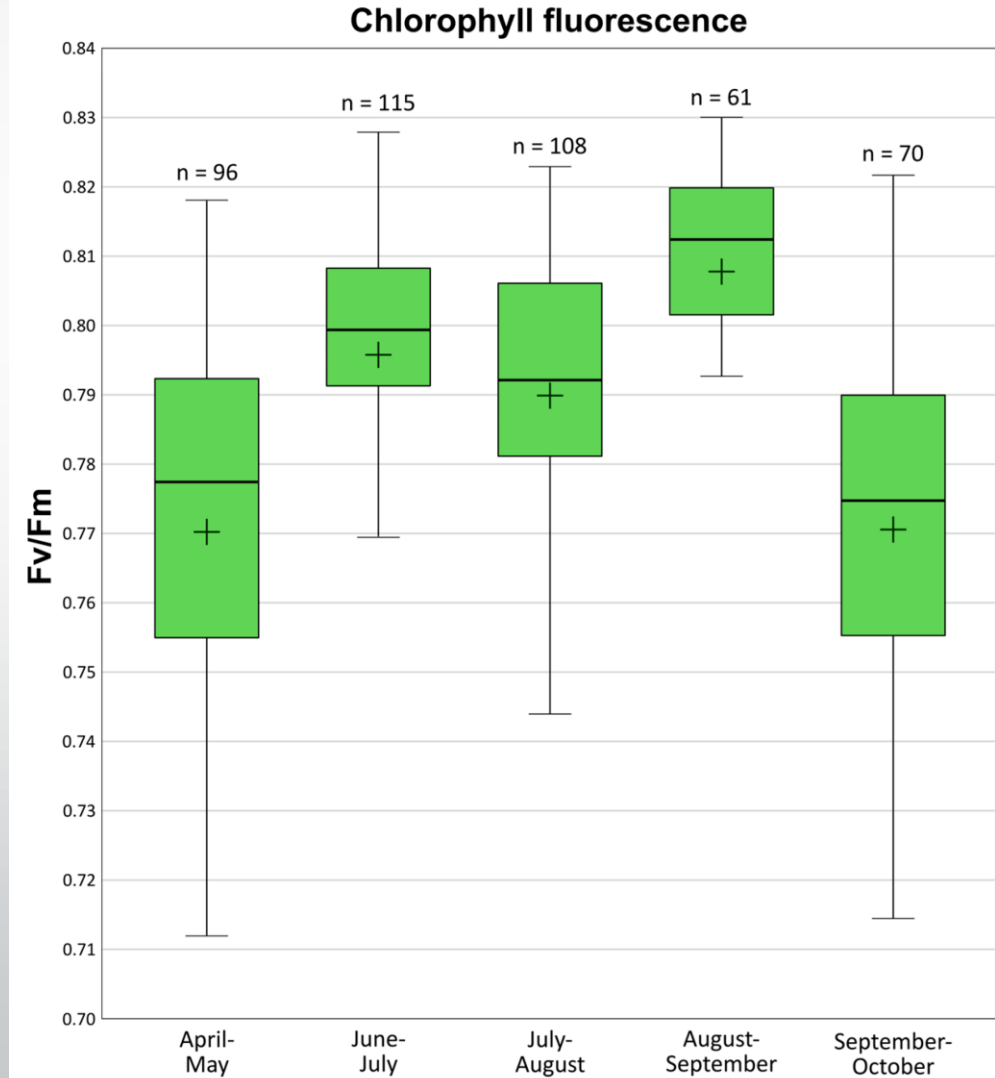
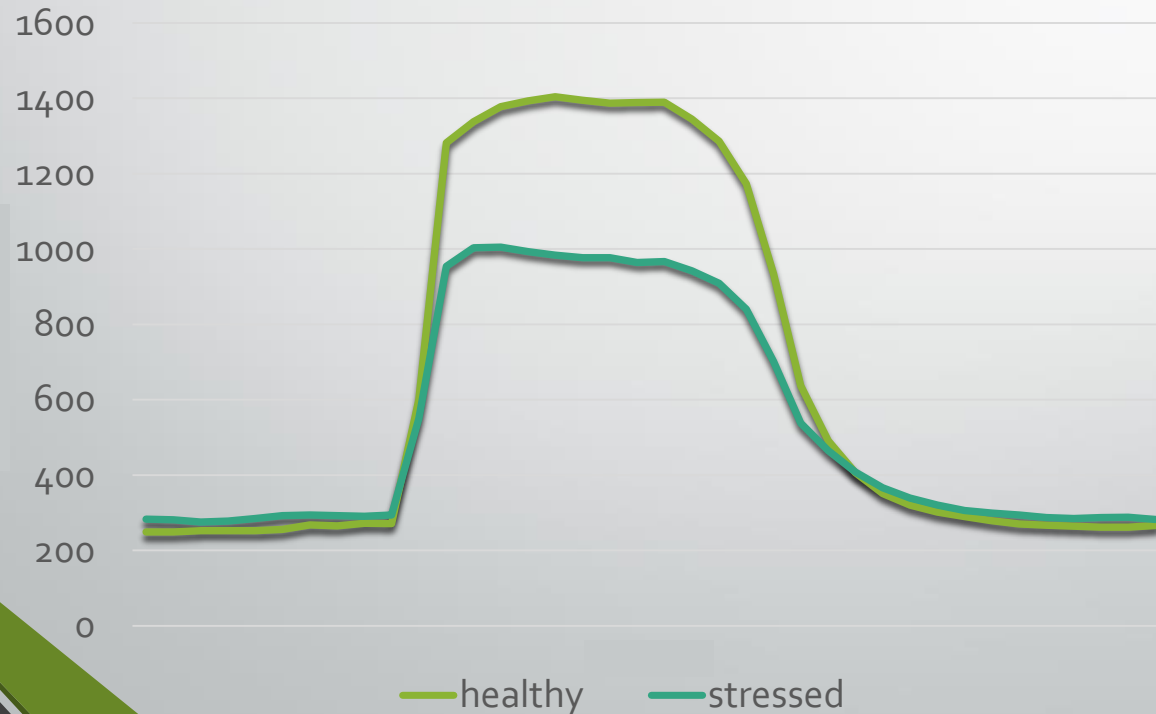


Pomiary terenowe w latach 2022-2023

- 7 kampanii terenowych
- 21 punktów
- 600 odczytów Fv/Fm
- 30 min. adaptacja

Fv/Fm

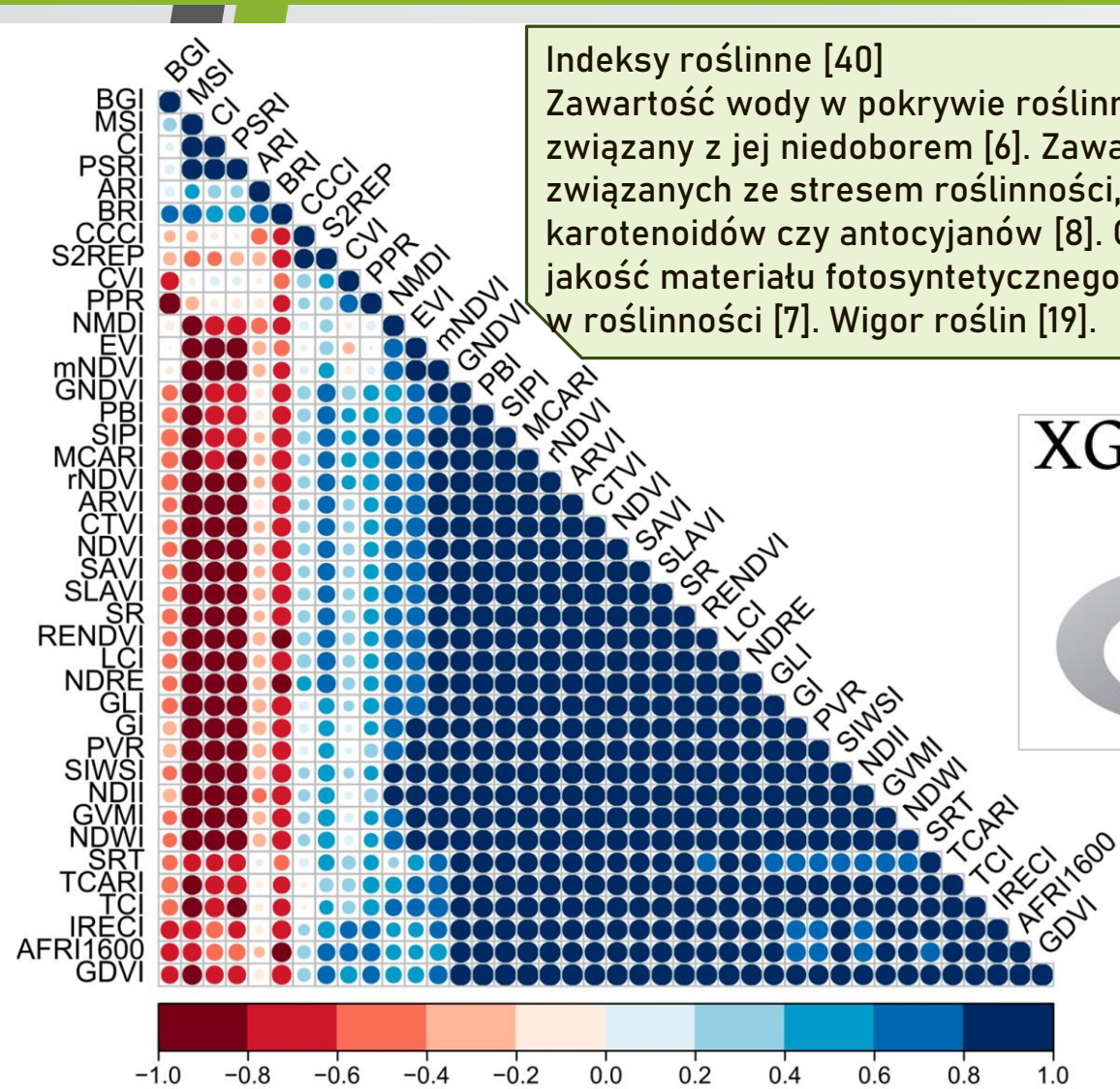
- Healthy = 0.82
- Stressed = 0.70



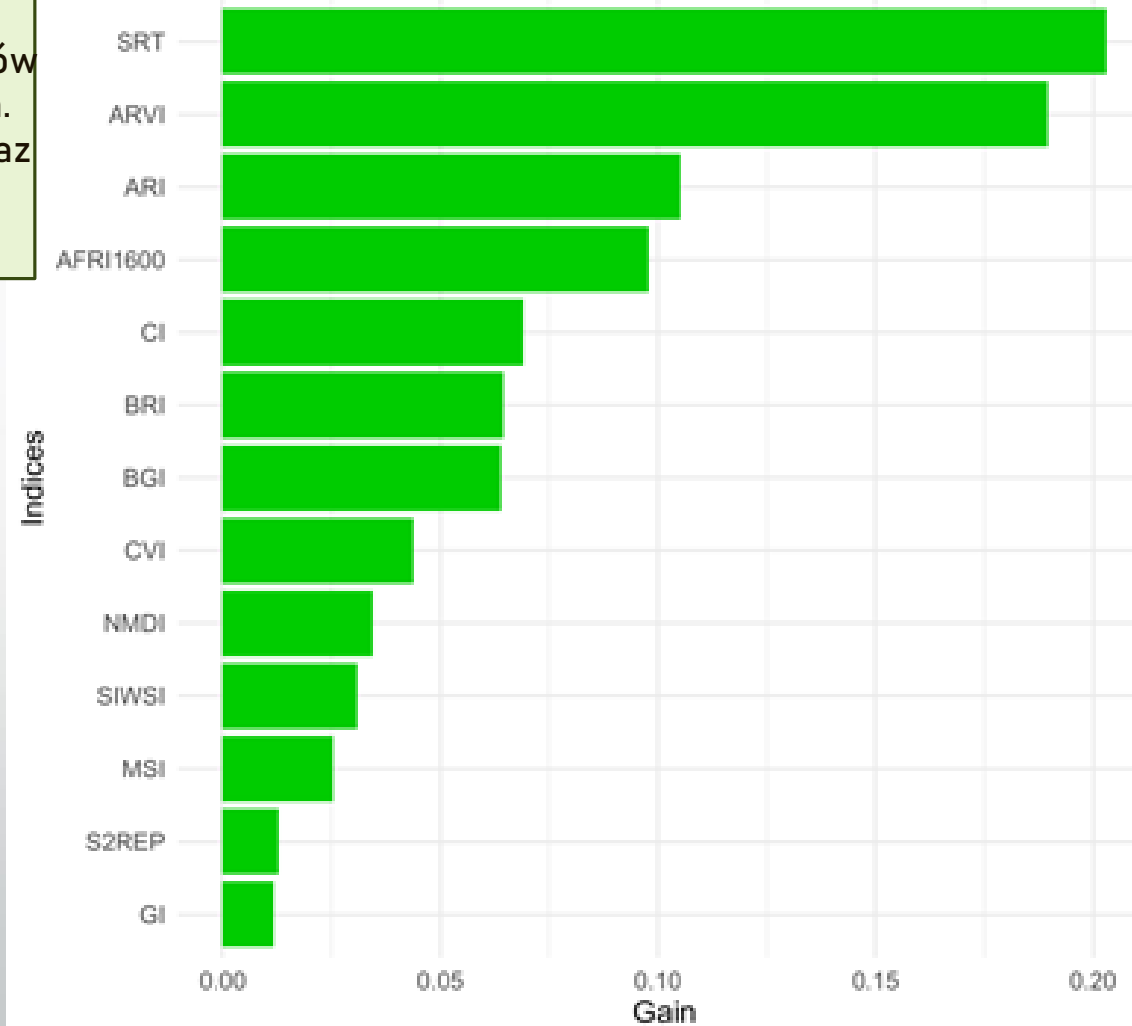
Wskaźniki roślinne z danych satelitarnych Sentinel-2

Indeksy roślinne [40]

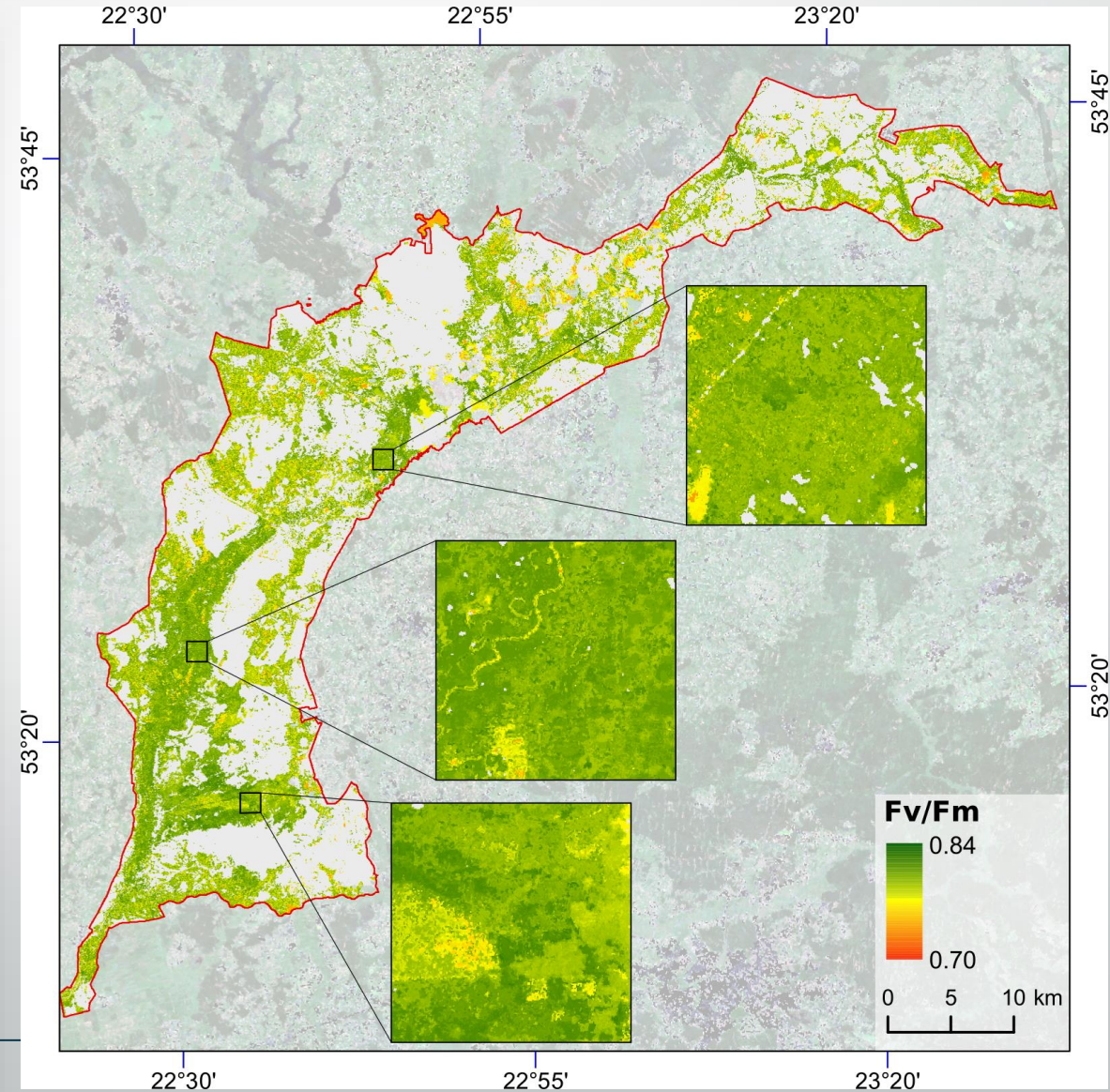
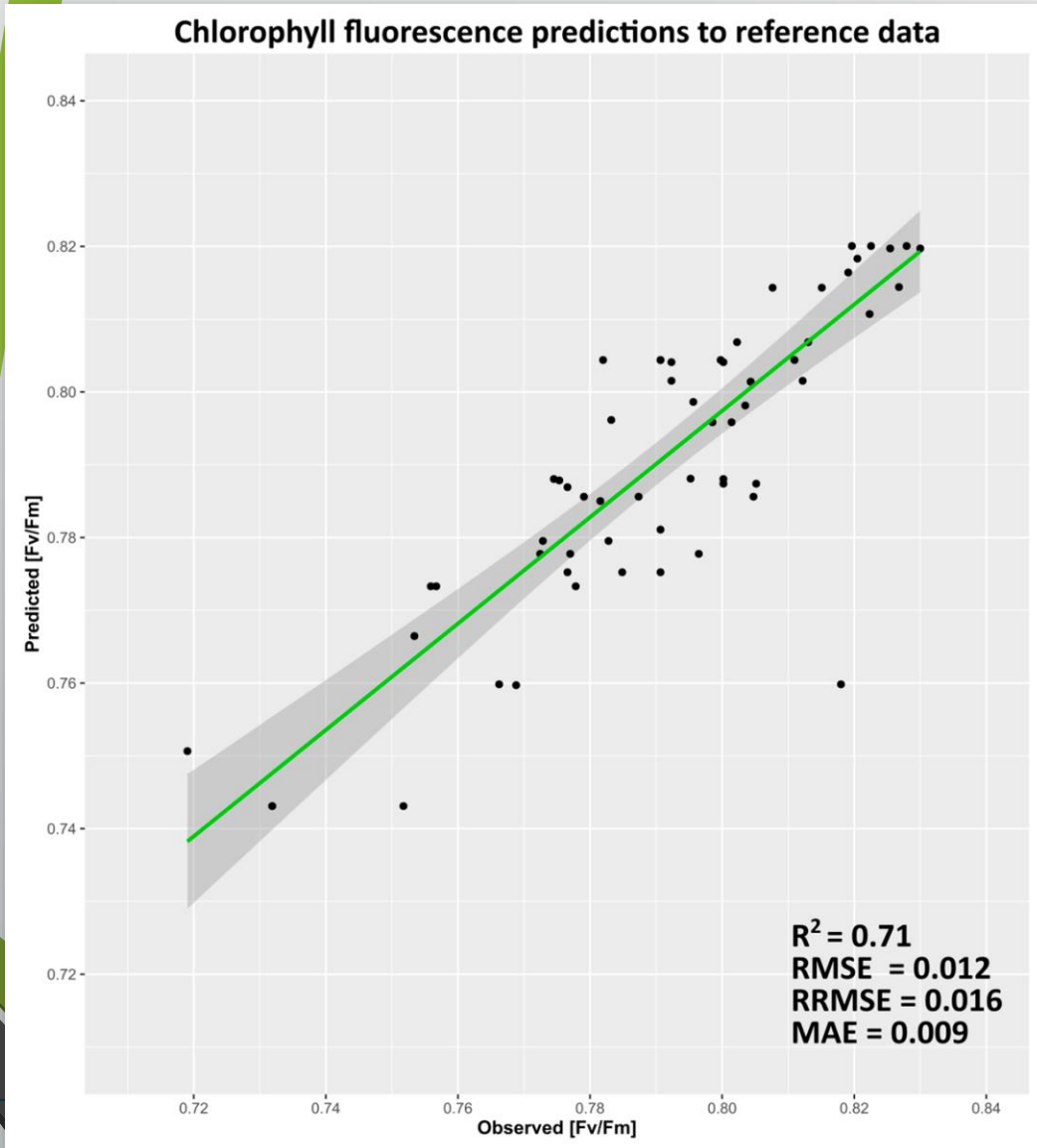
Zawartość wody w pokrywie roślinnej oraz stres związany z jej niedoborem [6]. Zawartość barwników związanych ze stresem roślinności, takich jak m.in. karotenoidów czy antocyjanów [8]. Ogólną ilość oraz jakość materiału fotosyntetycznego (chlorofilu) w roślinności [7]. Wigor roślin [19].



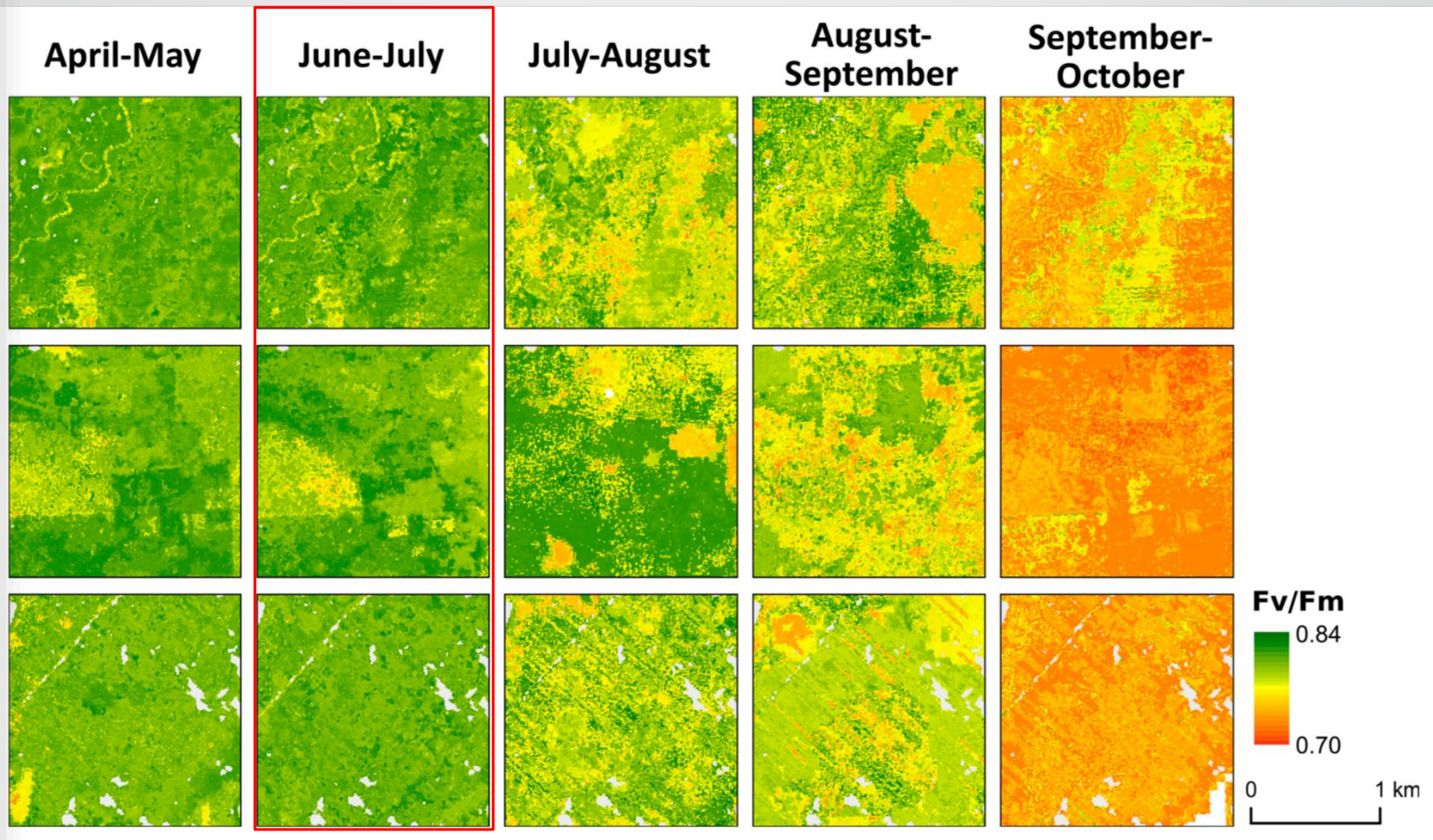
Feature importance



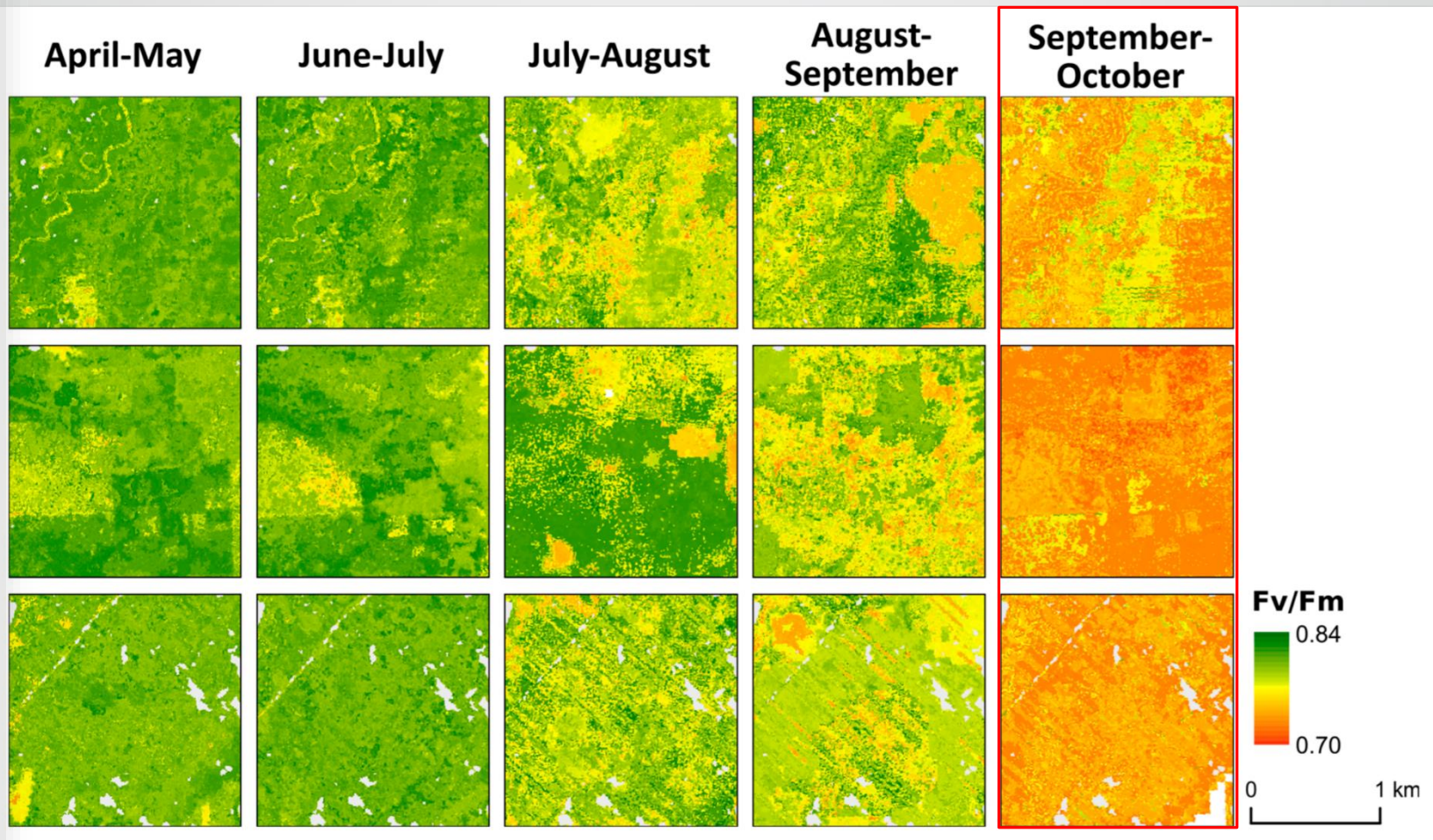
Modelowanie fluorescencji chlorofilu Fv/Fm



Obserwacje satelitarne - zmienność w czasie i przestrzeni



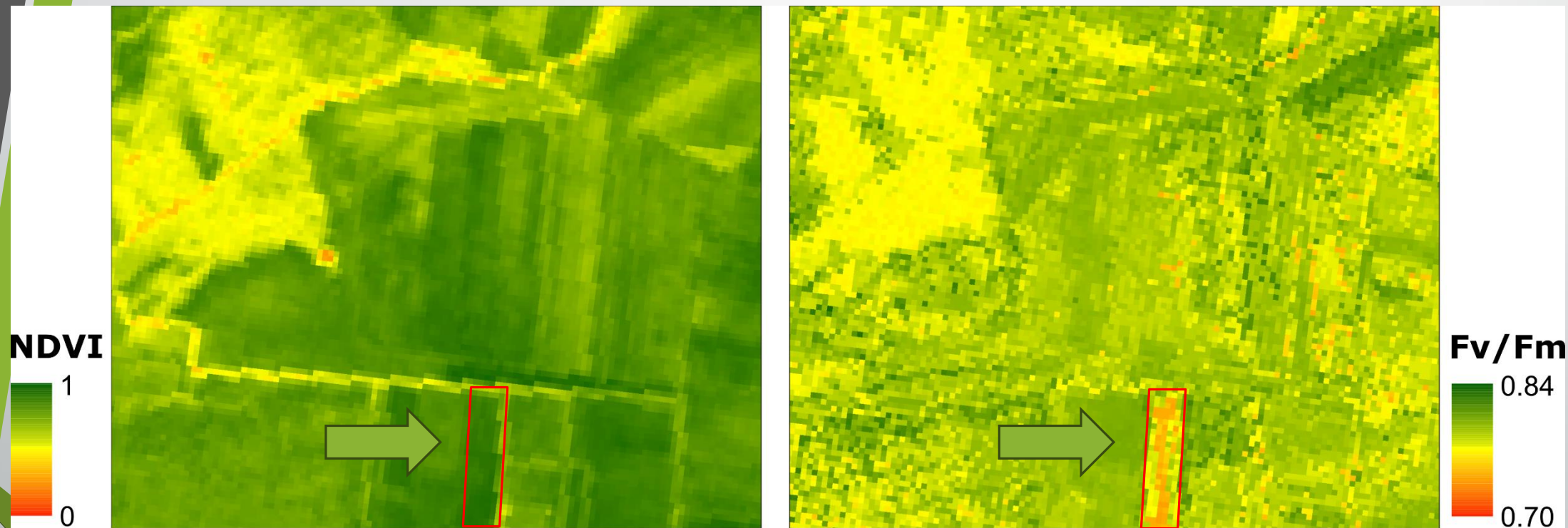
Obserwacje satelitarne - zmienność w czasie i przestrzeni



Obserwacje satelitarne - zmienność w czasie i przestrzeni

NDVI = 0.78

Fv/Fm = 0.71



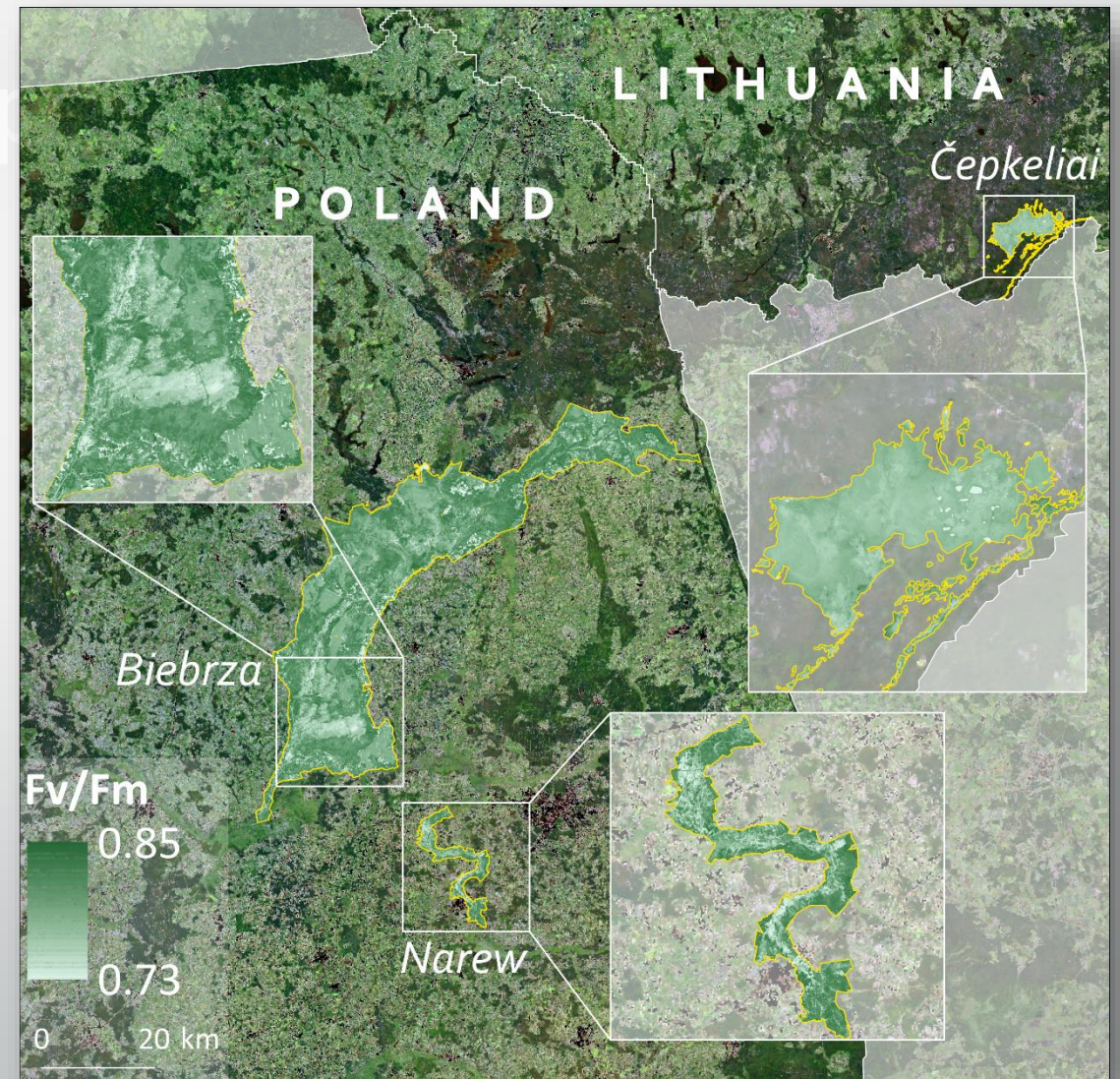
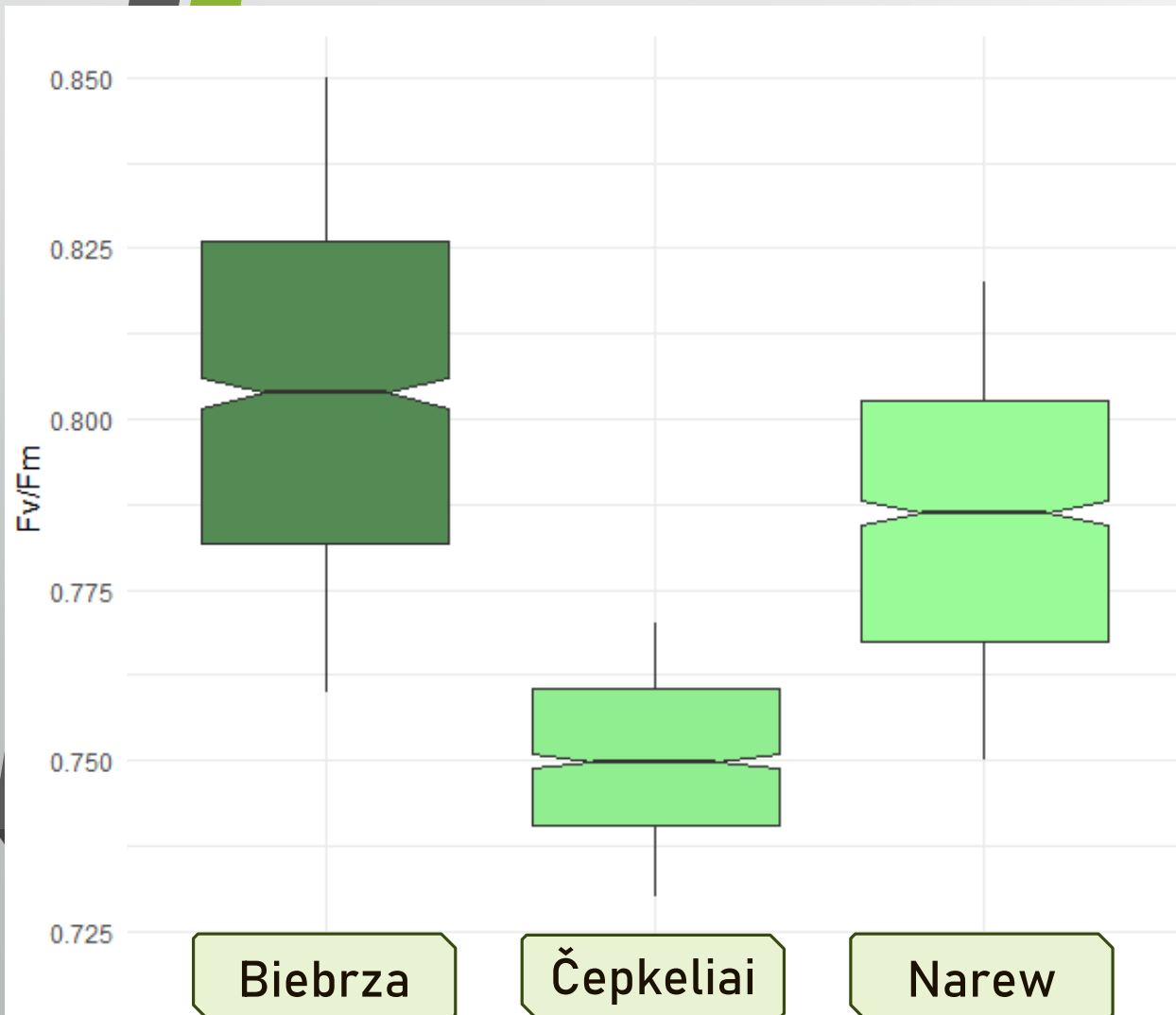
5-10 wrzesień 2023, Sentinel-2

0 200 400 m

Rdza traw



Stan i kondycja roślinności mokradeł – porównanie w czerwcu 2023



Wnioski i planowane działania

Wnioski:

- Analizy wykazały nowe możliwości zastosowania technik uczenia maszynowego do symulowania F_v/F_m na podstawie danych satelitarnych.
- Śledzenie zmienności przestrzenno-czasowej fluorescencji chlorofilu oparte na danych z Sentinel-2 pozwala precyzyjniej określić zmiany stanu roślinności niż wskaźniki spektralne.

Plany:

- Badanie zmian dobowych i sezonowych fluorescencji chlorofilu.
- Integracja informacji o fluorescencji chlorofilu z szacunkami GPP (gross primary productivity) oraz wilgotnością gleby.
- Rozwój algorytmu do oceny fotosyntezy i jej wpływu na stres roślin.



Wyniki badań

<https://doi.org/10.2478/mgrsd-2020-0029>

MISCELLANEA GEOGRAPHICA – REGIONAL STUDIES ON DEVELOPMENT

Vol. 25 • No. 4 • 2021 • pp. 226-237 • ISSN: 2084-6118 • DOI: 10.2478/mgrsd-2020-0029



Remote sensing techniques to assess chlorophyll fluorescence in support of crop monitoring in Poland

[Open Access](#) [Article](#)

A Machine Learning Approach for Mapping Chlorophyll Fluorescence at Inland Wetlands

by [Maciej Bartold](#)^{1,*} and [Marcin Kluczek](#)^{1,2,†}

- ¹ Remote Sensing Centre, Institute of Geodesy and Cartography, 27 Modzelewskiego St., 02-679 Warszawa, Poland
 - ² Department of Geoinformatics, Cartography and Remote Sensing, Chair of Geomatics and Information Systems, Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw, 00-927 Warszawa, Poland
- * Author to whom correspondence should be addressed.
† These authors contributed equally to this work.

Remote Sens. **2023**, *15*(9), 2392; <https://doi.org/10.3390/rs15092392>

Submission received: 3 April 2023 / Revised: 27 April 2023 / Accepted: 1 May 2023 / Published: 3 May 2023

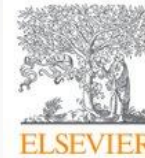
(This article belongs to the Special Issue Applications of Remote Sensing in Forest Management and Biodiversity Conservation)

[Download](#)

[Browse Figures](#)

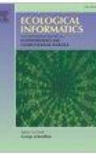
[Versions Notes](#)

<https://doi.org/10.3390/rs15092392>



Ecological Informatics

Volume 81, July 2024, 102603



Estimating of chlorophyll fluorescence parameter Fv/Fm for plant stress detection at peatlands under Ramsar Convention with Sentinel-2 satellite imagery

[Maciej Bartold](#) and [Marcin Kluczek](#)¹

[Show more](#)

[+](#) [Add to Mendeley](#) [Share](#) [Cite](#)

<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102603>

[Get rights and content](#)

Under a Creative Commons [license](#)

[open access](#)

<https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102603>

Dziękuję za uwagę!

Dr. Maciej Bartold
maciej.bartold@igik.edu.pl

Marcin Kluczek
marcin.kluczek@igik.edu.pl

*Centrum Teledetekcji
Instytut Geodezji i Kartografii*

