

Dane satelitarne Programu Copernicus w badaniach bilansu węgla na obszarze Bagien Biebrzańskich

Instytut Geodezji i Kartografii – Centrum Teledetekcji

Katarzyna Dąbrowska – Zielińska; Maciej Bartold; Alicja Malińska; Marcin Kluczek; Radosław Gurdak; Patryk Grzybowski; Maria Budzyńska; Jan Musiał

WYNIKI PROJEKTU : Modelowanie bilansu węgla na obszarach bagiennych z wykorzystaniem danych z najnowszych misji satelitarnych ESA Sentinel-1/2/3

Cele projektu:

1/ opracowanie metody określającej zmiany przepływu strumieni węgla w zależności od wielkości biomasy charakteryzowanej przez wskaźniki roślinne , wilgotność gleby i warunki meteorologiczne – pomiary i badania in-situ

2/ następnie z zastosowaniem nowoczesnych misji satelitarnych Sentinel-1/2/3 przedstawienie przestrzennego rozkładu bilansu węgla dla ekosystemu bagiennego.

WAŻNE ZADANIE

Powierzchnia czynna i jej zmiany wpływają w znacznym stopniu zarówno na pochłanianie dwutlenku węgla, jak i jego emisję do atmosfery. Jako teren badań został wybrany obszar bagien Biebrzańskich.

Istnieje potrzeba monitorowania niekorzystnego dla środowiska procesu osuszania bagien dla ochrony nie tylko ich unikalnych walorów przyrodniczych, ale także w celu zachowania potencjalnego źródła wody i węgla.

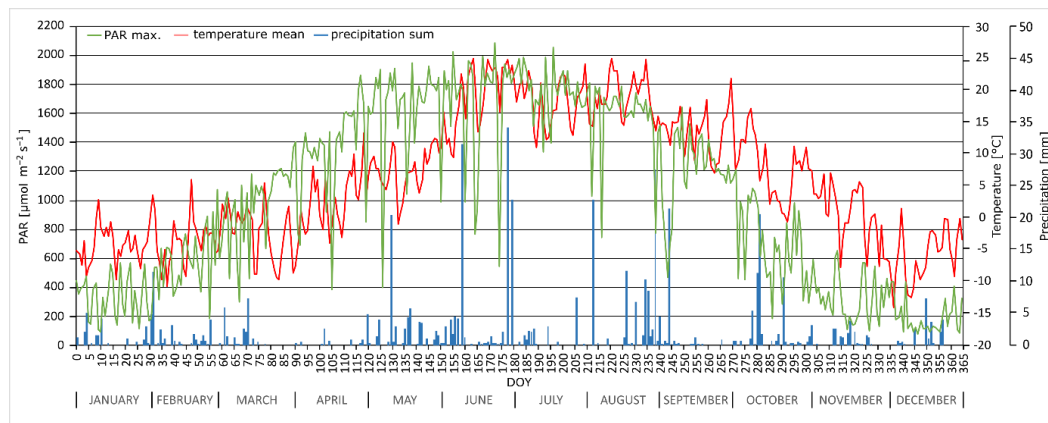
Stacja teledetekcyjnych pomiarów naziemnych wilgotności gleby, obiegu węgla, parametrów biofizycznych i spektralnych roślin w Biebrzańskim Parku Narodowym



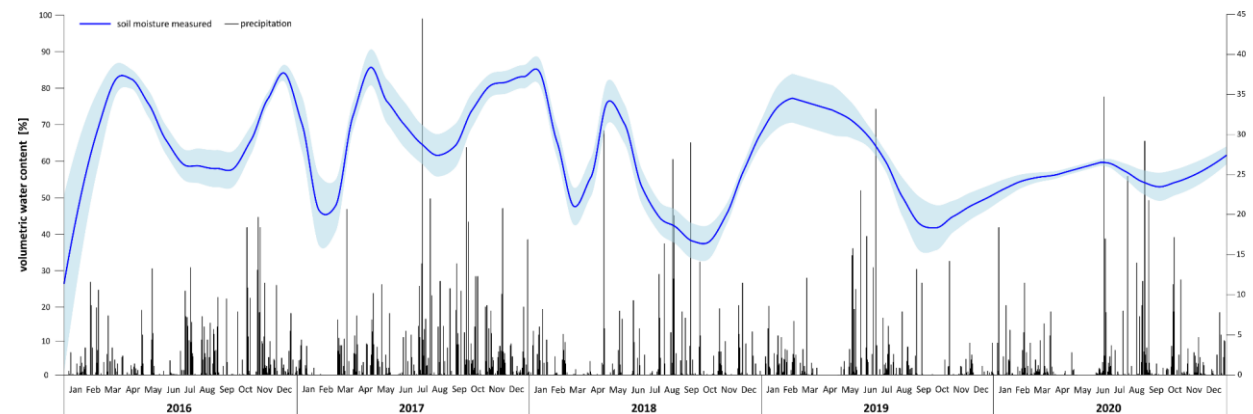
Instytut założył i monitoruje wilgotność gleby i parametry meteorologiczne

- 9 automatycznych stacji, w każdej po 6 sond GS3 Terros do pomiaru wilgotności gleby i opadów
- stacja pomiarowej Eddy Covariance do pomiarów strumieni CO₂ i H₂O
- stacja meteorologiczna (logger, termohigrometr, barometr, wiatromierz, radiometr oraz płytki do pomiaru przepływu strumieni ciepła w glebie)
- Pomiary strumienia węgla metodą komorową
- Powierzchnia projekcyjna liści – LAI
- Akumulowana radiacja w zakresie fotosyntezy - APAR
- Wilgotność gleby

Parametry meteorologiczne



Wilgotność gleby – sondy IGiK 2016 - 2020



W warunkach dopływu energii słonecznej mierzone jest tempo pobierania CO₂ przez rośliny w procesie fotosyntezy, natomiast w warunkach zaciemnienia – emisja powstającego w procesie respiracji. Pomiary strumieni CO₂ prowadzono w większości przypadków godzinach od 12:00 do 13:00 w warunkach dopływu energii słonecznej, określając chwilowe wartości **wymiany ekosystemu netto (NEE)**.

$$NEE = GPP + RESP$$

$$GPP = NEE - RESP$$

GPP obliczone jako różnica pomiędzy wartościami z przezroczystego i zaciemnianego klosza i jest wartością aktualną produkcji pierwotnej brutto.

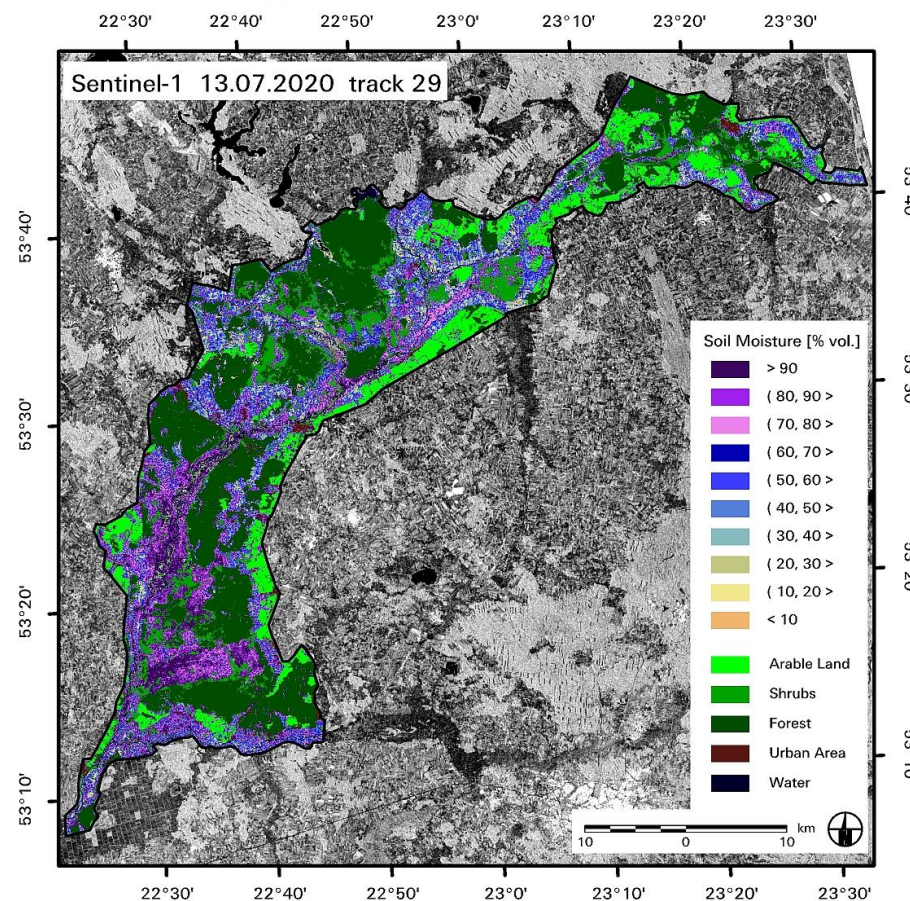
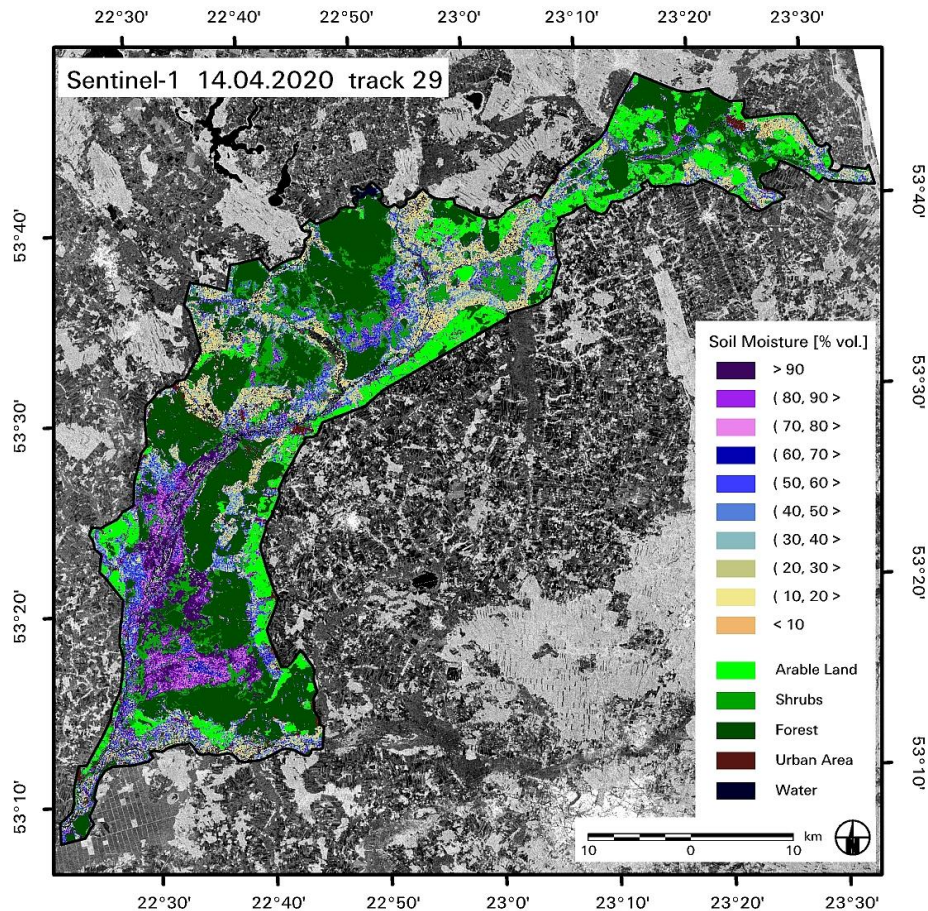


← **Pomiary Komorowe**

Dane satelitarne Programu Copernicus Sentinel-1/2/3 w badaniach bilansu węgla (1)

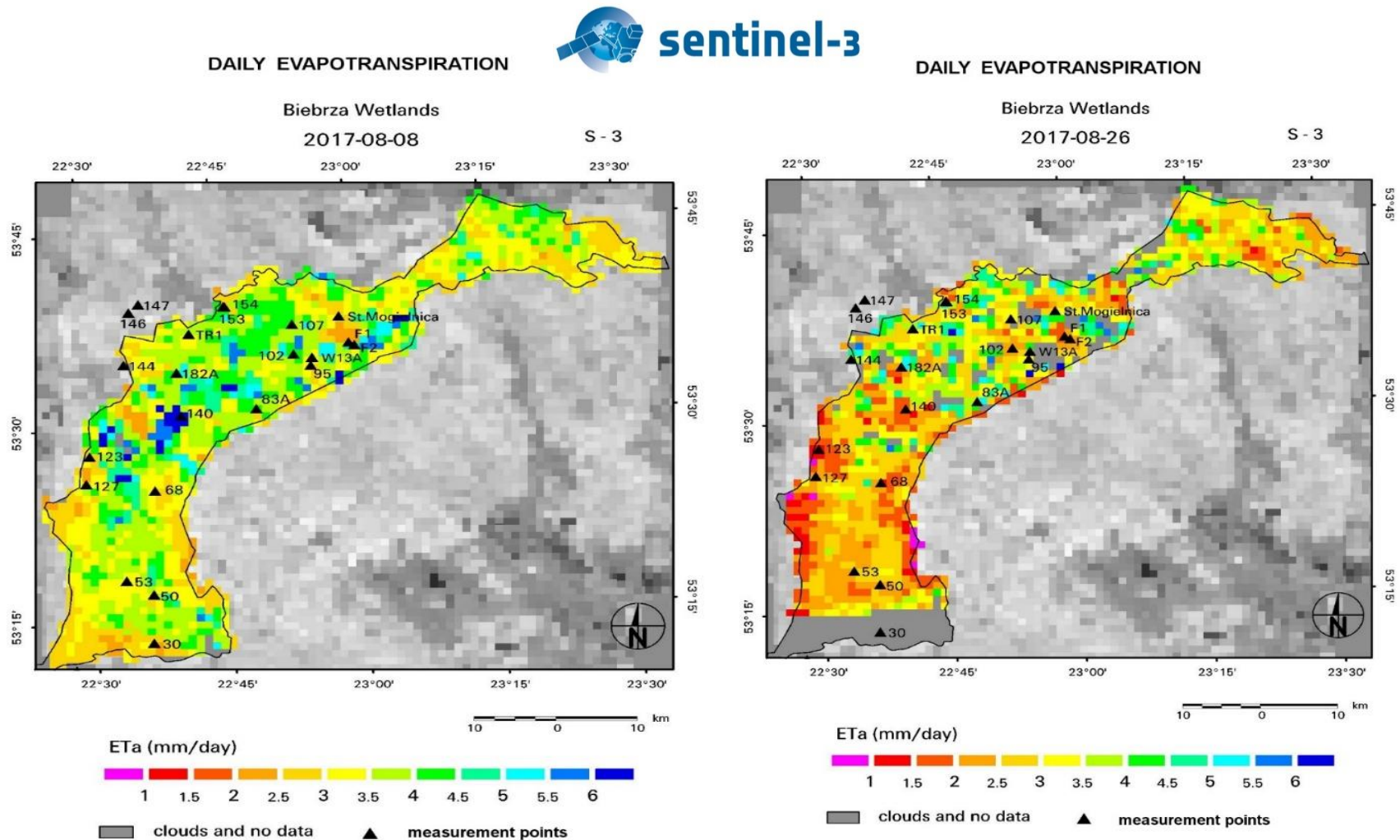
Wilgotność Gleby dla każdej powierzchni pikselu satelitarnego **satelity Sentinel-1** wg modelu IG1K

$$SM_{SAT} = (\sigma_{VH}^0 + 18.9 + 0.14 \cdot (1 - \tau^2) \cdot \cos\theta \cdot (\sigma_{VH}^0 - \sigma_{VV}^0)^2) / (0.33 \cdot \tau^2)$$



Dabrowska-Zielinska, K, Musial, J, Malinska, A, Budzynska, M, Gurdak, R, Kiryla, W, Bartold, M & Grzybowski P 2018 ‘Soil Moisture in the Biebrza Wetlands Retrieved from Sentinel-1 Imagery’, *Remote Sensing*, vol. 10 (12), 1979, doi:10.3390/rs10121979.

EWAPOTRANSPIRACJA DOBOWA (mm) z zastosowaniem temperatury powierzchni LST – Sentinel-3



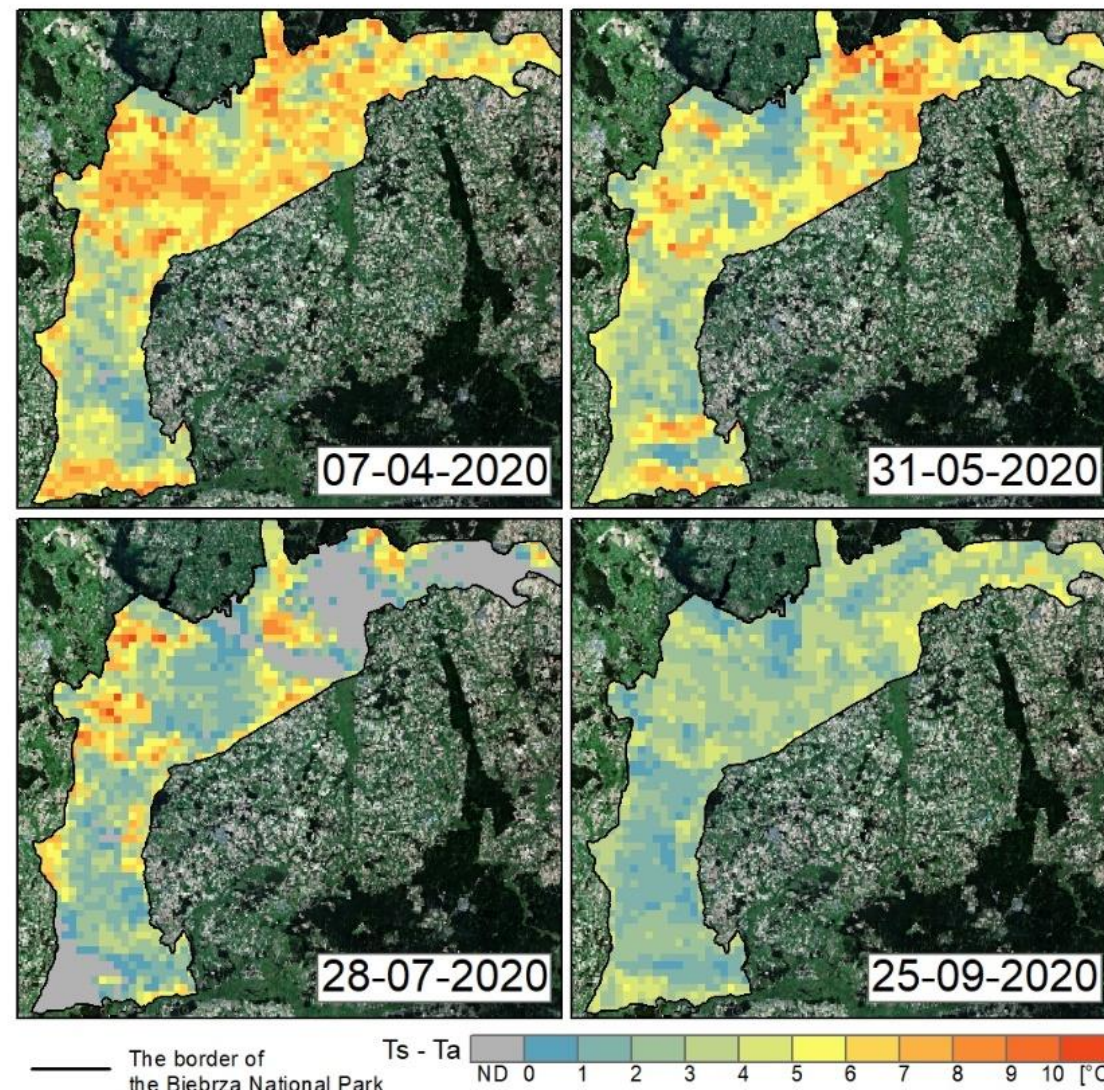
Dane satelitarne Programu Copernicus Sentinel-1/2/3 w badaniach bilansu węgla (3)



MODELE GPP - CO2 zasymilowany przez rośliny w procesie fotosyntezy, tzw. produkcja pierwotna brutto

Terra MODIS	$\overline{GPP}_{day} = -0.37 \cdot \exp(3.87 \cdot NDVI_{MODIS} + 0.000204 \cdot APAR)$	0.70
	$\overline{GPP}_{11:00} = -1.66 \cdot \exp(2.87 \cdot NDVI_{MODIS} + 0.0008 \cdot LE_{MODIS})$	0.55
	$\overline{GPP}_{day} = -2.72 \cdot \exp(0.13 \cdot LAI_{S2} + 0.089 \cdot Ead_{MODIS})$	0.57
Sentinel 2	$\overline{GPP}_{day} = -0.37 \cdot \exp(3.15 \cdot NDVI_{S2} + 1.71 \cdot NDII_{S2})$	0.78
Sentinel 3	$\overline{GPP}_{day} = -0.16 \cdot \exp(4.39 \cdot NDVI_{S3} - 0.004 \cdot (T_s - T_a)^2)$	0.80
	$\overline{GPP}_{09:00} = -0.12 \cdot \exp(4.87 \cdot NDVI_{S3} + 0.0008 \cdot LE_{S3})$	0.73
Terra MODIS	$\overline{GPP}_{day} = -0.84 \cdot \exp(2.86 \cdot NDVI_{MODIS})$	R = 0.47
Sentinel 2	$\overline{GPP}_{day} = -2.94 \cdot \exp(3.22 \cdot NDVI_{S2})$	R = 0.64
Sentinel 3	$\overline{GPP}_{day} = -0.10 \cdot \exp(4.67 \cdot NDVI_{S3})$	R = 0.63

Różnica pomiędzy temperaturą powierzchni Ts i temperaturą powietrza Ta – Sentinel-3 (Ts-Ta)



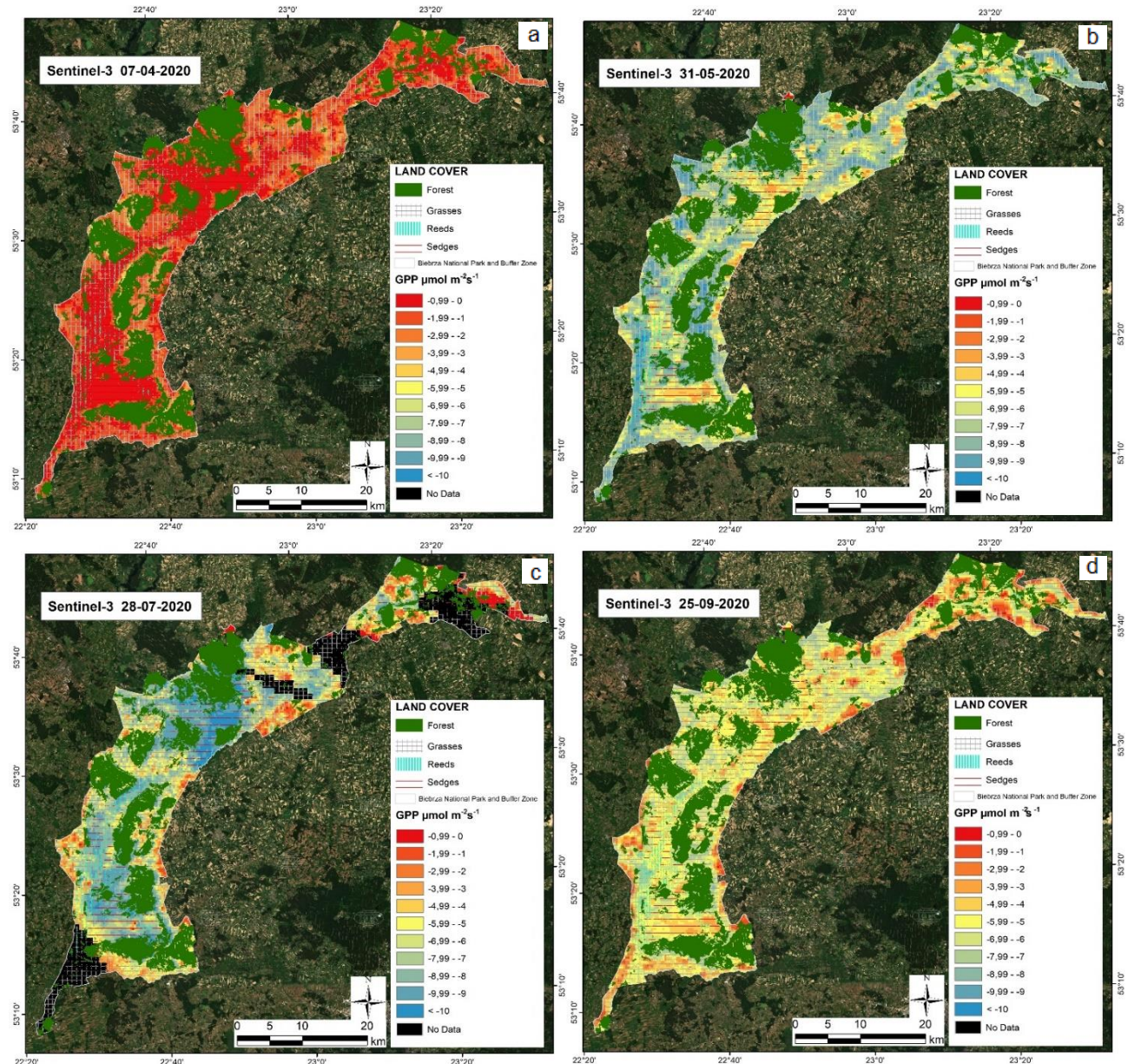
Dane satelitarne Programu Copernicus Sentinel-1/2/3 w badaniach bilansu węgla (4)



Modelowana wartość GPP dzienne z zastosowaniem NDVI i Ts-Ta otrzymane z Sentinel 3 dla całego obszaru Parku Biebrzańskiego dla dni kwiecień – wrzesień

Publikacja:

Dąbrowska-Zielińska K., Misiura K., Malińska A., Gurdak R., Grzybowski P., Bartold M., Kluczek M., 2022, Spatiotemporal estimation of gross primary production for terrestrial wetlands using satellite and field data, Remote Sensing Applications: Society and Environment, Vol. 27, 100786. doi:10.1016/j.rsase.2022.100786

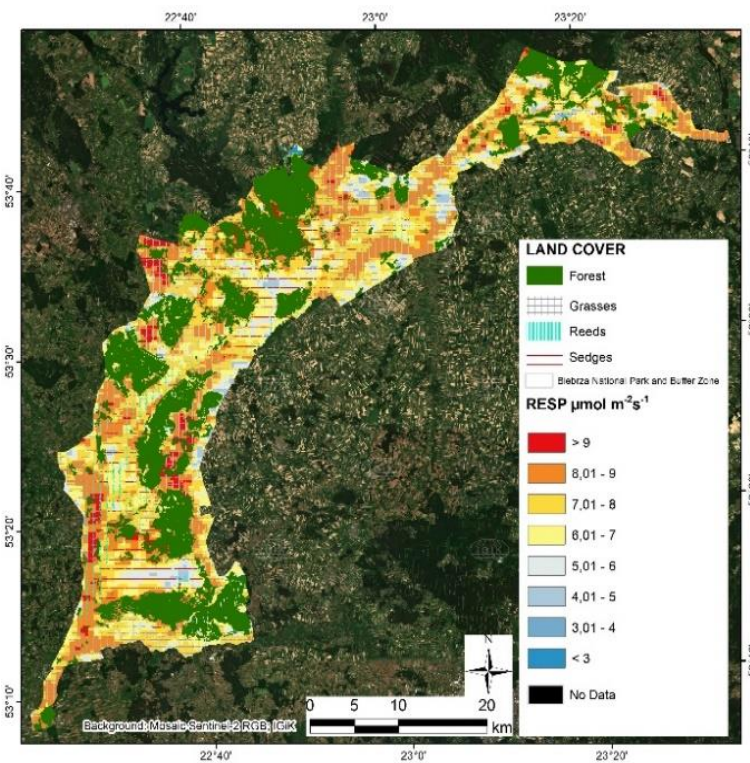
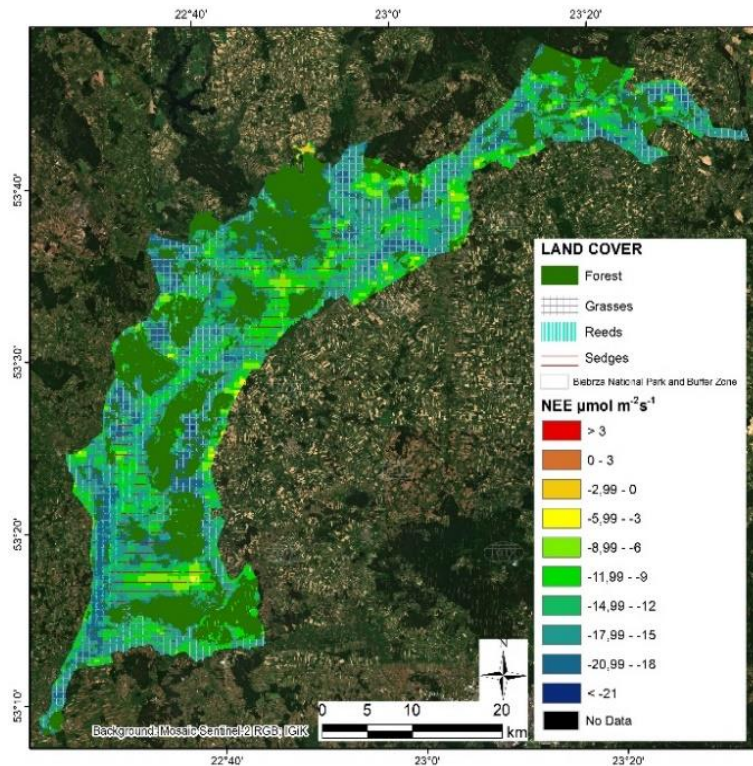


Dane satelitarne Programu Copernicus Sentinel-1/2/3 w badaniach bilansu węgla (5)

NEE -wymiana netto ekosystemu (NEE) określana jako różnica pomiędzy GPP i Reco.

$$NEE_{SAT} = GPP_{SAT} + a \cdot RESP_{SAT}(T_{AIR_day}) + (1 - a) \cdot RESP_{SAT}(T_{AIR_night})$$

gdzie $RESP_{sat} = f(\text{Wilg. NDVI}, T_a, T_{gleby})$



Publikacja:

Dąbrowska-Zielińska K., Misiura K., Malińska A., Grzybowski P., Gurdak R., Bartold M., Kluczek M., 2022, Modelling Net Ecosystem Exchange in the Biebrza Wetlands using satellite and meteorological data, *Miscellanea Geographica*, Vol. 26(4). doi:10.2478/mgrsd-2022-0013

Dyskusja

Utworzone modele wartości zasymilowanego CO₂ przez rośliny w procesie fotosyntezy, (GPP) oraz wymiany netto ekosystemu (NEE) z zastosowaniem danych satelitarnych zostały opracowane w oparciu o pomiary komorowe dla wszystkich trzech ekosystemów.

Przestrzenny rozkład wymiany ekosystemu jak również wartości asymilacji CO₂ w procesie fotosyntezy ma ogromne znaczenie wobec zmian jakie następują na mokradłach. Zmienność w masie roślinnej zaznacza się w zmianie NDVI, zmniejszenie wilgotności odzwierciedla się w zmianach i zwiększeniu wartości (Ts-Ta). Wpłyne to na zmniejszenie asymilacji CO₂.

Wyniki stanowią dużą wartość dla zarządzania ekosystemem mokradel, w procesie odbudowywania przyrody.

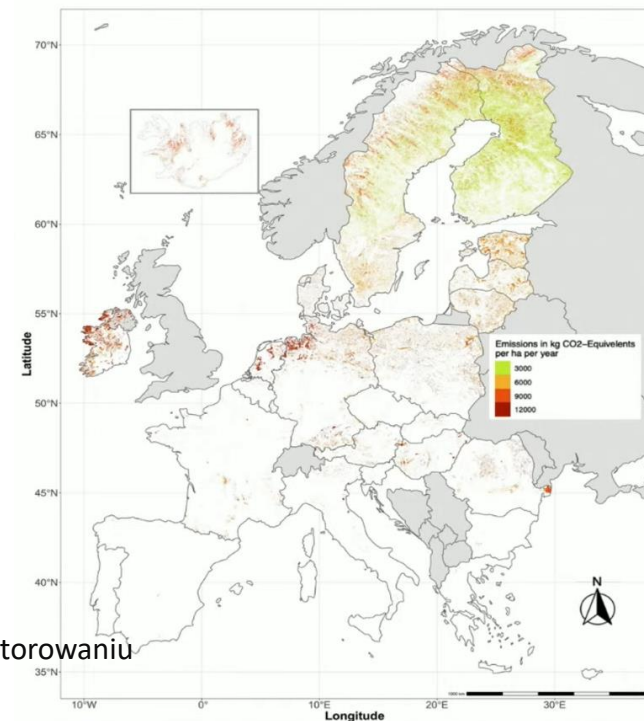
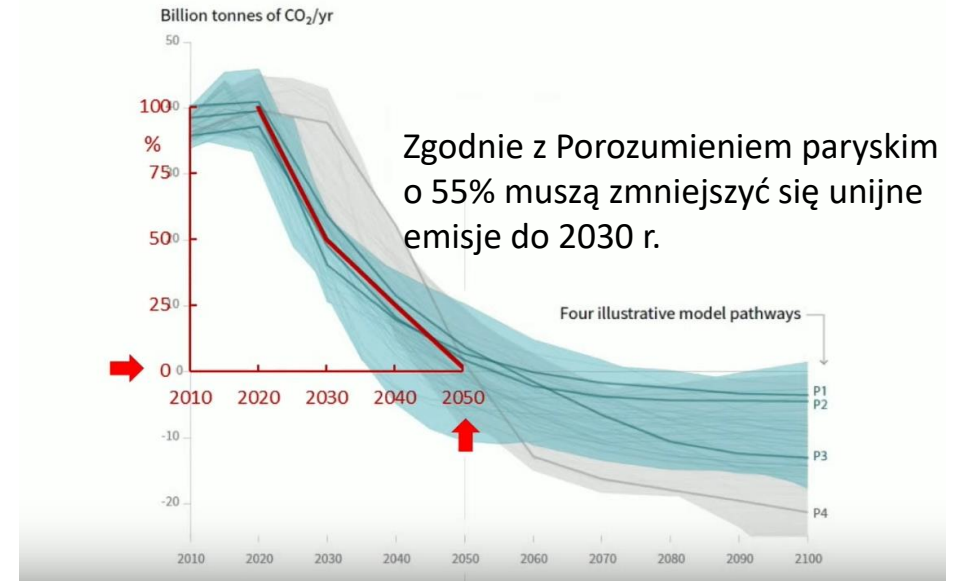
Torfowiska zajmują ok. 3% powierzchni kontynentów, a zmagazynowane jest w nich dwa razy więcej węgla niż sumarycznie we wszystkich lasach na Ziemi, pokrywających ok. 30% powierzchni kontynentów.

Plany na przyszłość: uwzględnienie fluorescencji chlorofilu w badaniach bilansu węgla

15.06.2023

„Z kosmosu widać więcej, czyli rewolucja w monitorowaniu Ziemi – 25 lat Programu Copernicus”

Paris implies: We must until 2050 rewet all drained peatland worldwide = 2 million ha per yr.



We can identify where the emissions come from & where the hotspots are

Osuszone stają się one znaczący źródłem dwutlenku węgla, podtlenku azotu i metanu.

Van Giersbergen (2022)
WUR/LUKE/GMC

Projekt Biebrza

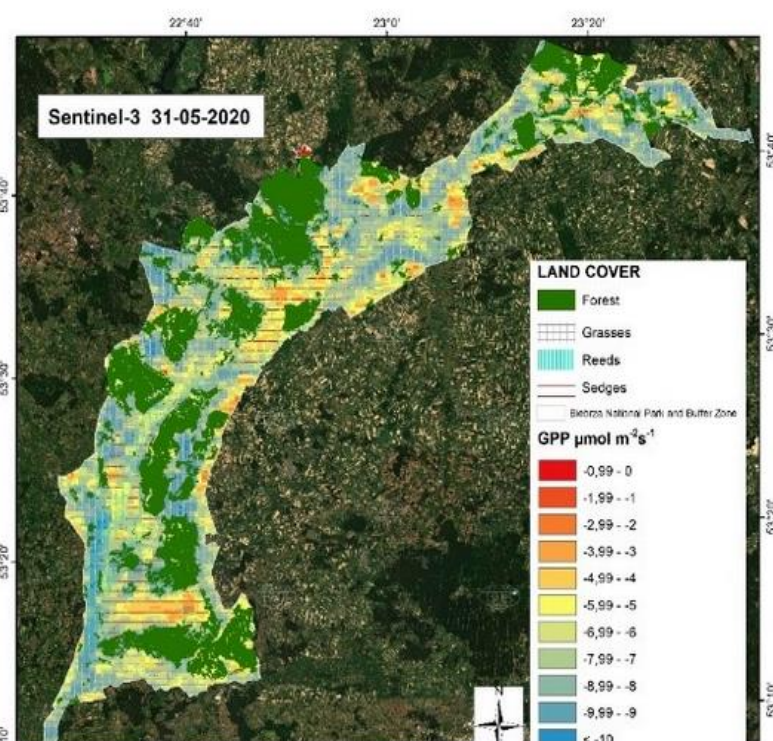
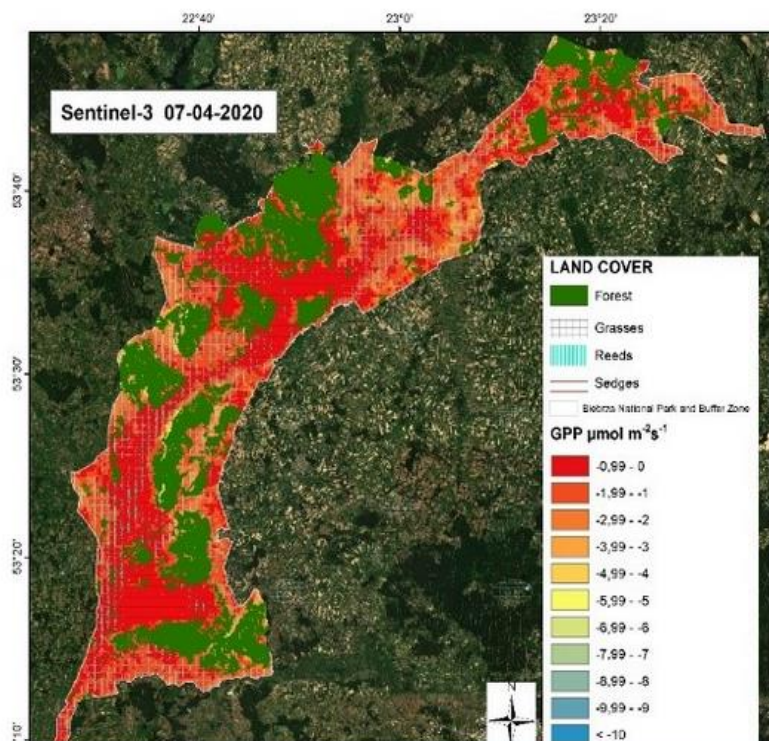
Modelowanie bilansu węgla na obszarach bagiennych z wykorzystaniem danych z najnowszych misji satelitarnych ESA Sentinel-1/2/3


[O projekcie](#)[Szczegółowe cele i zadania](#)[Dane terenowe](#)[Dane satelitarne](#)[Wyniki](#)[Deklaracja dostępności](#)

Mapy GPP

Oficjalna strona internetowa projektu z wynikami badań
<https://projektbiebrza.pl>

Mapy GPP – Gross primary production – były obliczane na podstawie danych o NDVI i temperaturze powierzchni, pozyskanych ze zbioru misji Sentinel-3





Dziękuję za uwagę

Przedstawiona praca została wykonana w ramach
projektu OPUS Narodowego Centrum Nauki 2016/23/B/ST10/03155.

15.06.2023

„Z kosmosu widać więcej, czyli rewolucja w monitorowaniu
Ziemi – 25 lat Programu Copernicus”

Fot. Z.Bochenek