Satelitarne pomiary stanów wody na Odrze jako źródło danych wspierające prognozy hydrologiczne

Tomasz Niedzielski, Michał Halicki

Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski

IV Akademia Kartografii i Geoinformatyki „Modelowanie Czasoprzestrzenne”

Wrocław, 22-24 maja 2024 r.

Uniwersytet Wrocławski

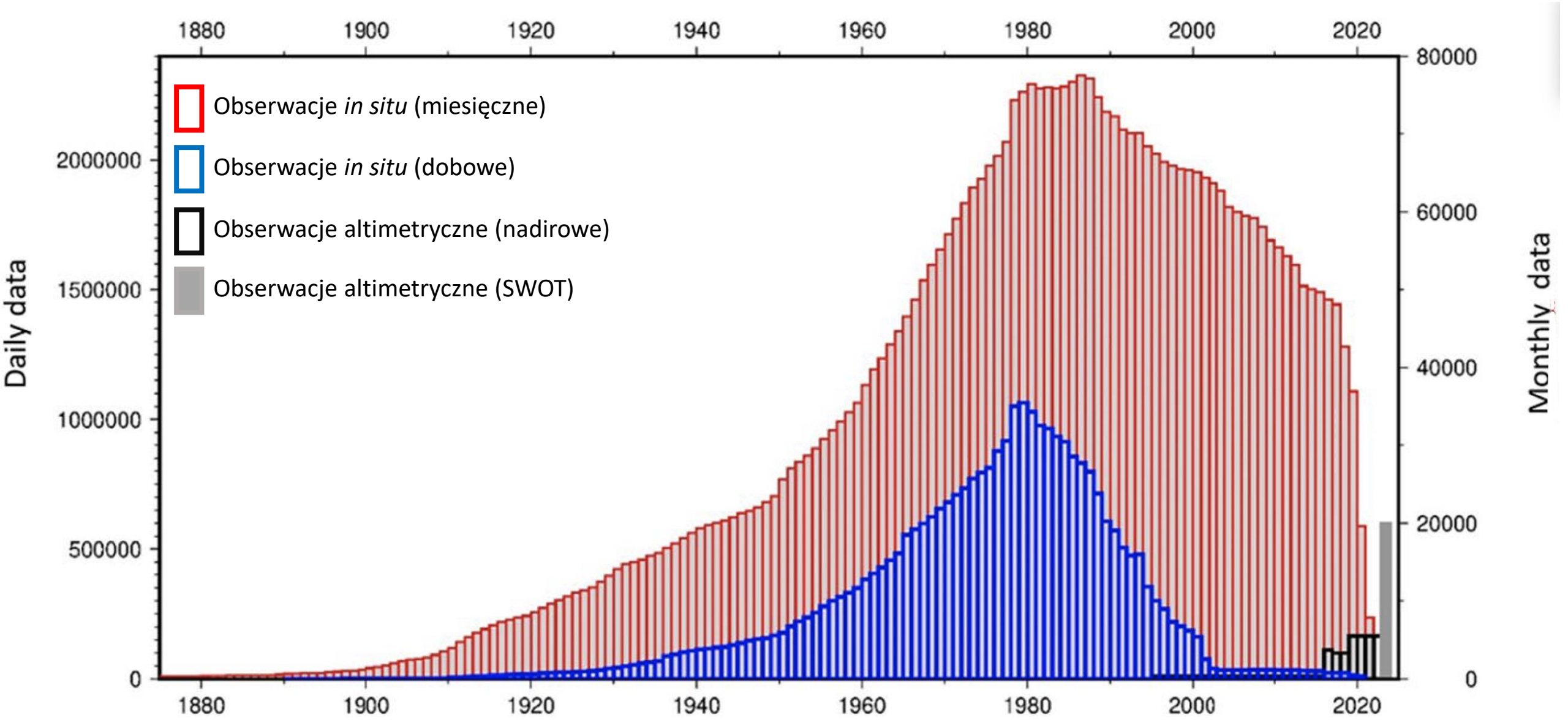
AKADEMIA KARTOGRAFII I GEOINFORMATYKI SKP XXV LAT 22-24 maja 2024 r. Wrocław

Plan prezentacji

1. Wprowadzenie
2. Altimetria satelitarna
3. Prognozy stanów wody na wodowskazy IMGW-PIB
4. Transfer prognoz na wirtualne stacje
5. Podsumowanie

Wprowadzenie

- W ostatnich dekadach zmniejsza się liczba dostępnych pomiarów hydrologicznych na rzekach
- Zwiększa się natomiast liczba, dokładność, a także dostępność obserwacji satelitarnych



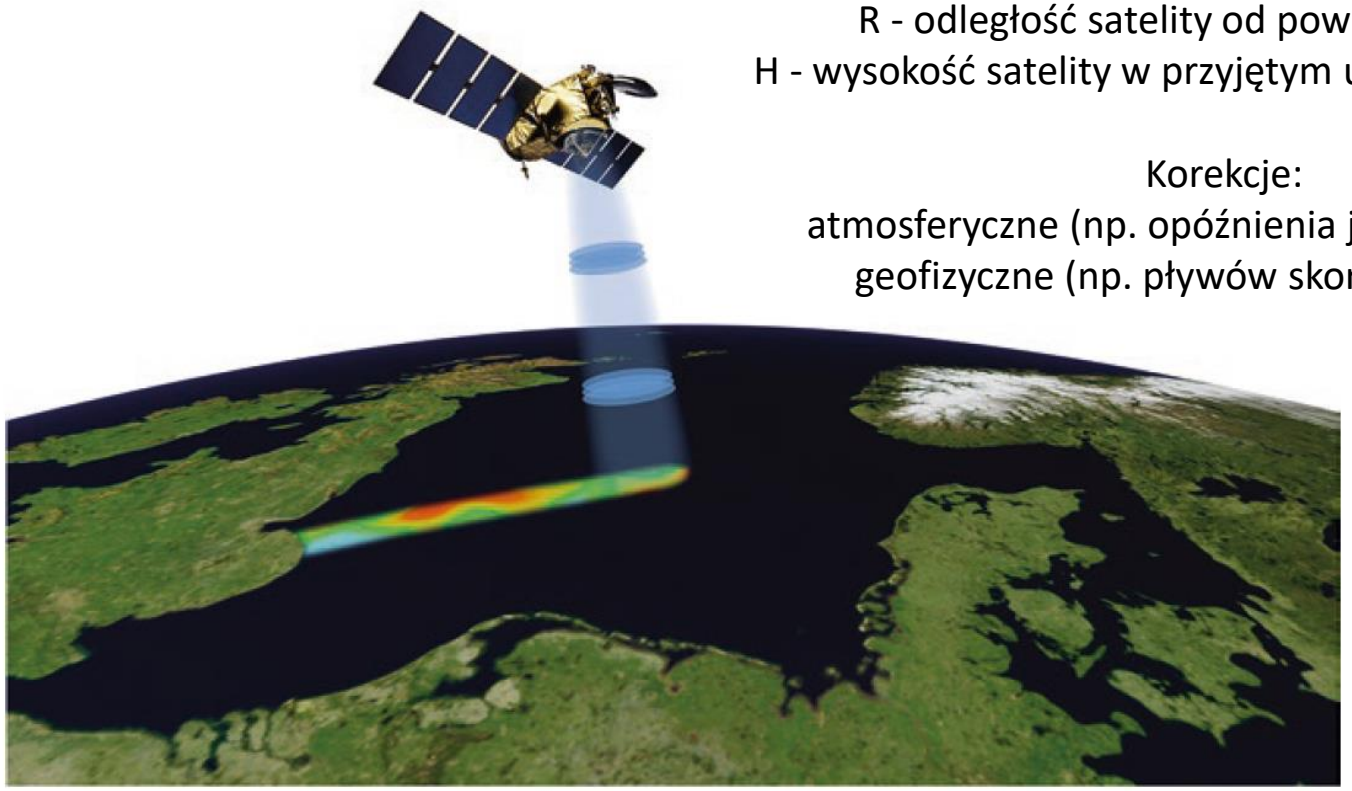
Liczba obserwacji wodowskazowych dostępna w globalnej bazie danych Global Runoff Data Center (za: Cretaux i in. 2023)

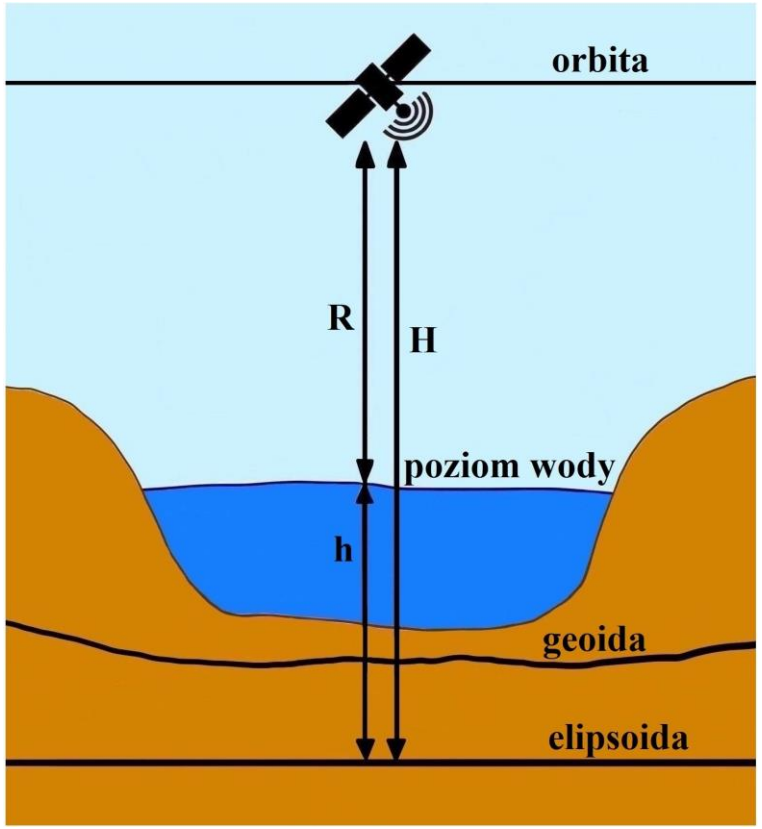
Altimetria satelitarna

$\underline{h = H - (R + korekcje\ pomiarowe):}$

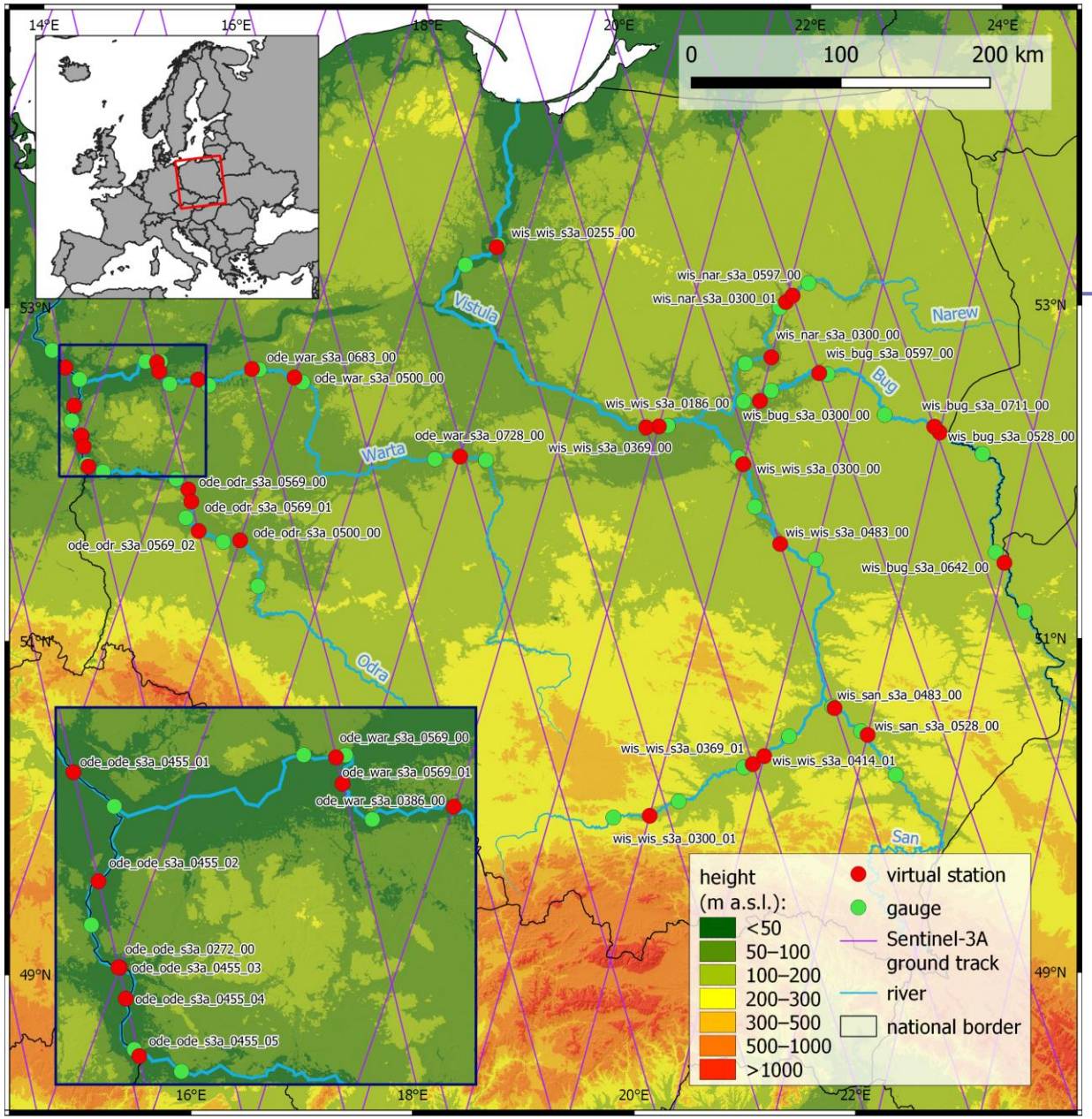
h - poziom wody w przyjętym układzie odniesienia
R - odległość satelity od powierzchni wody
H - wysokość satelity w przyjętym układzie odniesienia

Korekcje:
atmosferyczne (np. opóźnienia jonosferycznego)
geofizyczne (np. pływów skorupy ziemskiej

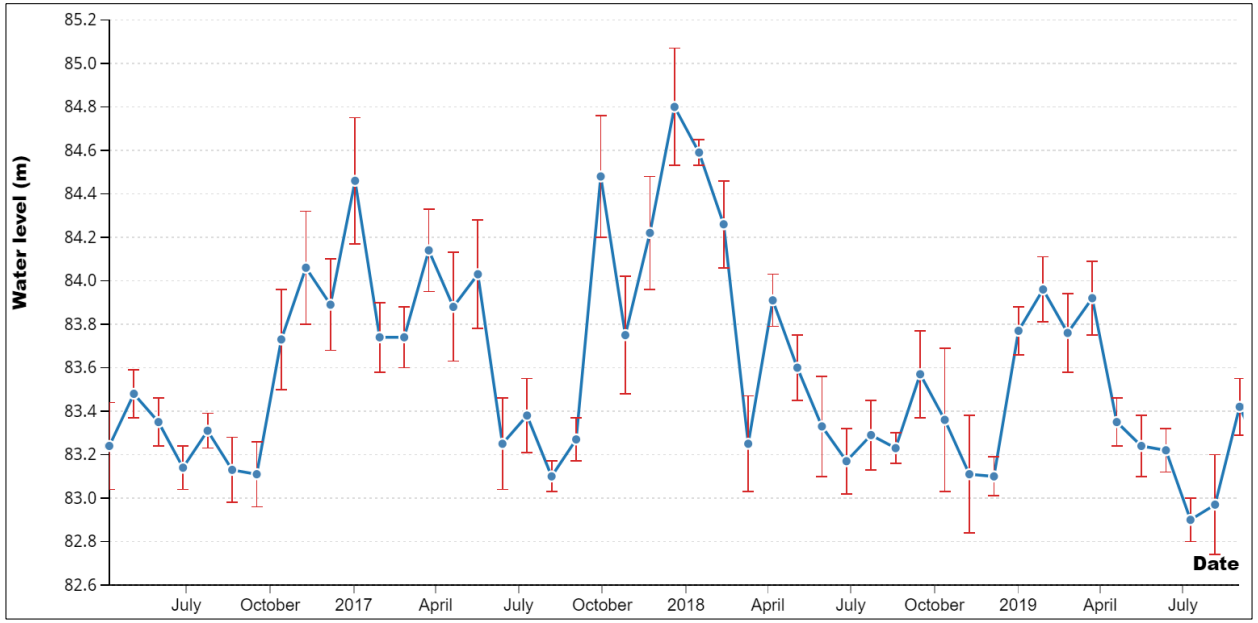




Altimetria satelitarna na polskich rzekach

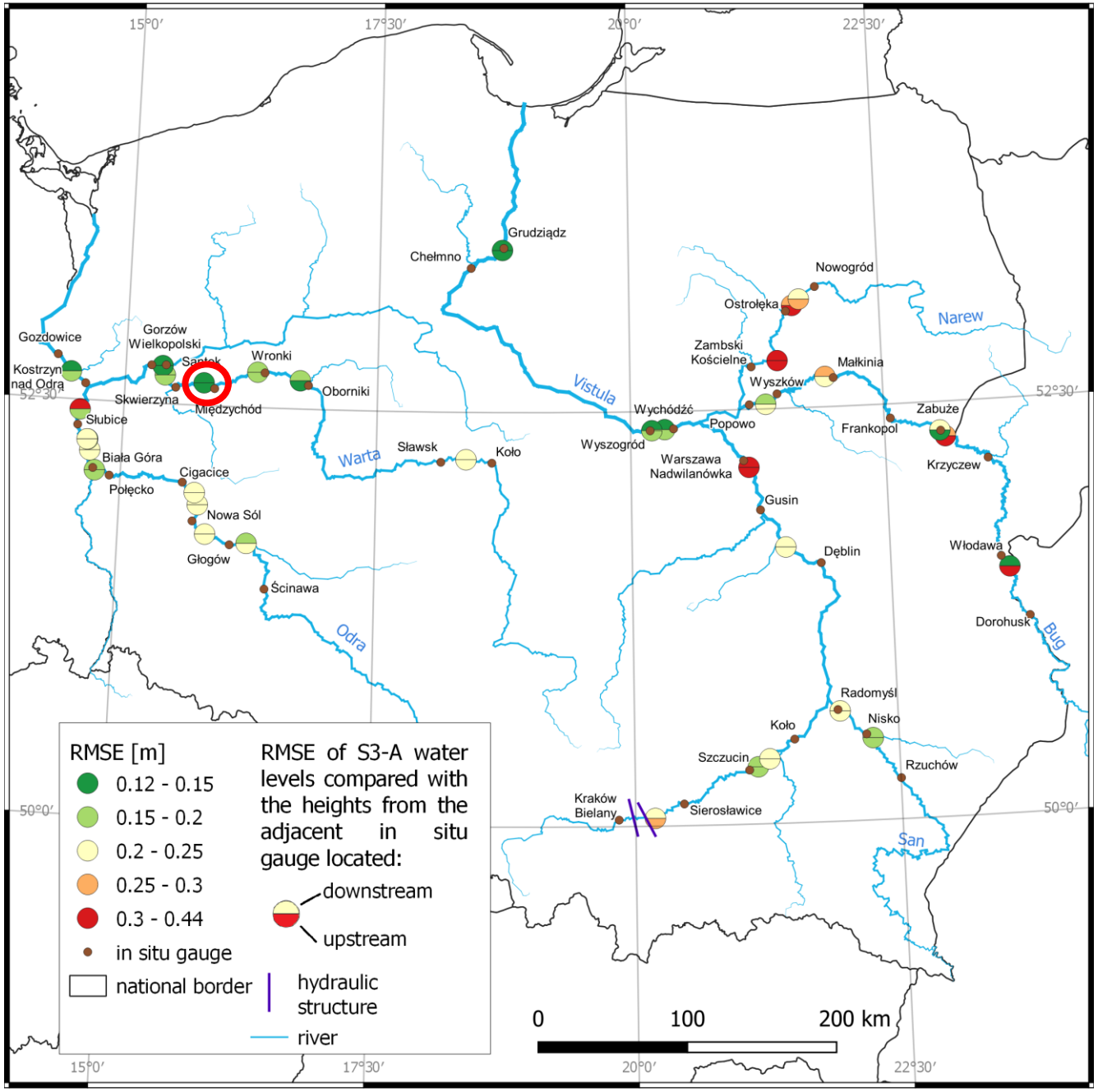


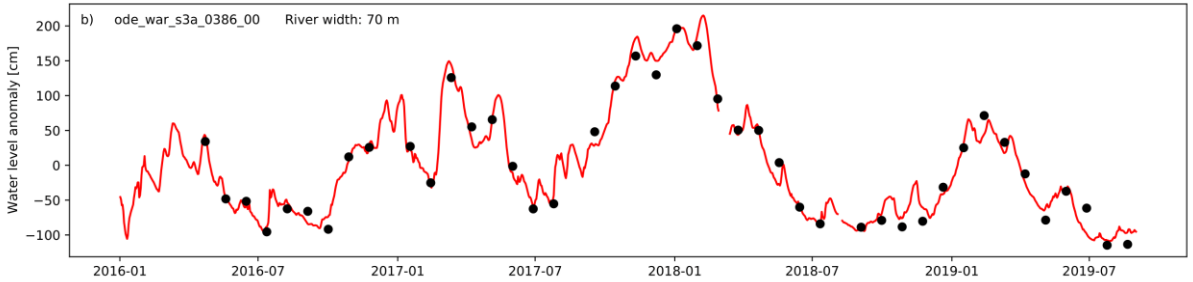
- Dane altimetryczne: 34 wirtualne stacje na 6 rzekach, źródło: http://hydroweb.theia-land.fr/
- Zakres czasowy: kwiecień 2016 – sierpień 2019 r.
- Źródło danych referencyjnych: IMGW-PIB

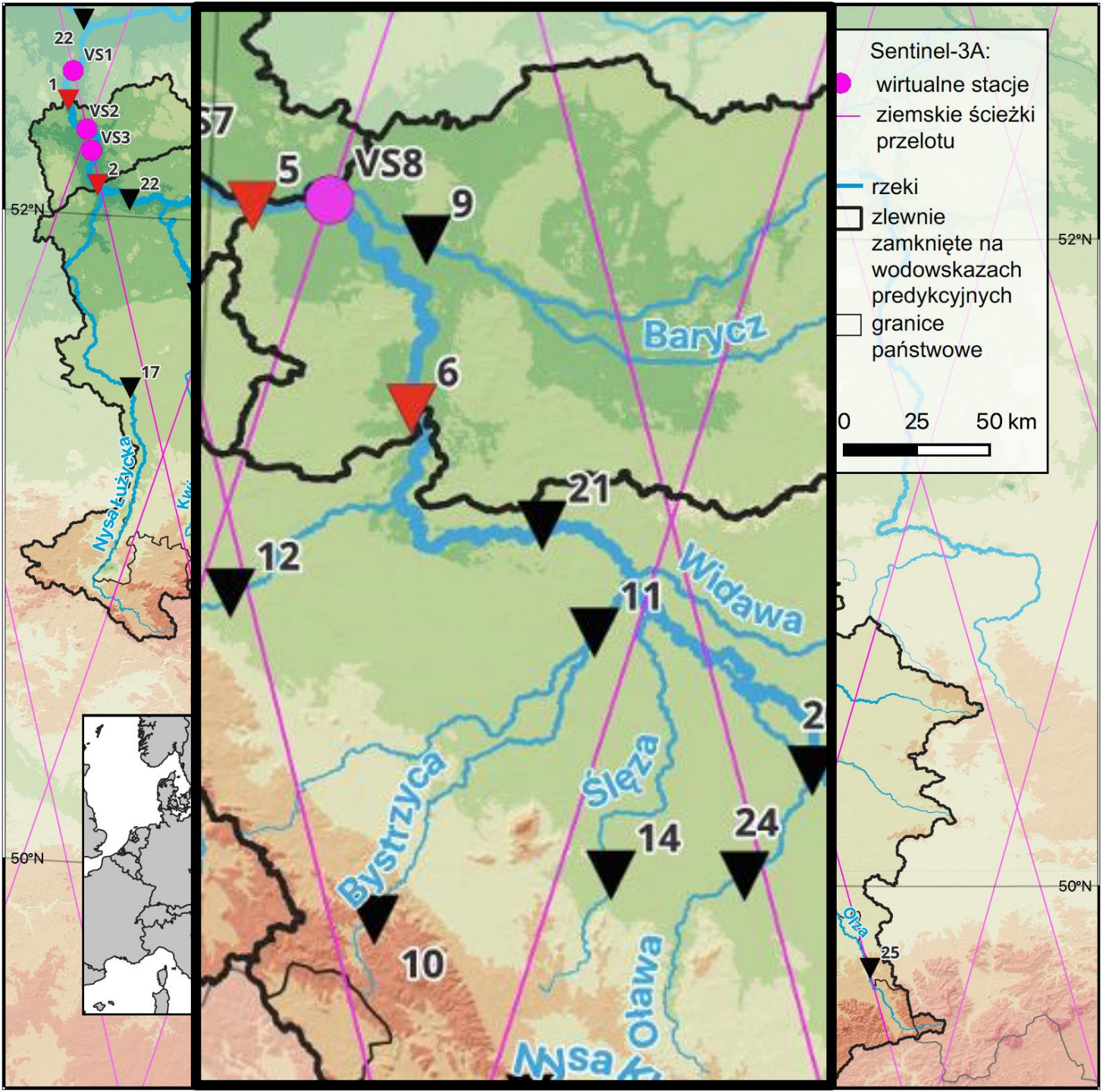


Altimetria satelitarna na polskich rzekach

- Średni błąd pomiaru RMSE (Root Mean Squared Error) = 20 cm, zakres: 12-44 cm
- Pomiary prowadzone nawet na wąskich odcinkach rzek (szerokość 40 m)
- Średnia wartość NSE (Nash Sutcliffe Efficiency) = 0,84







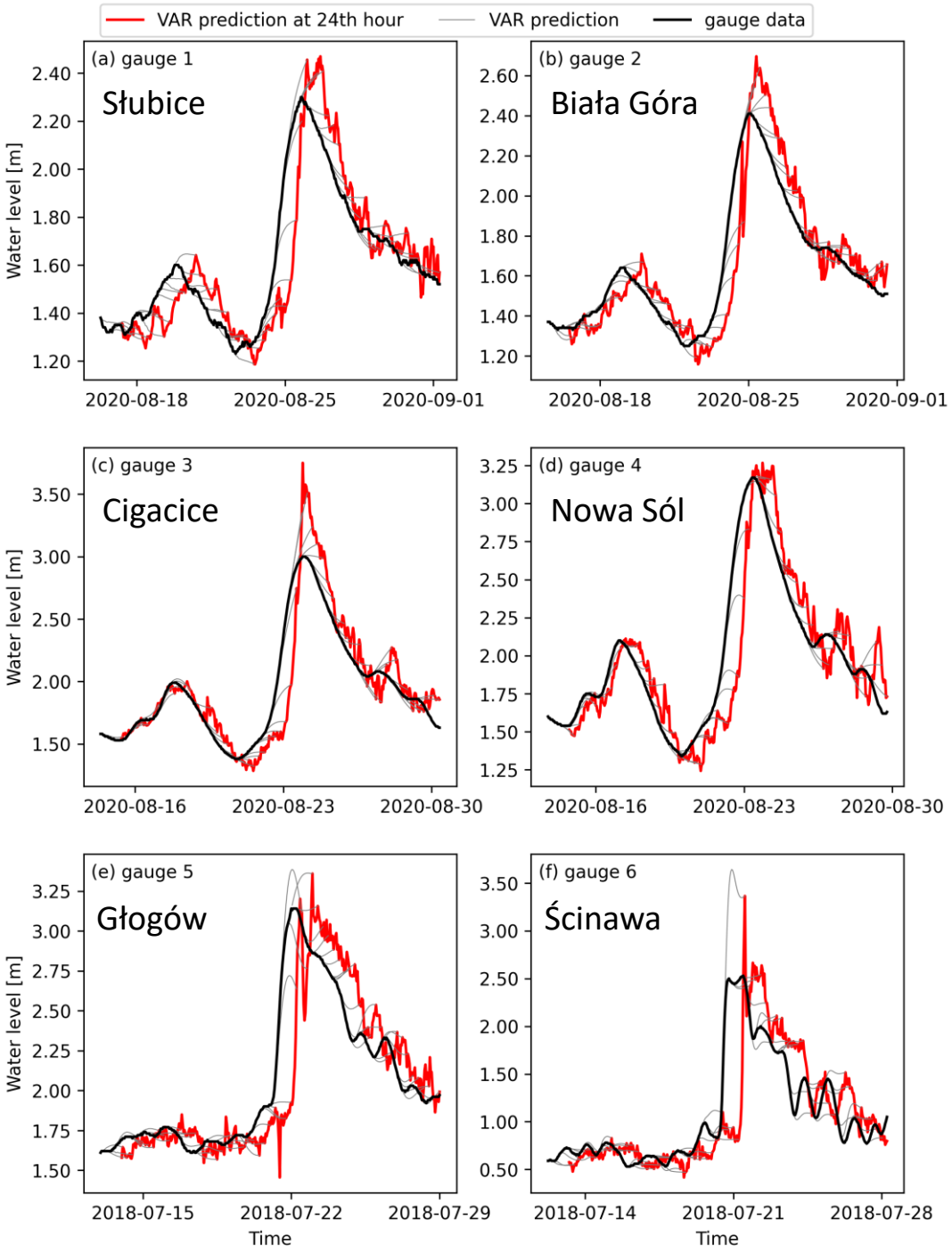
Prognozy stanów wody

Obszar badań:

- 8 wirtualnych stacji satelity Sentinel-3A
- 6 wodowskazów predykcyjnych
- 22 wodowskazy w zlewni

Metody:

1. Preprocessing danych IMGW-PIB (interpolacja + detekcja artefaktów)
2. Prognozy z wykorzystaniem wektorowego modelu autoregresji (VAR) na wodowskazy
3. Przeniesienie prognoz na wirtualne stacje



Prognozy stanów wody na wodowskazy IMGW-PIB

- Model dobrze radzi sobie z predykcją wezbrań
- W niektórych przypadkach prognozy mogą jednak być przeszacowane o kilkadziesiąt centymetrów (wodowskaz 3 i 6)

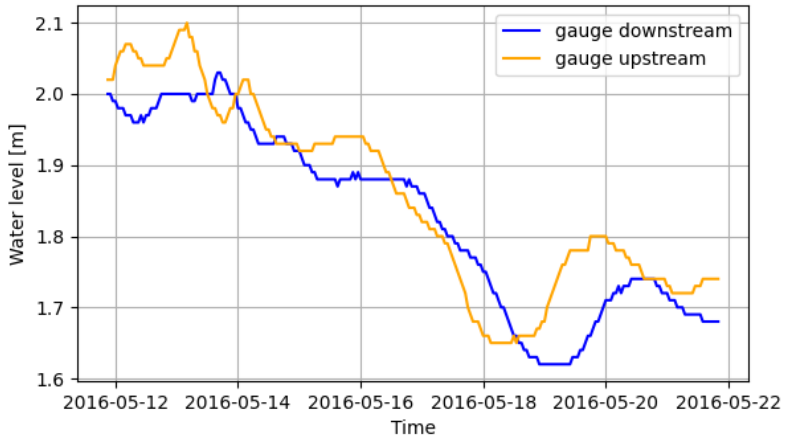
Transfer prognoz na wirtualne stacje

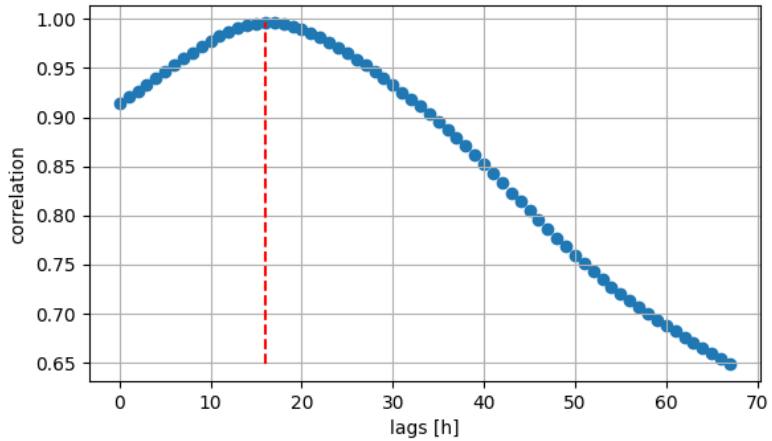
1. Obliczenie przesunięcia czasowego między wodowskazem a wirtualną stacją:

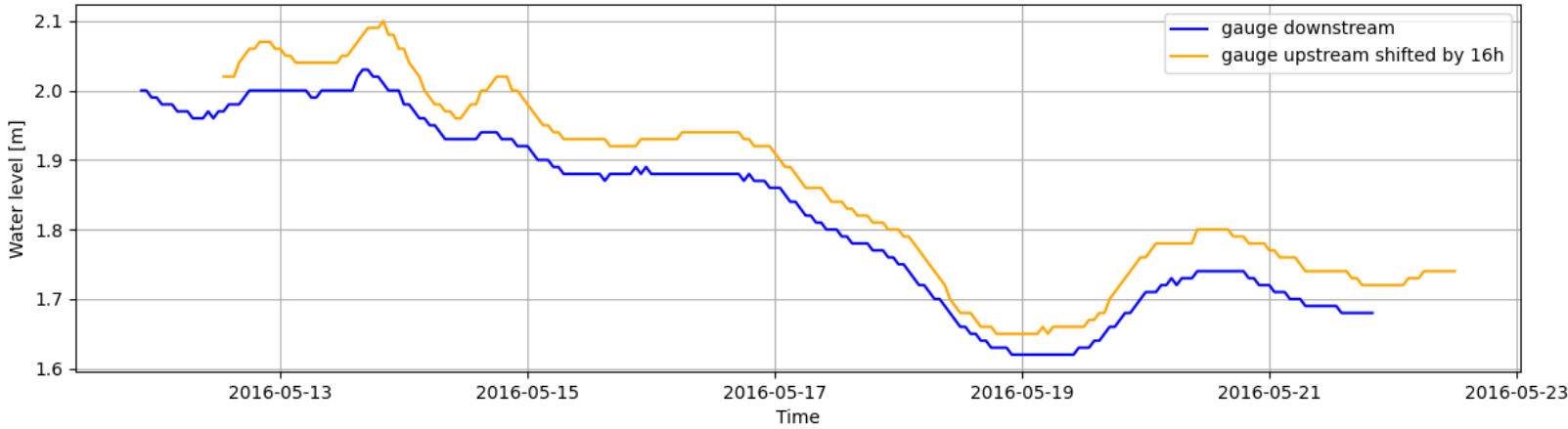
I. Wyznaczenie takiego przesunięcia między sąsiednimi wodowskazami, dla którego korelacja hydrogramów będzie największa

II. Obliczenie prędkości płynięcia wody (odległość / czas)

III. Obliczenie przesunięcia między wodowskazem a wirtualną stacją (prędkość * odległość)







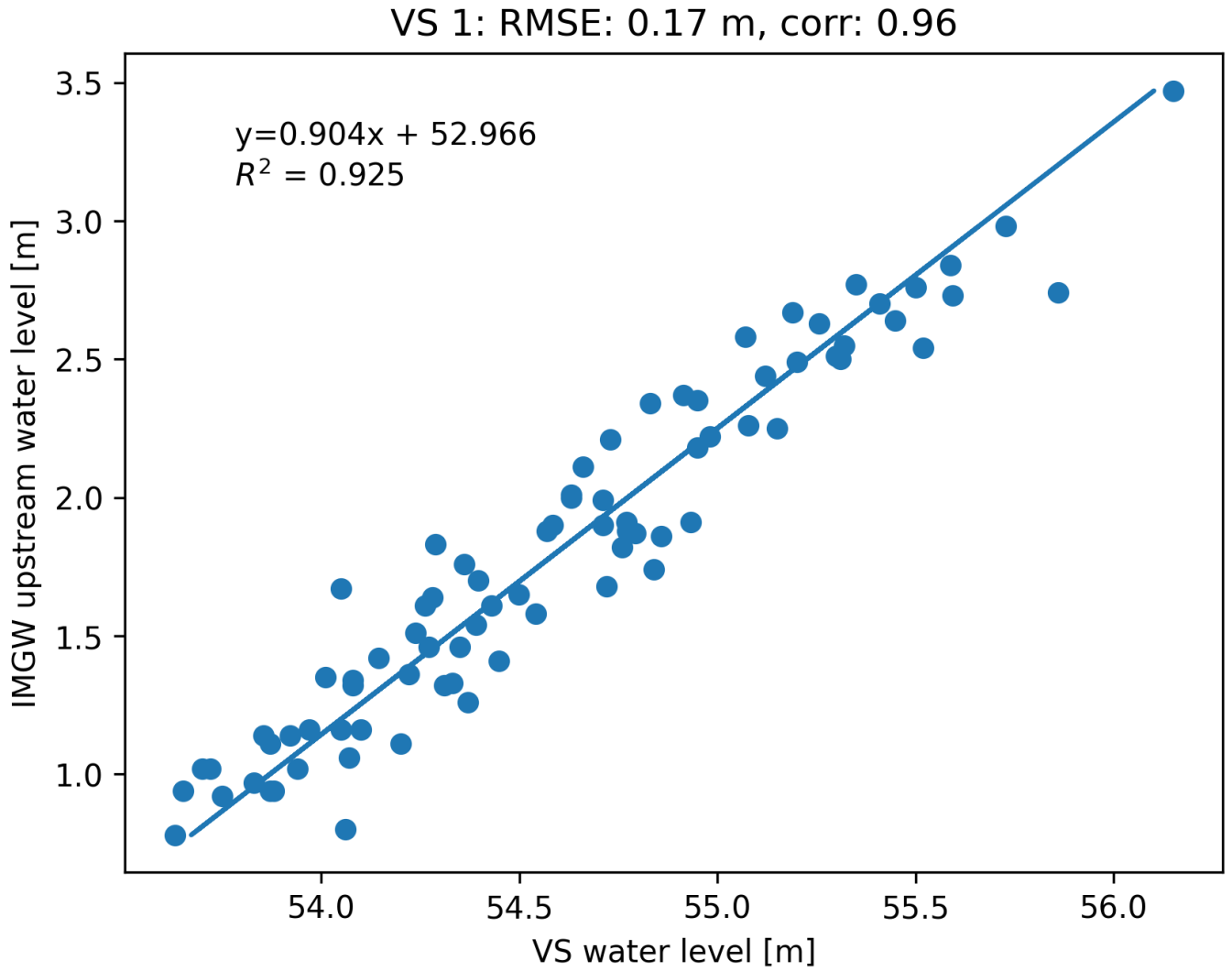
Transfer prognoz na wirtualne stacje

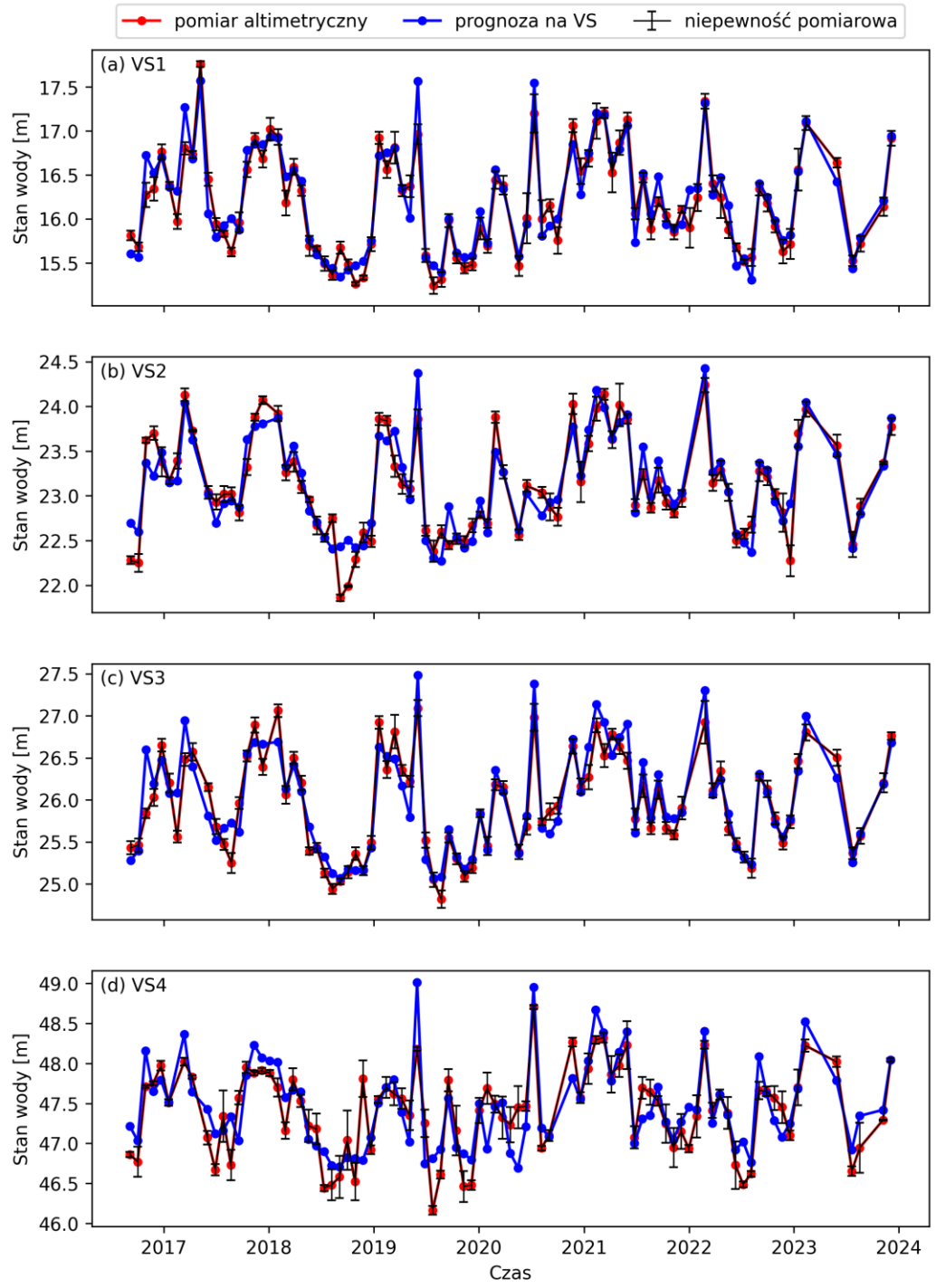
2. Zestawienie pomiarów altimetrycznych i wodowskazowych (biorąc pod uwagę przesunięcie czasowe)

3. Wyznaczenie regresji liniowej pomiędzy obserwacjami

4. Przeliczenie prognoz z wodowskazów na wirtualne stacje

5. Przesunięcie prognoz w czasie





Transfer prognoz na wirtualne stacje

VS	Miara	Długość prognozy [h] 12	24	48	72
1	RMSE [m]	0.16	0.15	0.16	0.19
	NSE	0.92	0.93	0.92	0.88
2	RMSE [m]	0.19	0.18	0.20	0.22
	NSE	0.88	0.89	0.87	0.85
3	RMSE [m]	0.19	0.21	0.23	0.23
	NSE	0.89	0.87	0.84	0.85
4	RMSE [m]	0.27	0.28	0.27	0.32
	NSE	0.74	0.73	0.73	0.63
5	RMSE [m]	0.21	0.19	0.19	0.21
	NSE	0.77	0.80	0.81	0.77
6	RMSE [m]	0.20	0.19	0.26	0.29
	NSE	0.88	0.89	0.80	0.76
7	RMSE [m]	0.24	0.22	0.30	0.33
	NSE	0.84	0.86	0.71	0.67
8	RMSE [m]	0.24	0.24	0.26	0.31
	NSE	0.85	0.85	0.82	0.74

Podsumowanie

- Altimetria satelitarna dostarcza dokładnych pomiarów stanów wody na wirtualnych stacjach na polskich rzekach (ϕRMSE ≈ 0,22 m)
- Transfer prognoz stanów wody na wirtualne stacje z wykorzystaniem modelu VAR, regresji liniowej i statystycznej metody określania prędkości płynięcia rzeki pozwolił na uzyskanie dokładnych prognoz nawet do 72 godzin (NSE od 0,63 do 0,93)
- Metoda może być zastosowana na dowolnej rzece na świecie i pozwolić na zagęszczenie miejsc, w których stawiane są prognozy stanów wody

Dziękuję za uwagę