

OTWARTE SEMINARIA IETU

MODELOWANIE OBIEGU WODY I ZANIECZYSZCZEŃ NA PRZYKŁADZIE ZLEWNI RZEKI MAŁEJ WISŁY

mgr inż. Rafał Ulańczyk
– Instytut Ochrony Środowiska - PIB
Katowice, 20 lutego 2020

- 1) Przyczyny podjęcia pracy nad systemem informacyjnym dla zlewni Małej Wisły
- 2) Budowa systemu w oparciu o modele matematyczne
- 3) Prezentacja wyników obliczeń online (system CRIS)
- 4) Bilans wodny i bilans biogenów w zlewni Zbiornika Goczałkowice
- 5) Ocena użyteczności systemu

- Prace finansowane ze środków statutowych IETU (2009-2013)
- Projekt CRIS (2013-2016)
- Przewód doktorski Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego (2012-2020)
- Prace realizowane przez IOŚ-PIB w latach 2016-2019 finansowane ze środków statutowych oraz zlecone przez GIOŚ, Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Ministerstwo Środowiska

Realizatorzy prezentowanych wyników:

Zademonstrowanie technik opartych o modelowanie matematyczne i dostarczających informacji o bilansie wody i zanieczyszczeń w zlewniach rzecznych **oraz przetestowanie** ich na przykładzie zlewni Małej Wisły.

- Głównie - **pokazanie użyteczności** metod i narzędzi
- **Dostarczenie informacji** o zlewni rzeki Małej Wisły

Świadomość potrzeb dotyczących zademonstrowania możliwości i użyteczności modelowania matematycznego, jako narzędzia wspierającego zarządzanie i ochronę zasobów wodnych w Polsce

- Czym jest model?



Świadomość ta wynikała z:

- przeglądu licznych dokumentów promujących i sugerujących używanie modeli matematycznych
- doświadczeń w zakresie zastosowania modeli matematycznych w analizach procesów zachodzących w różnych komponentach środowiska.

„Systemy informacyjne oparte o modele matematyczne mogą skutecznie uzupełniać monitoring środowiska w celu zobrazowania jego stanu i presji oddziaływujących na środowisko, a także wspierać zarządzanie zasobami naturalnymi i planowanie przestrzenne ukierunkowane na ochronę zasobów wodnych.”

Pozornie stwierdzenie to nie wymaga weryfikacji, a jednak...

istnieje wiele czynników ograniczających zastawanie modeli w praktyce i wykorzystanie ich potencjału.

Przegląd

- **modeli** matematycznych i systemów wspomagania decyzji w zakresie gospodarowania zasobami wodnymi,
- **wytycznych**, zaleceń i innych dokumentów strategicznych
- **potrzeb** artykułowanych przez potencjalnych użytkowników / odbiorców

Przygotowanie koncepcji systemu (oprogramowania), pozwalającego na symulacje przepływu wody i zanieczyszczeń w pełnym cyklu obiegu wody

Parametryzacja, kalibracja i walidacja modeli matematycznych, ich integracja i przygotowanie interfejsu użytkownika

Analiza i dyskusja wyników bilansu wodnego i bilansu azotu w zlewni Małej Wisły

Dyskusja użyteczności opracowanych narzędzi

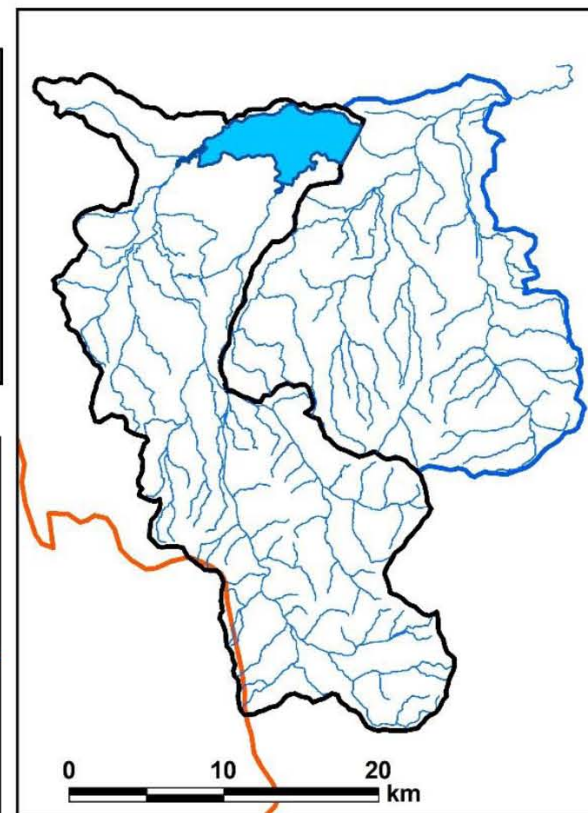
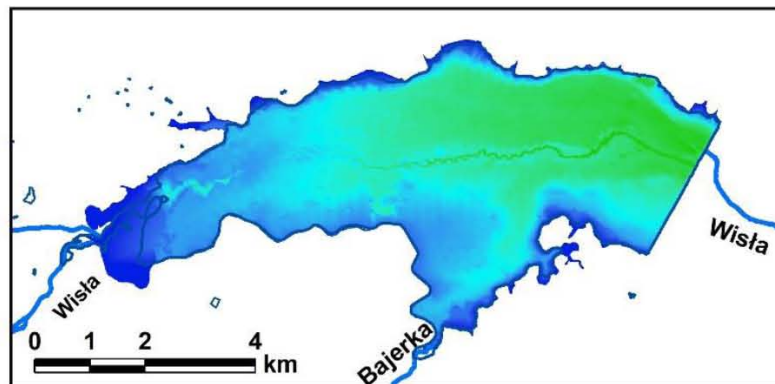
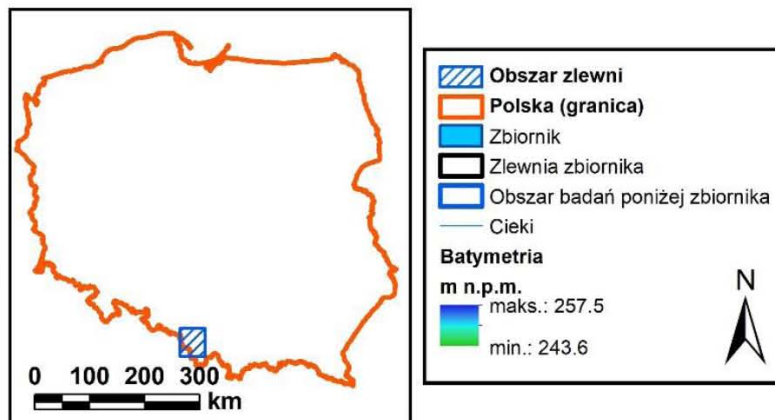
Rozpowszechnianie rezultatów pracy w celu **zapewnienia** ich **szerszego wykorzystania**

OBSZAR DEMONSTRACJI:

Zlewnia Małej Wisły

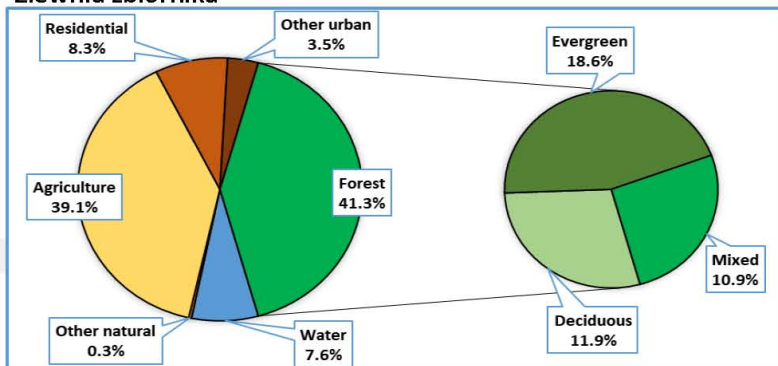
Zlewnia Wisły
o powierzchni około
1 000 km² od źródeł
do przekroju
wodowskazowego
w Jawiszowicach

W tym Zbiornik
Goczałkowice
(32 km²)

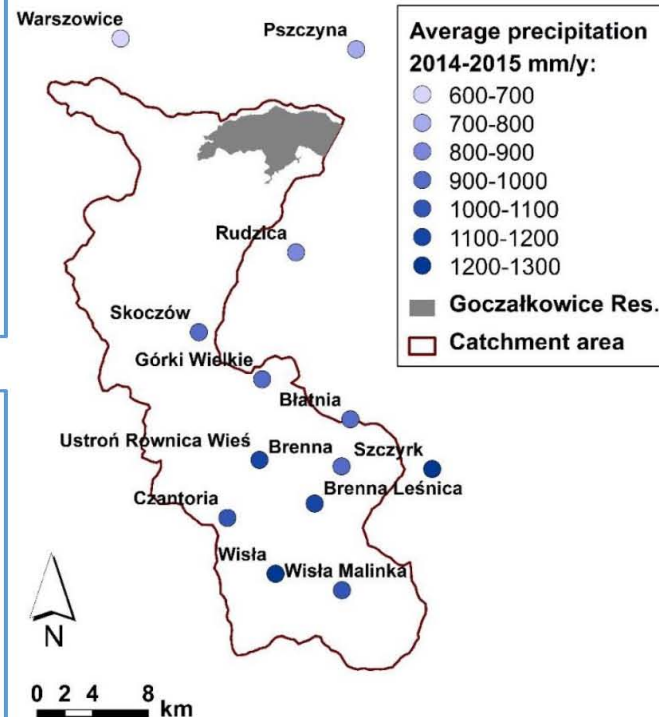
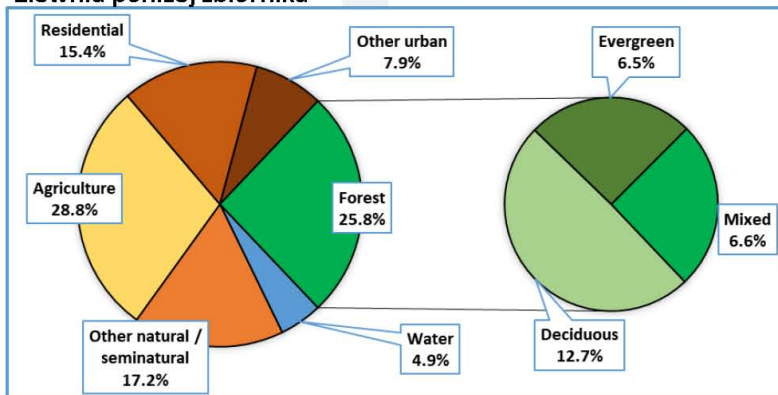


- Zróżnicowane użytkowanie terenu
- Zróżnicowane parametry meteorologiczne (w tym opad i temperatura)

Zlewnia zbiornika

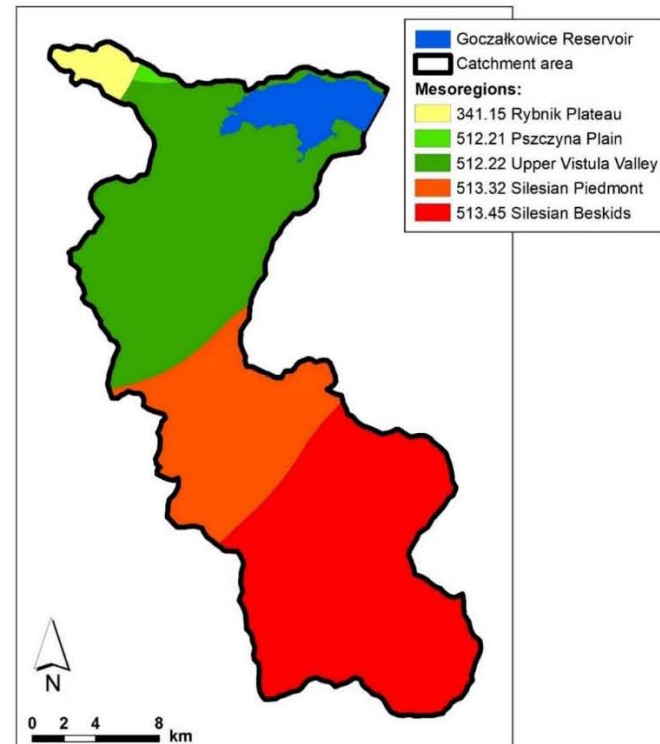
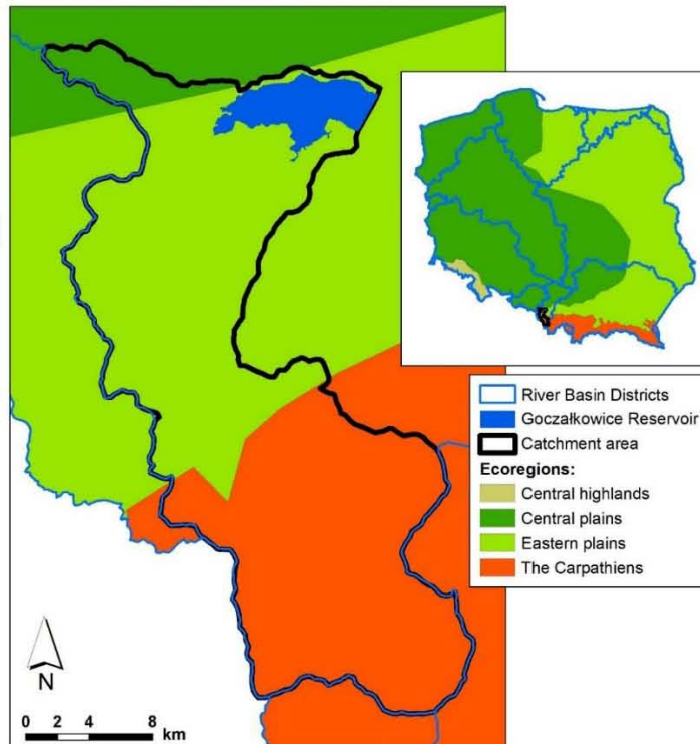


Zlewnia poniżej zbiornika

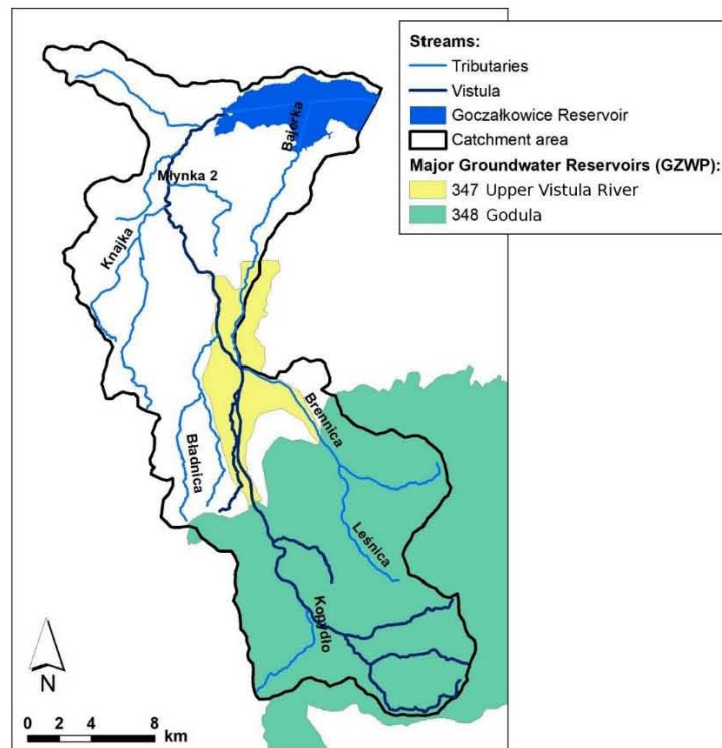
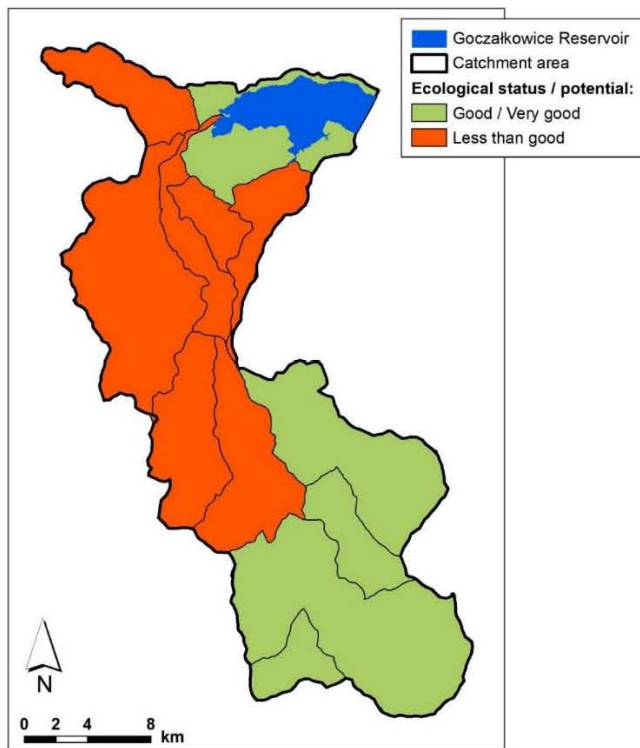


Bardzo zróżnicowany
obszar

- 3 ekoregiony
(z 5 w Polsce)
- 5 mezoregionów



- Różny stopień antropopresji i w efekcie jakości wód
- Obecność GZWP w połowie analizowanego obszaru

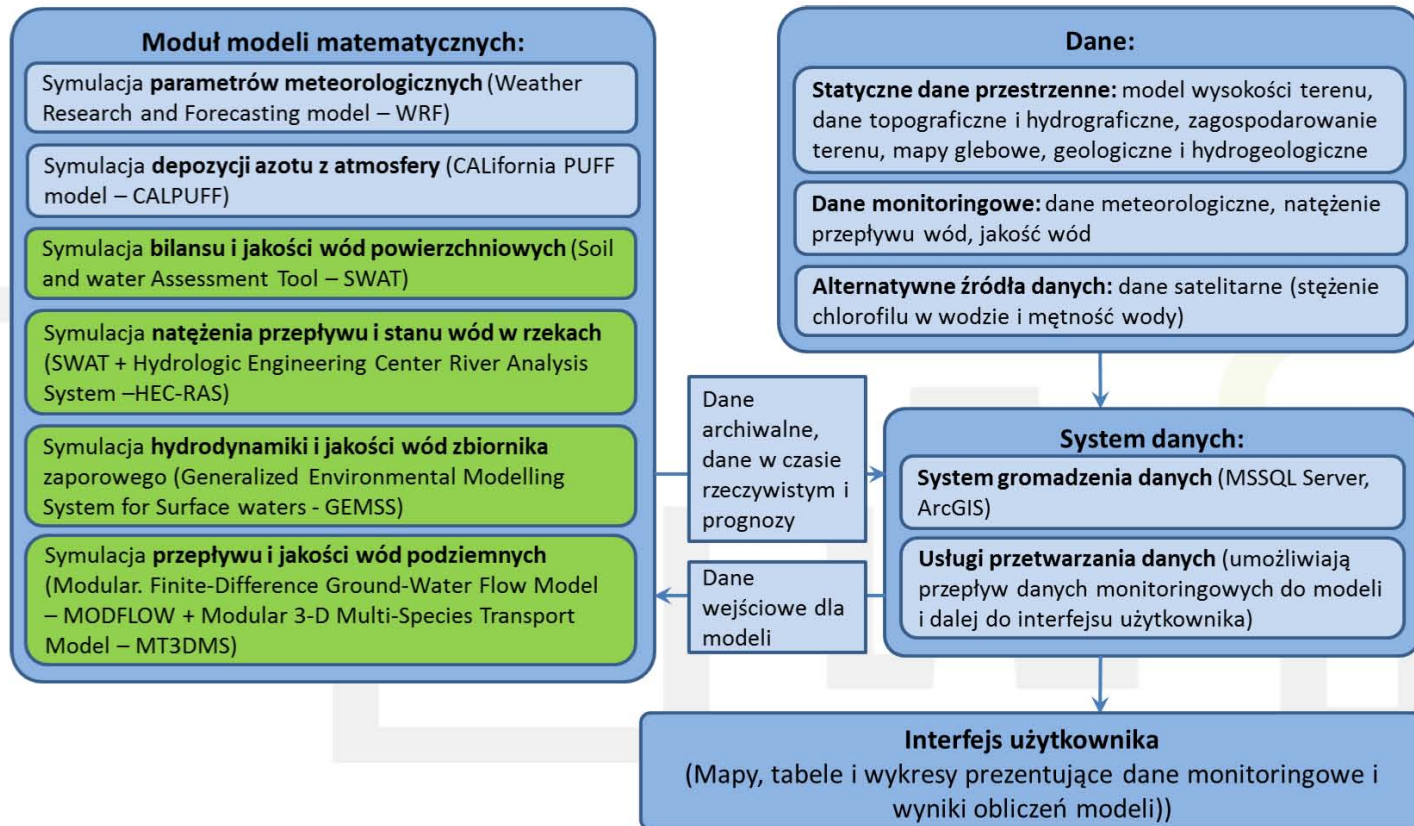


KONCEPCJA SYSTEMU

SYSTEM INFORMACYJNY DLA ZLEWNI MAŁEJ WISŁY – ZAŁOŻENIA OGÓLNE

Schemat systemu
informacyjnego

Zielonym kolorem
wyróżniono modele
symulujące przepływ
i jakość wód
powierzchniowych
i podziemnych

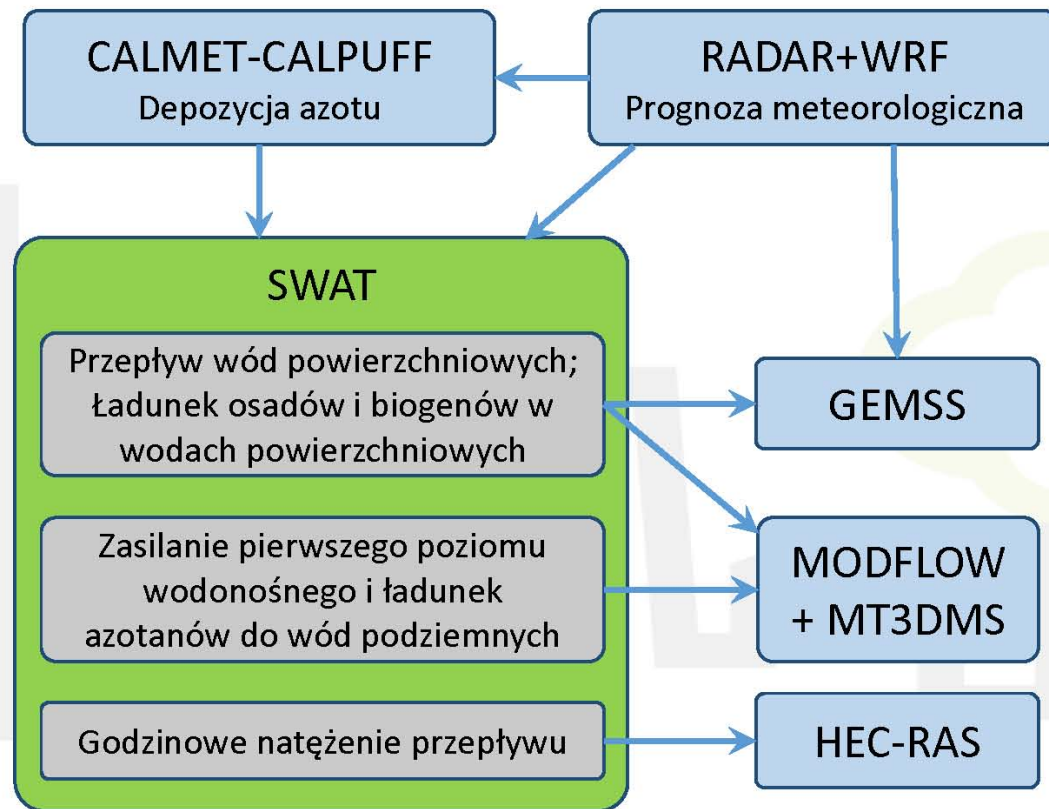


SWAT jako centralna część modułu
modeli matematycznych

Modele uruchamiane każdego dnia

Kolejność uruchamiania wymagana
wymianą danych między modelami:

1. WRF
2. CALMET-CALPUFF
3. SWAT
4. GEMSS, MODFLOW+MT3DMS,
HEC-RAS

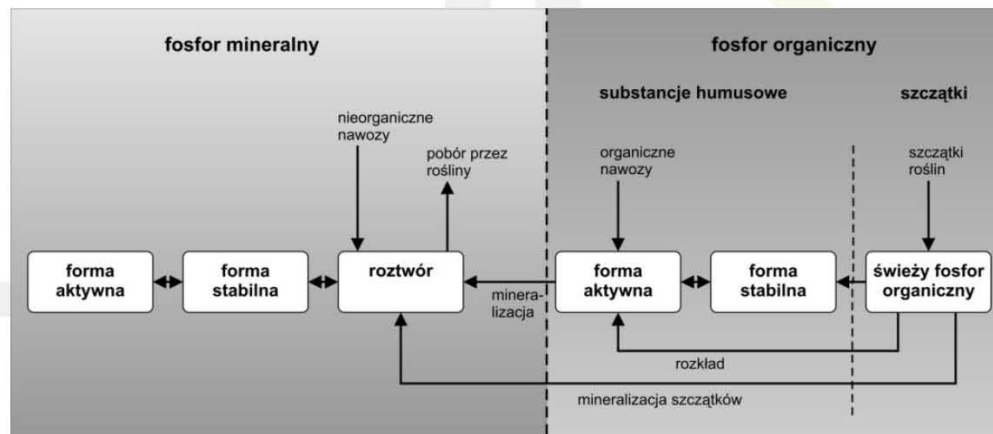
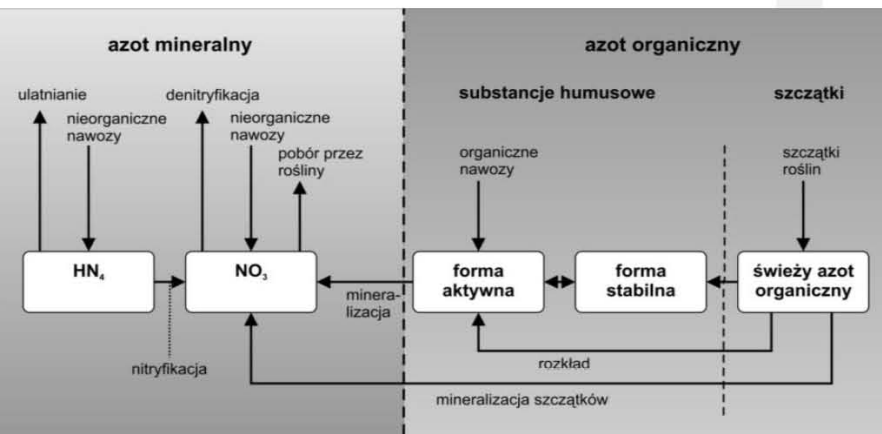
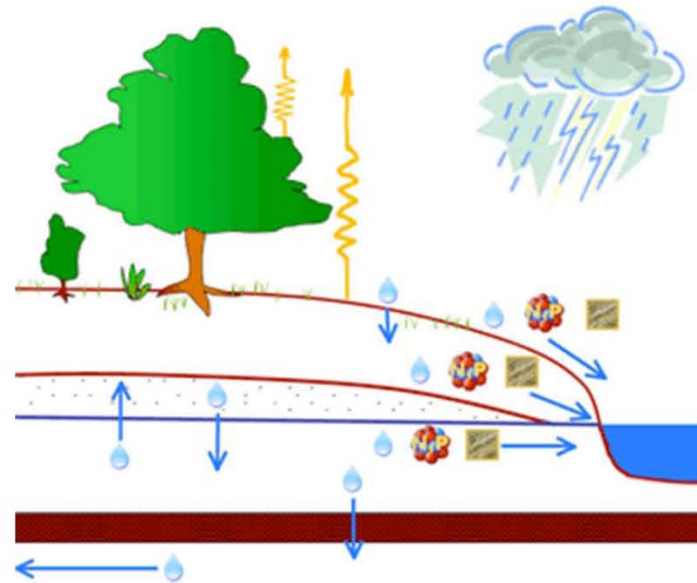


METODY:

Model SWAT

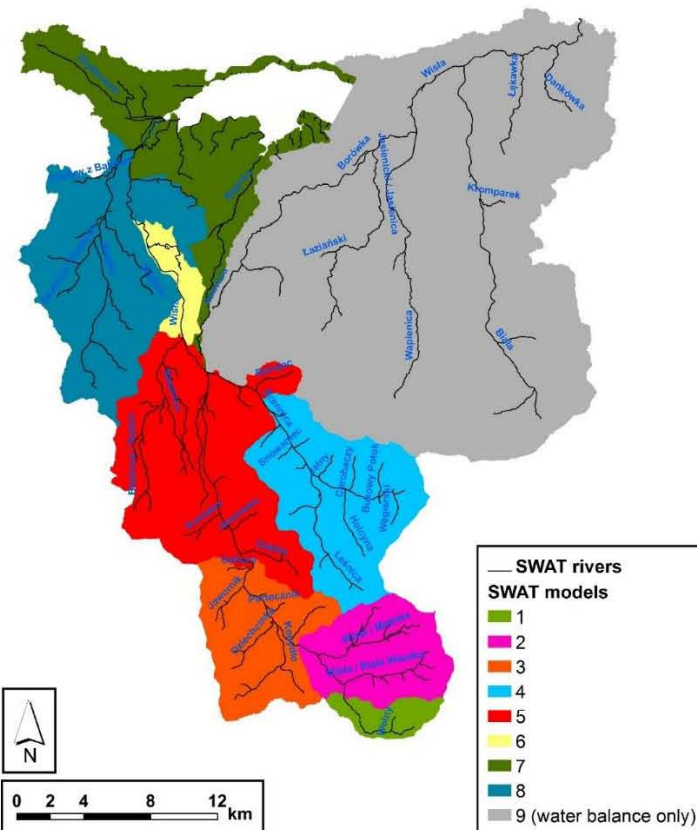
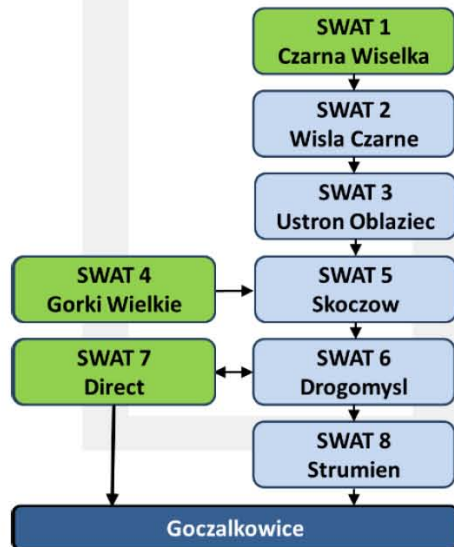
MODEL SWAT - ZAŁOŻENIA

- **Obliczanie składowych bilansu wodnego** (m.in. spływ powierzchniowy, parowanie, transpiracja, infiltracja, zasilenie wód podziemnych, podsiąkanie wód podziemnych do profilu glebowego, zasilenie wód powierzchniowych z profilu glebowego i pierwszej warstwy wodonośnej)
- **Obliczanie transportu osadów, biogenów, bakterii, pestycydów i innych zanieczyszczeń**
- **Uwzględnienie wpływu warunków meteorologicznych, procesu wzrostu roślin, ukształtowania terenu, właściwości gleb oraz praktyk gospodarowania wodą i terenem**

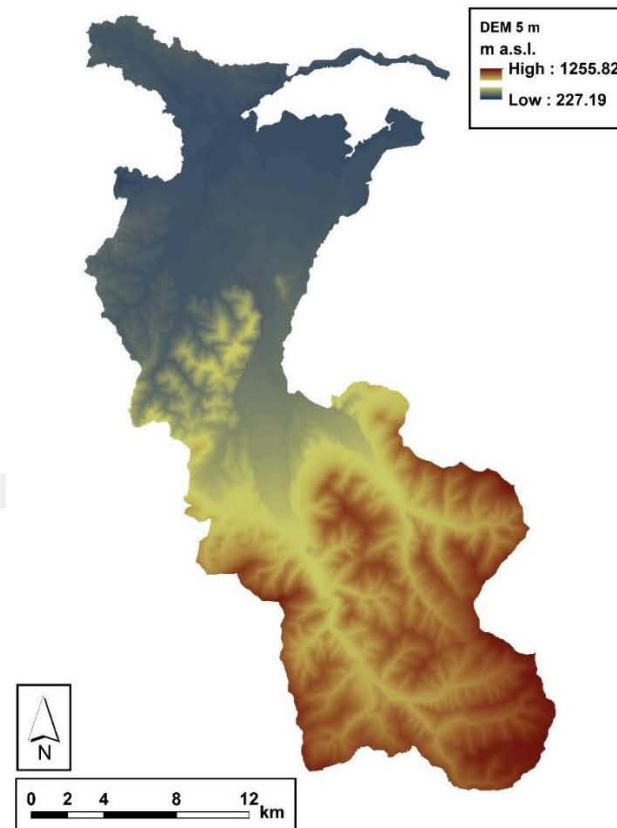


MODEL SWAT - PARAMETRYZACJA

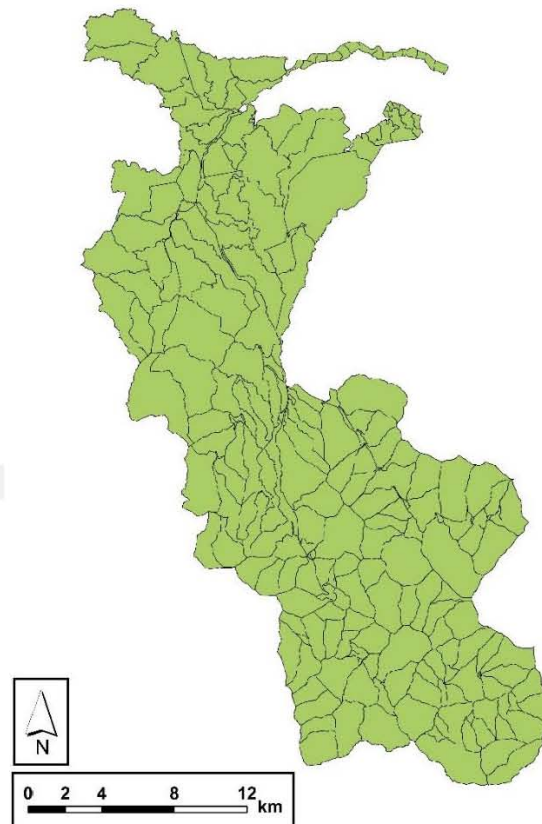
- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej



- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej
- Ukształtowanie terenu (dane LIDAR przetworzone do rozdzielczości 5 m)

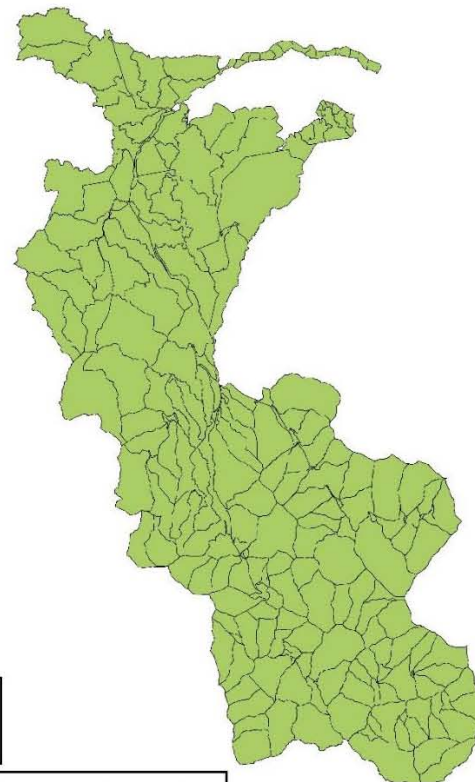


- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej
- Ukształtowanie terenu (dane LIDAR przetworzone do rozdzielczości 5 m)
- [Mapa Podziału Hydrograficznego Polski](#)

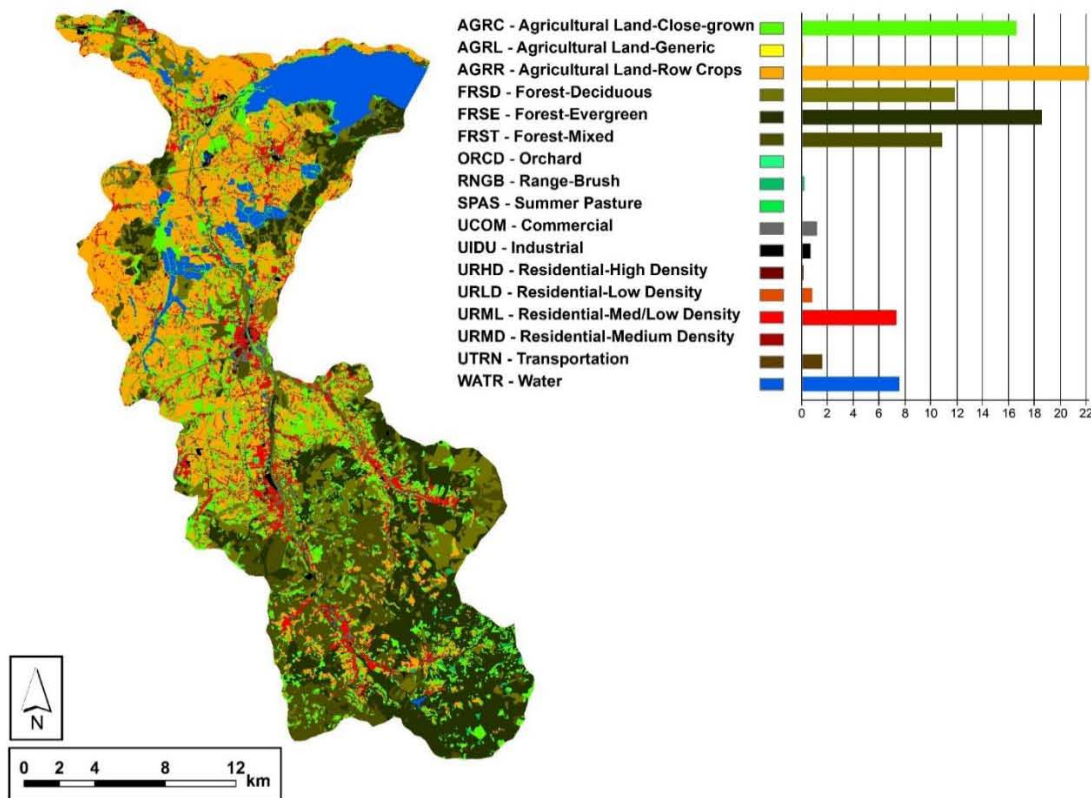


- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej
- Ukształtowanie terenu (dane LIDAR przetworzone do rozdzielczości 5 m)
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski

**246 zlewni
powyżej zbiornika
(+38 poniżej)**



- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej
- Ukształtowanie terenu (dane LIDAR przetworzone do rozdzielczości 5 m)
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
- Użytkowanie terenu (17 klas w oparciu o 45 kategorii BDOT)



MODEL SWAT - PARAMETRYZACJA

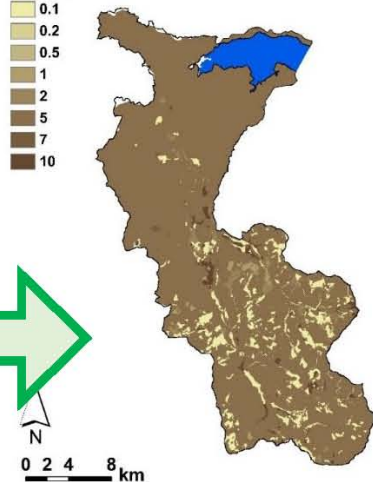
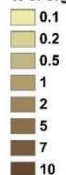
- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej
- Ukształtowanie terenu (dane LIDAR przetworzone do rozdzielczości 5 m)
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
- Użytkowanie terenu (17 klas w oparciu o 45 kategorii BDOT)

• Właściwości gleb na podstawie:

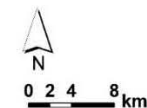
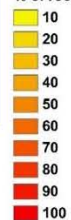
- Danych punktowych Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych
- Danych punktowych Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej
- Mapy glebowo-rolniczej (1:25 000)
- Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski

Przypowierz-
chniowa
warstwa gleby

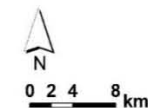
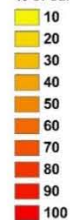
% of organic carbon



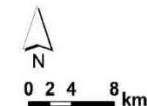
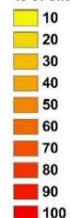
% of rock



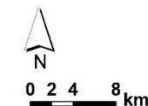
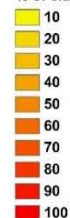
% of sand



% of silt

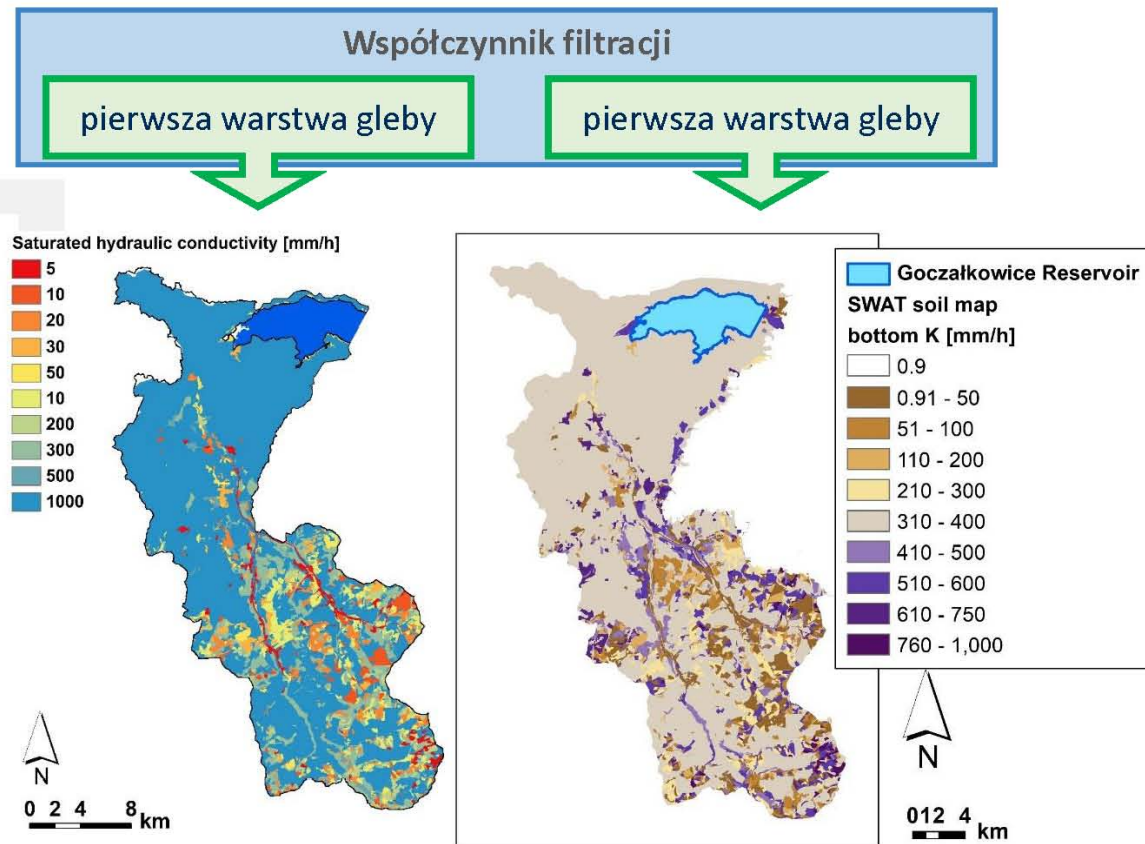


% of clay

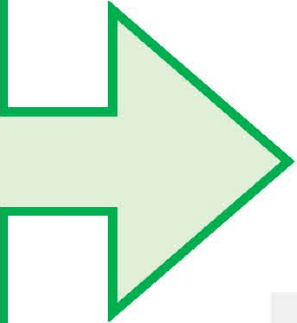


MODEL SWAT - PARAMETRYZACJA

- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej
- Ukształtowanie terenu (dane LIDAR przetworzone do rozdzielczości 5 m)
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
- Użytkowanie terenu (17 klas w oparciu o 45 kategorii BDOT)
- Właściwości gleb na podstawie:
 - Danych punktowych Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych
 - Danych punktowych Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej
 - Mapy glebowo-rolniczej (1:25 000)
 - Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski

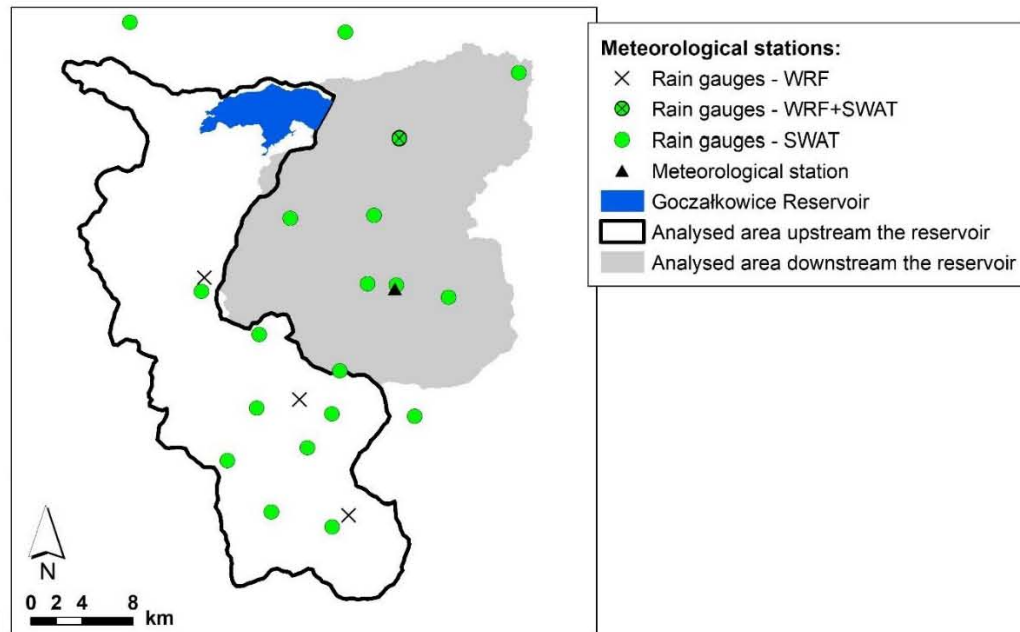


- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej
- Ukształtowanie terenu (dane LIDAR przetworzone do rozdzielczości 5 m)
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
- Użytkowanie terenu (17 klas w oparciu o 45 kategorii BDOT)
- Właściwości gleb na podstawie:
 - Danych punktowych Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych
 - Danych punktowych Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej
 - Mapy glebowo-rolniczej (1:25 000)
 - Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski



**Około 10 000
obszarów
bilansowych (HRU -
Hydrologic
Response Units)**

- Podział analizowanego obszaru na 8 zlewni (modeli) powyżej zbiornika i jedną poniżej
- Ukształtowanie terenu (dane LIDAR przetworzone do rozdzielczości 5 m)
- Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
- Użytkowanie terenu (17 klas w oparciu o 45 kategorii BDOT)
- Właściwości gleb na podstawie:
 - Danych punktowych Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych
 - Danych punktowych Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej
 - Mapy glebowo-rolniczej (1:25 000)
 - Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski
- **Dobowe dane meteorologiczne:**
 - Opad, Wilgotność, Promieniowanie, Prędkość wiatru, Temperatura
- Godzinowy opad



Automatyczna
kalibracja możliwa do
uruchomienia

- „Na życzenie”
- Okresowo
- Po pojawieniu się nowych obserwacji

Użyte
oprogramowanie:
SWAT-CUP

Krok 1: Skopiowanie modeli SWAT na serwer wykonujący kalibrację

Krok 2: Uzupełnienie danych obserwacyjnych do porównania z wynikami modelu
(aktualizacja plików programu SWAT-CUP)

Krok 3: Uruchomienie kalibracji modeli obejmujących obszary źródliskowe (modele 1, 4 i 6)

Krok 4: Wygenerowanie nowej wersji plików wejściowych do modelu SWAT z informacją o dobowych dopływach ze zlewni leżącej powyżej

Krok 5: Kalibracja kolejnych modeli

Krok 6: Skopiowanie skalibrowanych modeli na serwer wykonujący codzienne obliczenia, pod warunkiem poprawy efektywności modelu

SWAT 1 (Czarna Wisetka)

SWAT 2 (Wista Czarne)

SWAT 3 (Ustroń Obłaziec)

SWAT 5 (Skoczów)

SWAT 7 (Drogomyśl)

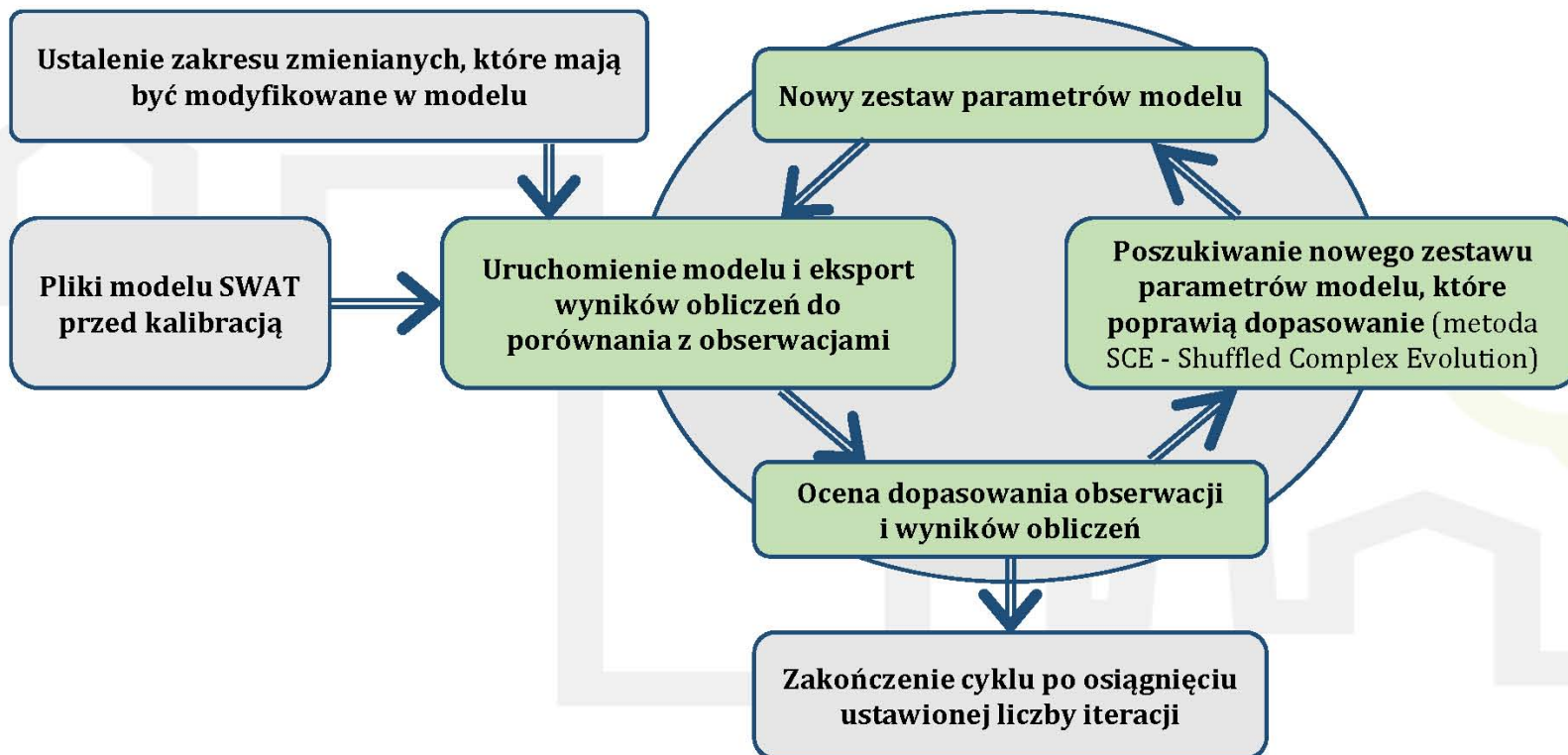
SWAT 8 (Strumień)

SWAT 4 (Górki Wielkie)

SWAT 6 (Zlewnia bezpośrednia)

Goczałkowice

MODEL SWAT - KALIBRACJA



Wyniki kalibracji natężenia przepływu:

- Przepływ w 9 przekrojach wodowskazowych
- Ponad 5 000 dobowych pomiarów przepływu na potrzeby kalibracji
- Użyte wskaźniki:
 - Współczynnik determinacji (r^2)
 - Współczynnik Nasha Sutcliffe'a (NSE)
 - Zmodyfikowany współczynnik determinacji (br^2)
– iloraz r^2 i regresji liniowej

Model		NS	r^2
1		0,42	0,45
2		0,60	0,60
3		0,65	0,66
4		0,59	0,61
5		0,89	0,92
6		0,94	0,97
9 (poniżej zbiornika)	Zlewnia 1 (Wisła)	0,42	0,58
	Zlewnia 13 (Iłownica)	0,71	0,71
	Zlewnia 19 (Biała)	0,63	0,63

Podsumowanie dla wszystkich punktów monitoringu

❖ $NS = 0,65$

❖ $r^2 = 0,68$

❖ $br^2 = 0,44$

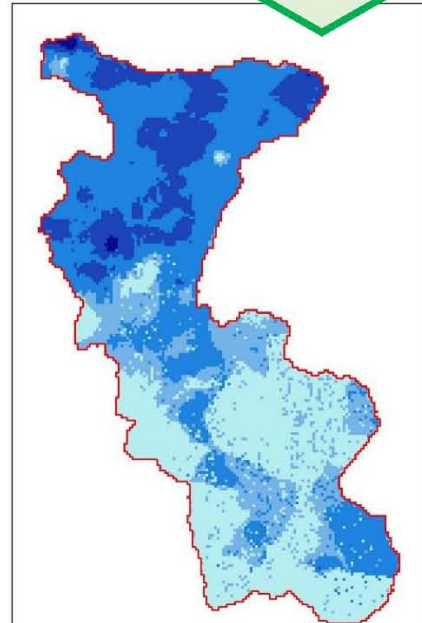
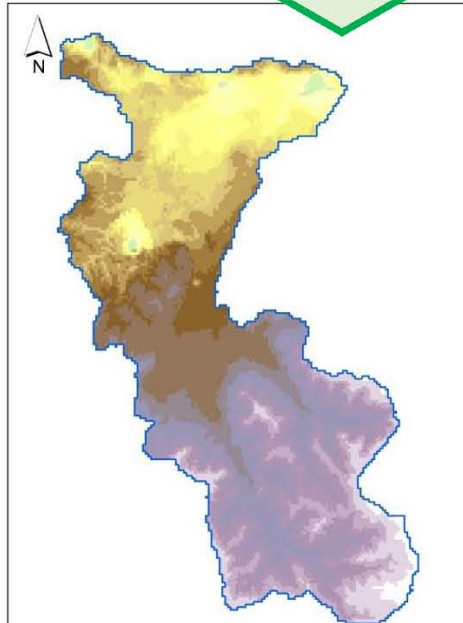
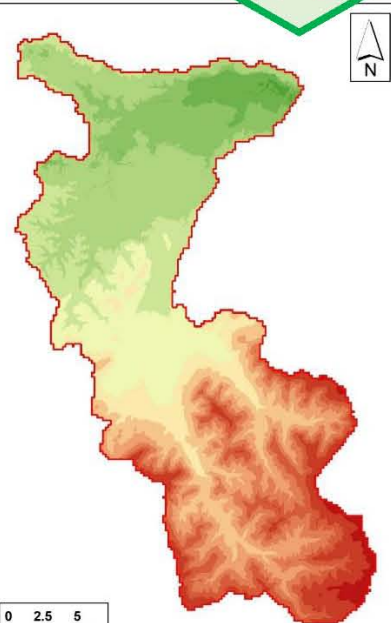
METODY:

Integracja modeli

**Górna granica modelu - strop czwartorzędu
(na podst. NMT)**

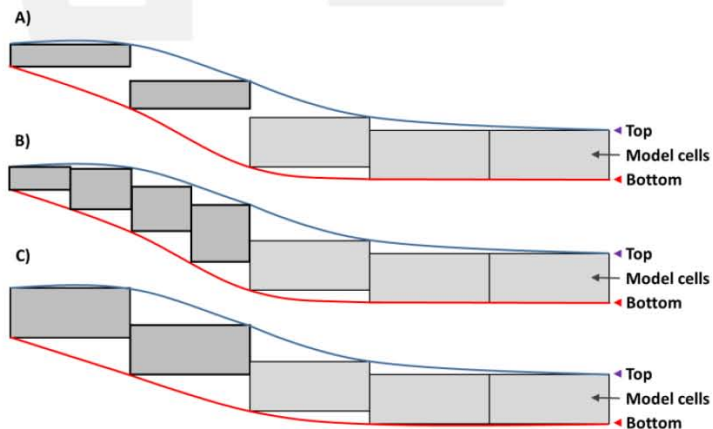
**Dolna granica modelu - spąg czwartorzędu
(interpolacja > 2000 punktów)**

**Mięszczość warstwy nasyconej wodą
(interpolacja 1278 punktów)**

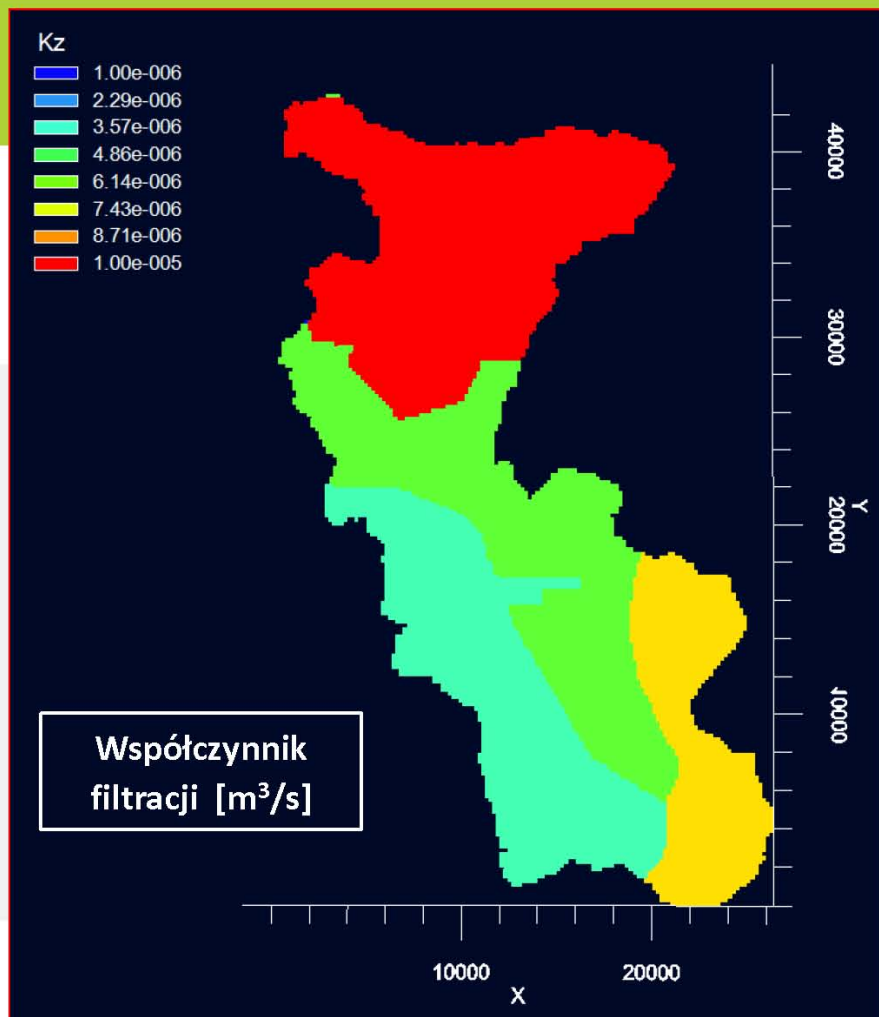


Struktura modelu:

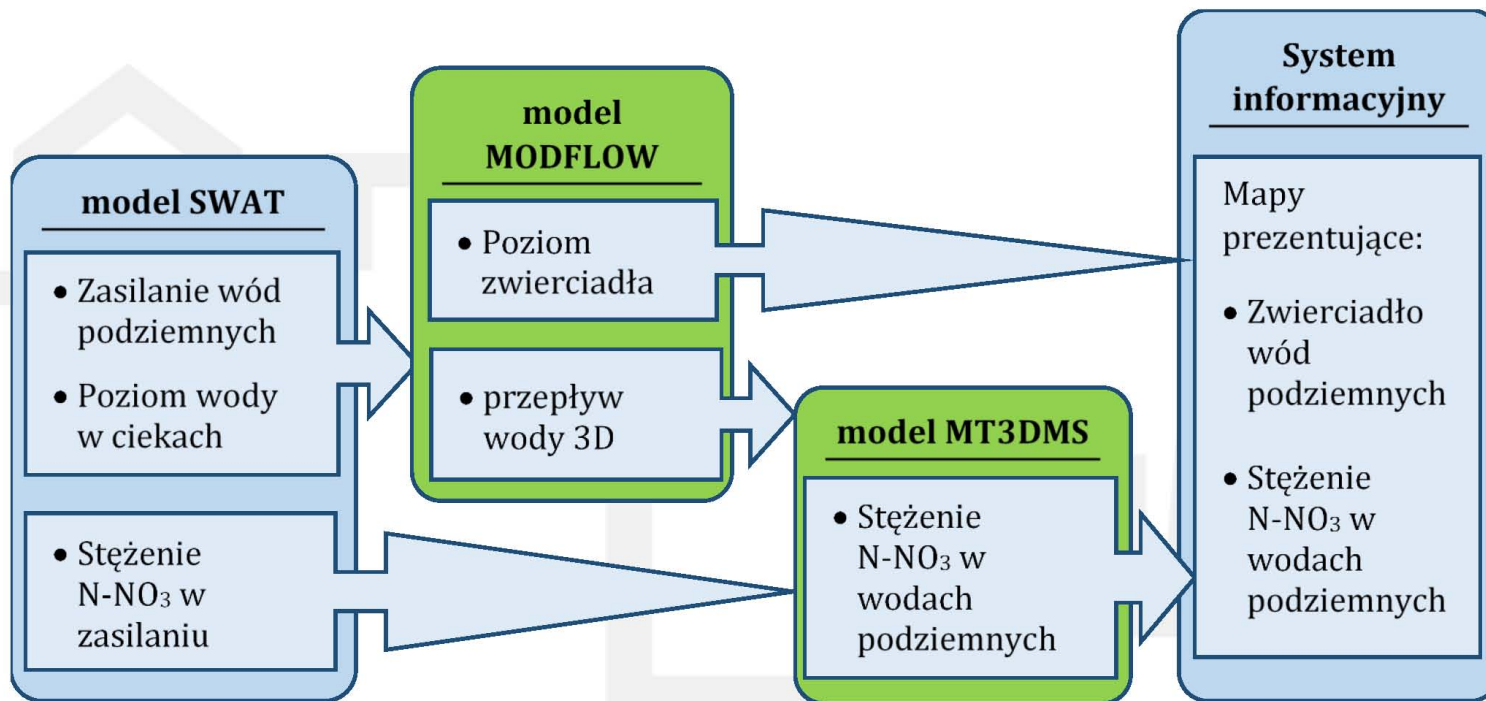
- rozdzielczość pozioma 200 m
- 1 warstwa
- Korekta miąższości warstwy na obszarze górskim



- A) Niciągłość komórek modelu
- B) Korekta poprzez modyfikację rozdzielczości
- C) Korekta poprzez modyfikację miąższości

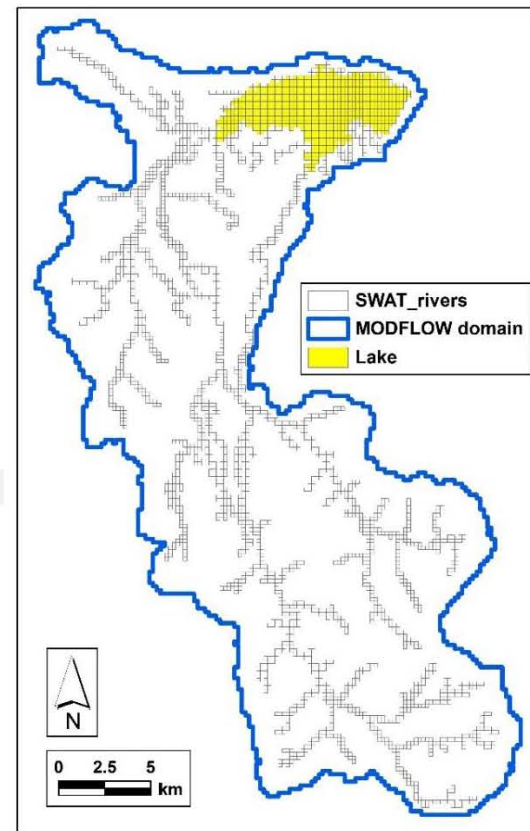
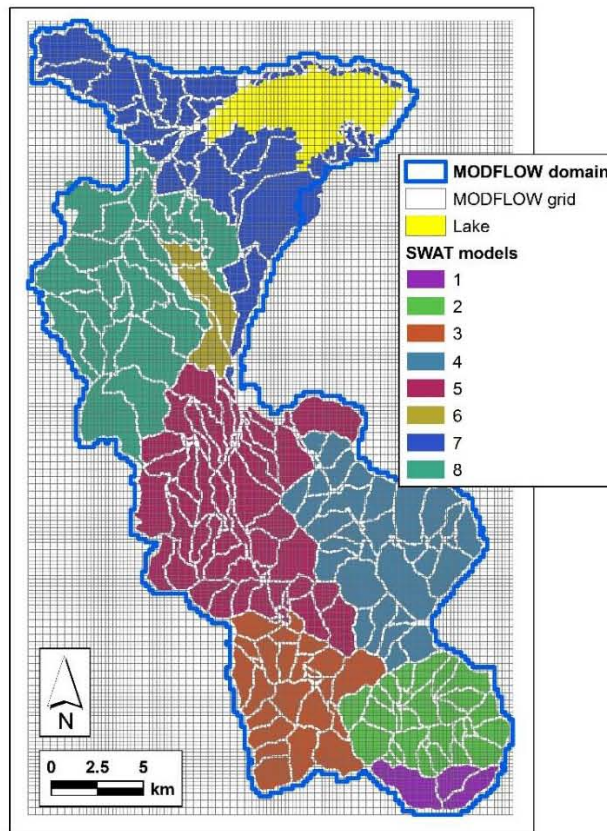


INTEGRACJA SWAT + MODFLOW-MT3DMS



Lokalizacja powiązań
pomiędzy modelami

- **Zlewnie** (infiltracja i ładunek NO_3)
- **Rzeki** (poziom wód i stężenie NO_3)
- **Zbiornik** (poziom i stężenie NO_3)

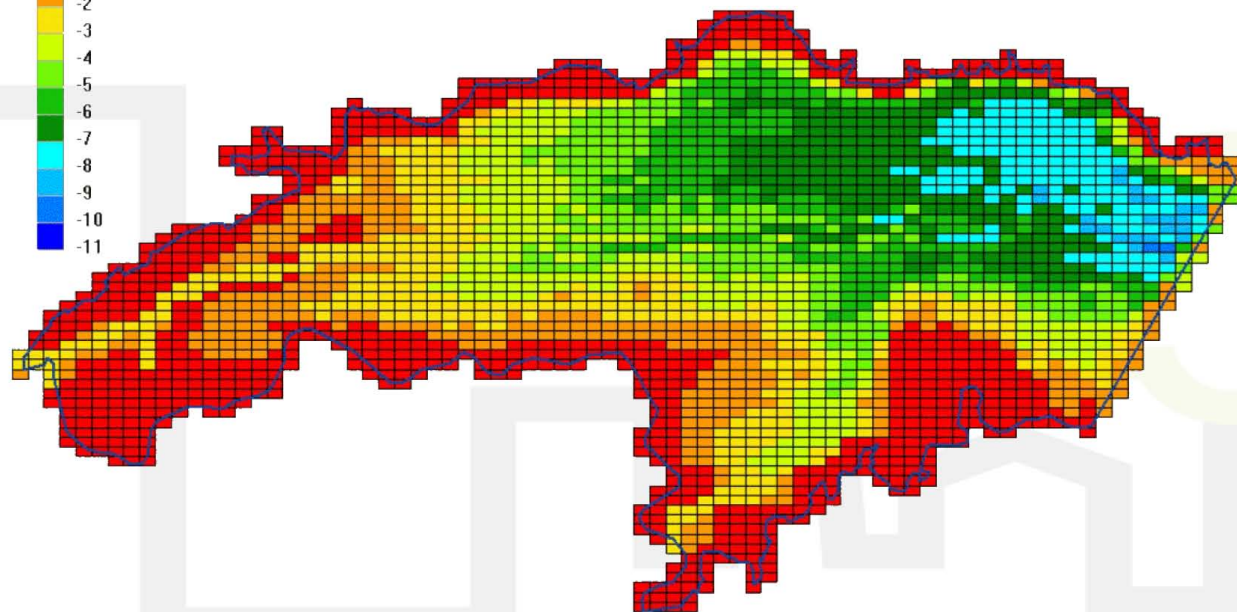
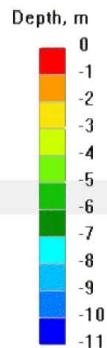


Symulowane procesy:

- Przepływ 3D
- Temperatura
- Stężenie NO₃, NH₃, PO₄
- Stężenie osadów (10 frakcji)

Rozdzielczość:

- Pionowa 1 m
- Pozioma ok. 150 x 90 m

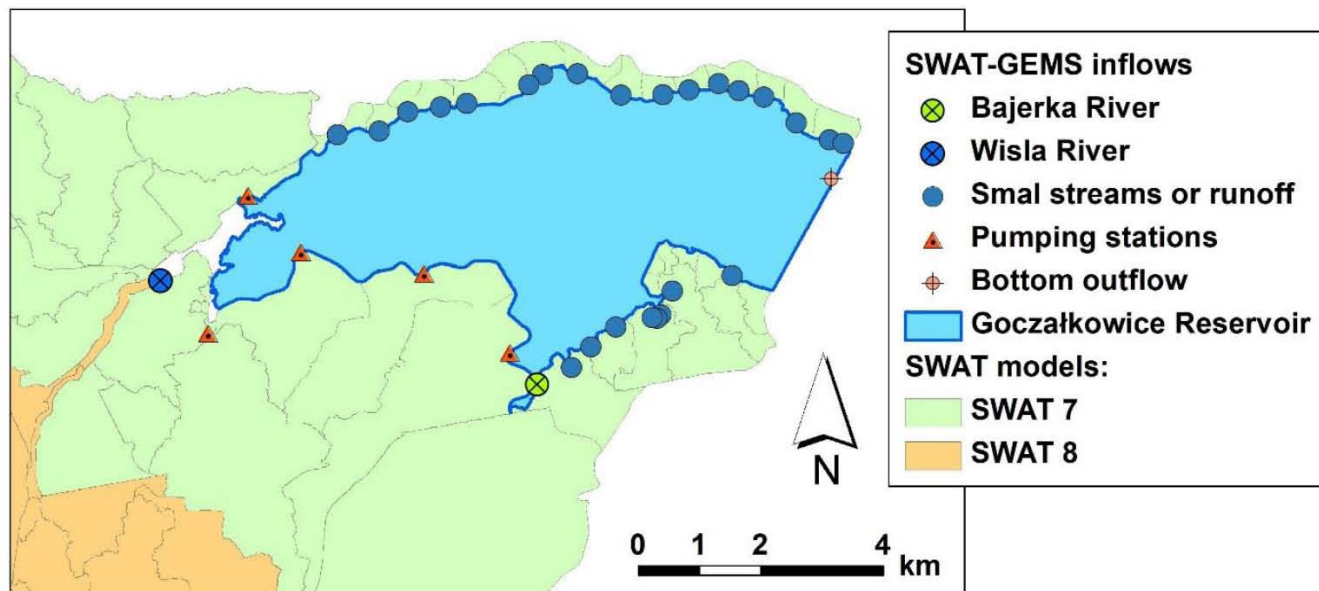


Odptyw z 37 zlewni cząstkowych SWAT łączony jest w 9 punktów reprezentujących dopływy do zbiornika w modelu GEMSS:

- 2 punkty reprezentujące spływ powierzchniowy.
- 2 rzeki (Wisła i Bajerka),
- 5 pompowni

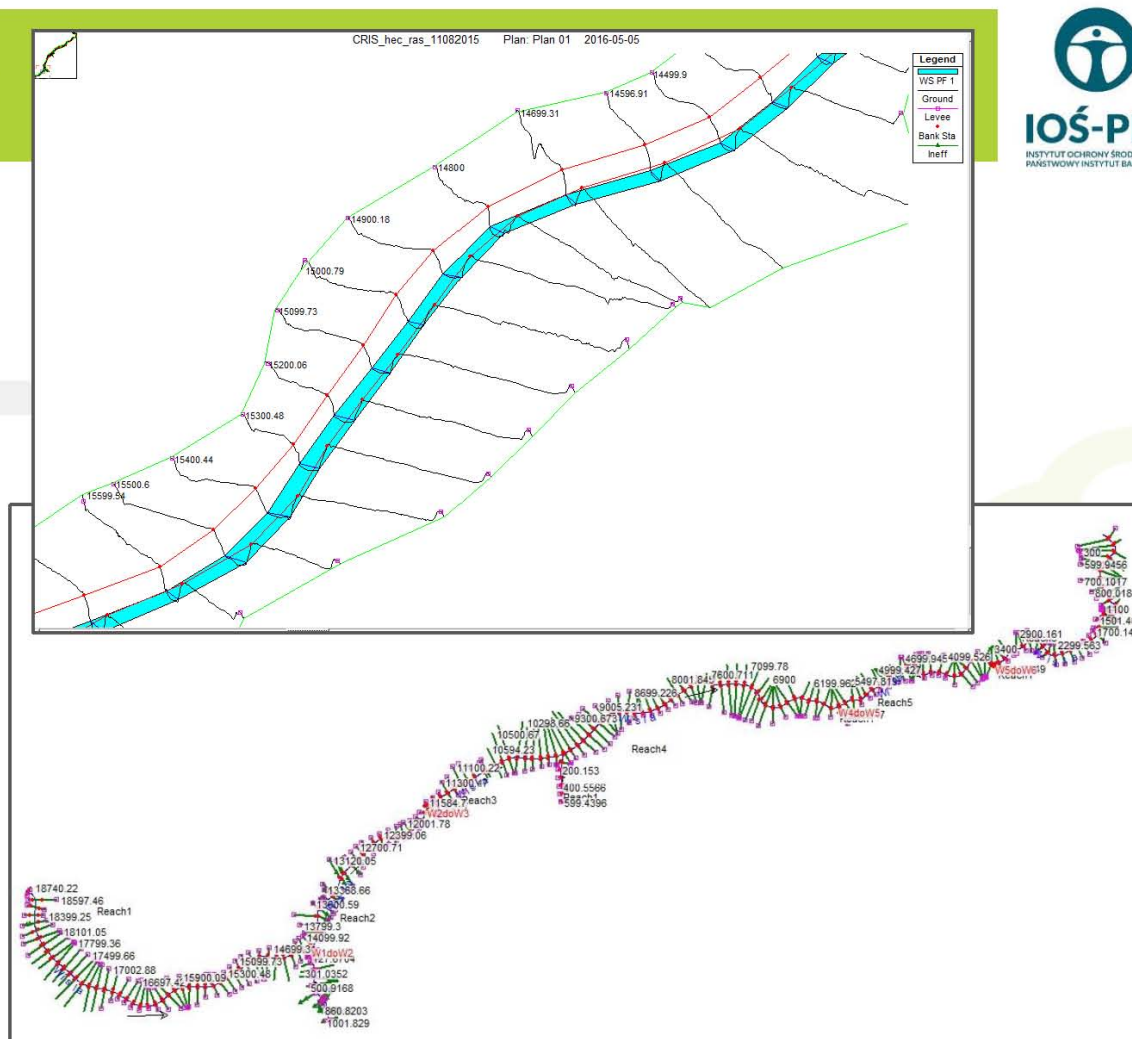
Zakres danych do modelu GEMSS:

- Natężenie dopływu
- Ładunek azotu i fosforu
- Ładunek osadów (10 frakcji)



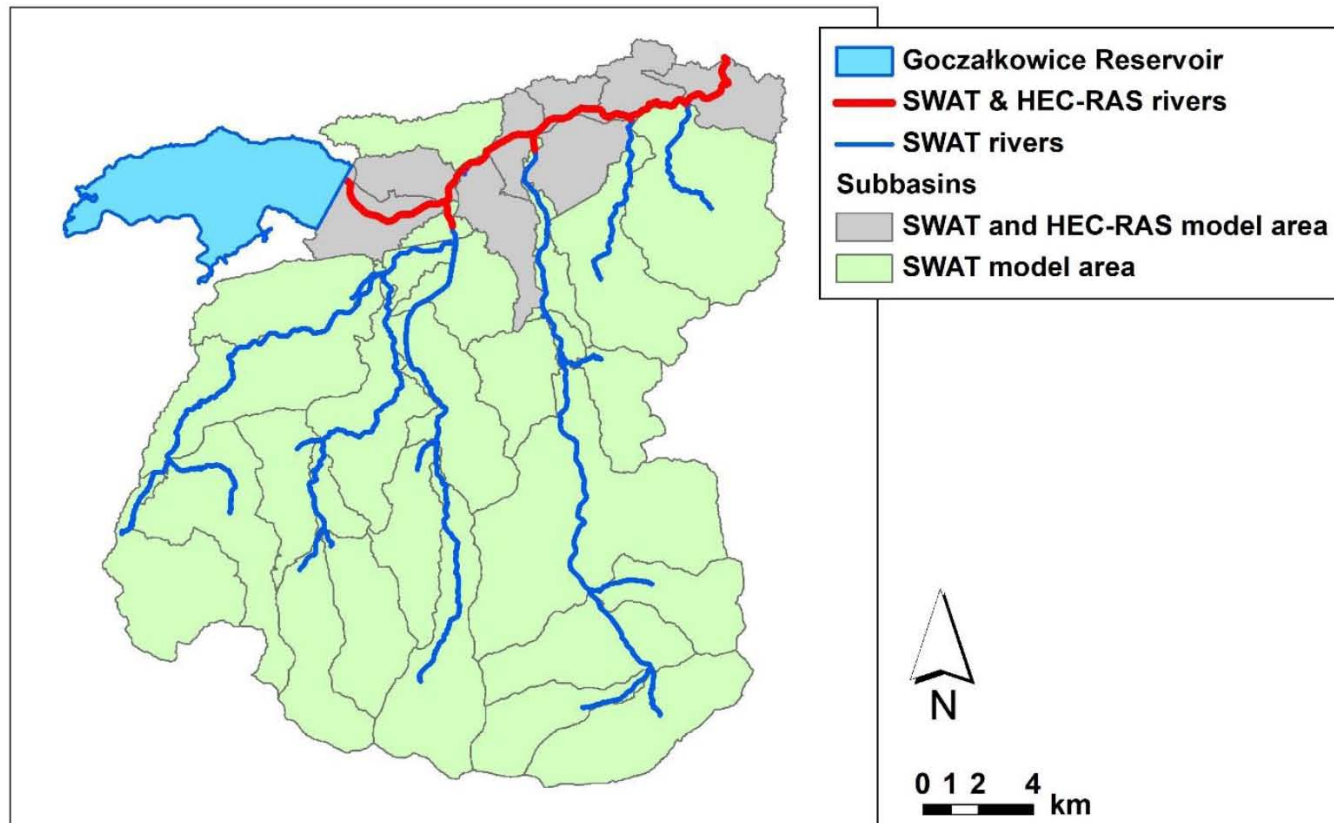
Struktura modelu oparta o:

- Model wysokości terenu 1 m dla stref zalewowych do rzędnej mapy ryzyka powodzią 500 letnią
- Badania sonograficzne – ponad 100 000 punktów pomiarowych (dla koryta Wisły i ujść dopływów)
- Mapa użytkowania terenu (BDOT) – parametryzacja szorstkości
- 221 przekrojów co 100 m (przy dopływach, mostach i zakolach mniejszy odstęp)



Model SWAT dostarcza godzinowe należnie dopływu do koryta Wisły

- 4 główne dopływy
- Spływ powierzchniowy w zlewni bezpośrednio



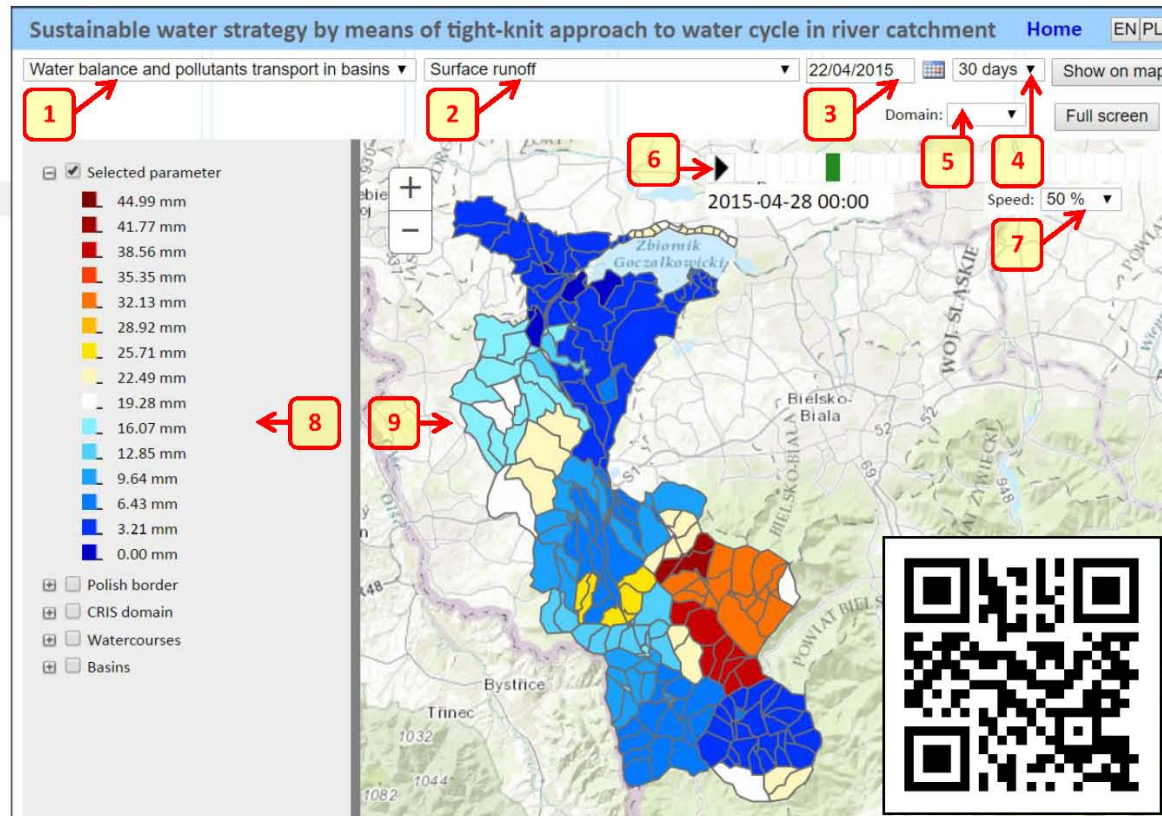
WYNIKI:

System CRIS

<http://cris.ietu.katowice.pl>

Podstawowe elementy interfejsu to:

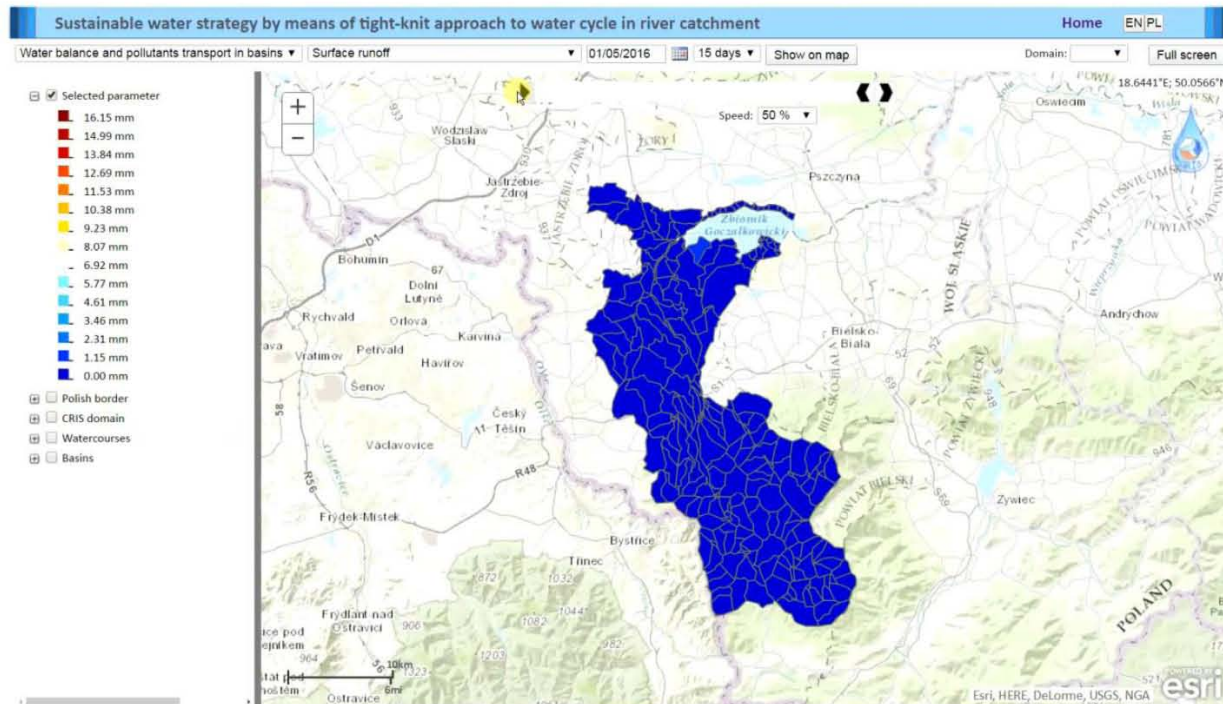
- 1) wybór usługi informacyjnej,
- 2) wybór parametru do wyświetlenia,
- 3) data rozpoczęcia okresu do wizualizacji,
- 4) długość okresu do wizualizacji,
- 5) przybliżenie do obszaru obliczeń
wybranego modelu matematycznego,
- 6) uruchomienie animacji,
- 7) ustawienie prędkości animacji,
- 8) spis warstw możliwych do wyświetlenia na mapie i
- 9) mapa z możliwością przybliżania,
oddalania, przesuwania oraz wyświetlania
dodatkowych informacji zależnych od
wybranej usługi informacyjnej.



<http://cris.ietu.katowice.pl>

Zakres prezentowanych informacji:

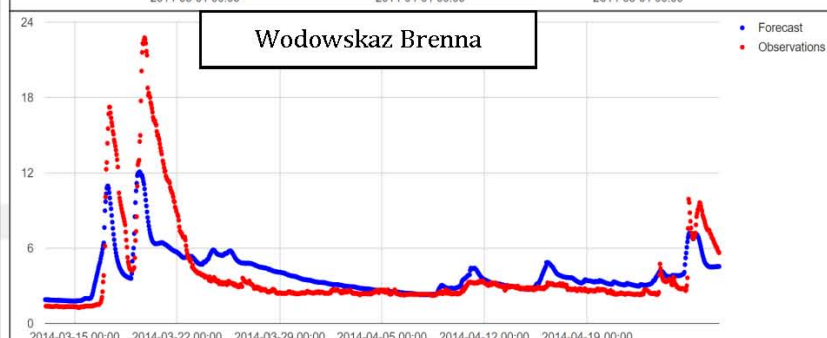
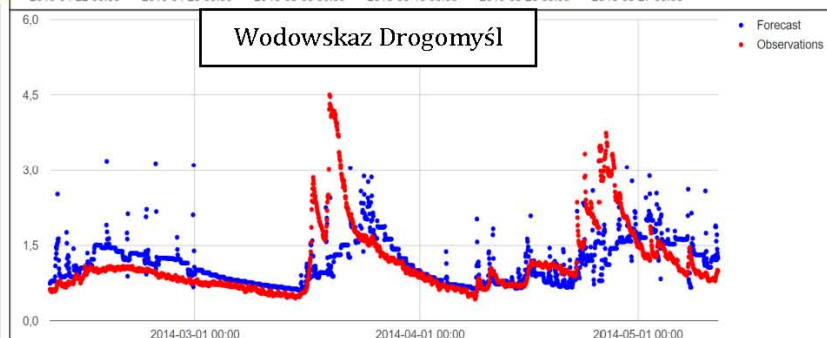
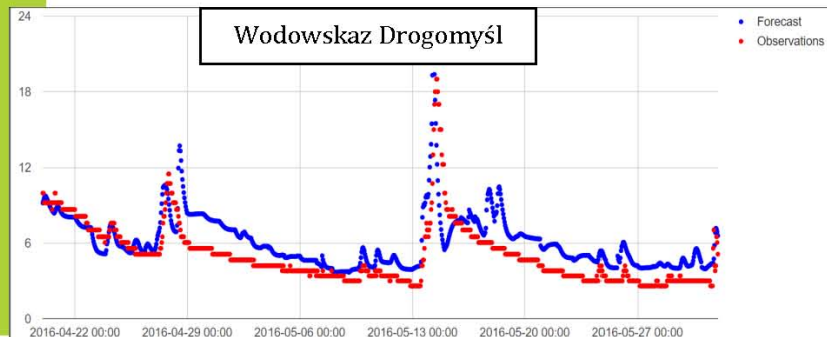
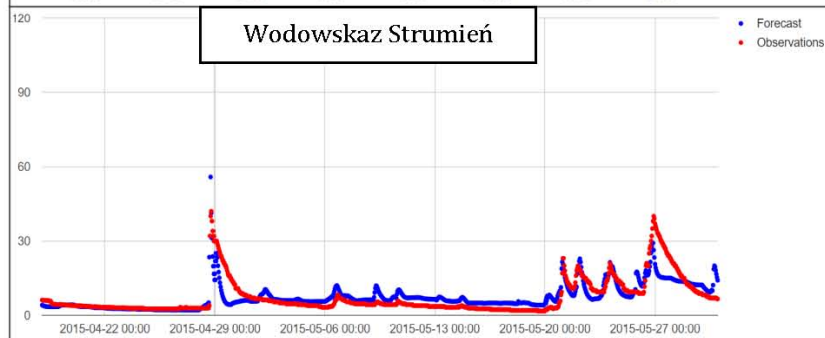
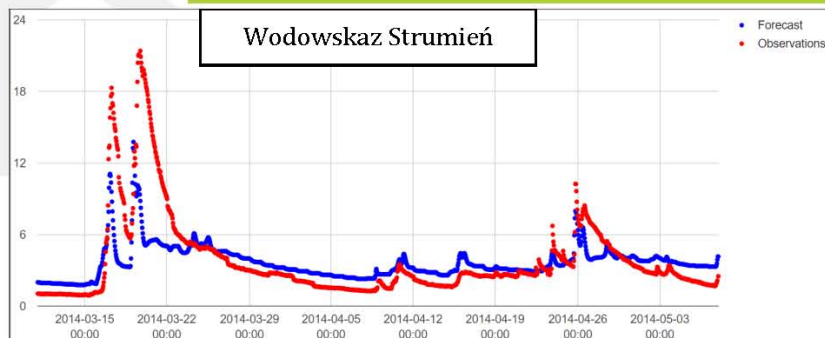
- ewapotranspiracja, spływ powierzchniowy, infiltracja poniżej profilu glebowego
- ładunek różnych form azotu i fosforu w spływie powierzchniowym
- ładunek azotu azotanowego infiltrującego poniżej profilu glebowego
- natężenie przepływu wody w ciekach (również godzinowe)
- ładunek osadów i różnych form azotu i fosforu w ciekach
- **rzędna zwierciadła wód podziemnych**
- **stężenie azotu azotanowego w wodach podziemnych**
- Godzinowe natężenie przepływu i poziom wody w Wiśle poniżej zbiornika
- Stężenie różnych form azotu i fosforu oraz osadów w Zbiorniku Goczałkowice



Przykład wyników:

- Natężenie przepływu

WYNIKI: DOSTĘPNOŚĆ WYNIKÓW SYMULACJI POPRZECZ SYSTEM CRIS



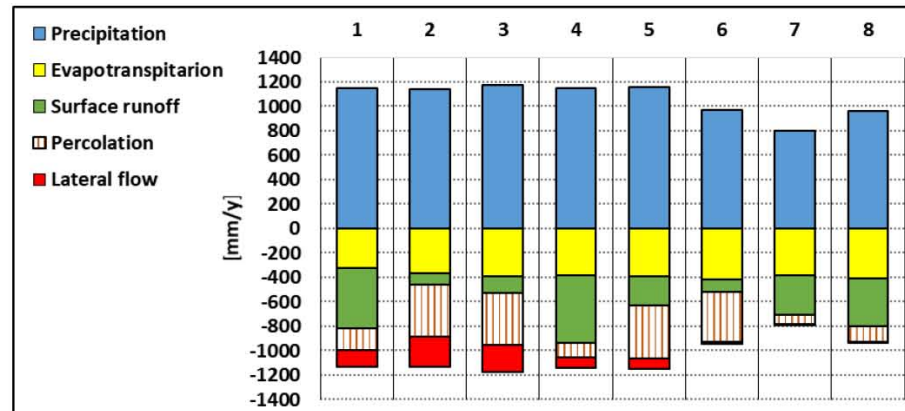
WYNIKI:

**bilans wodny i bilans azotu
w zlewni zbiornika**

ŚREDNI, ROCZNY BILANS WODY

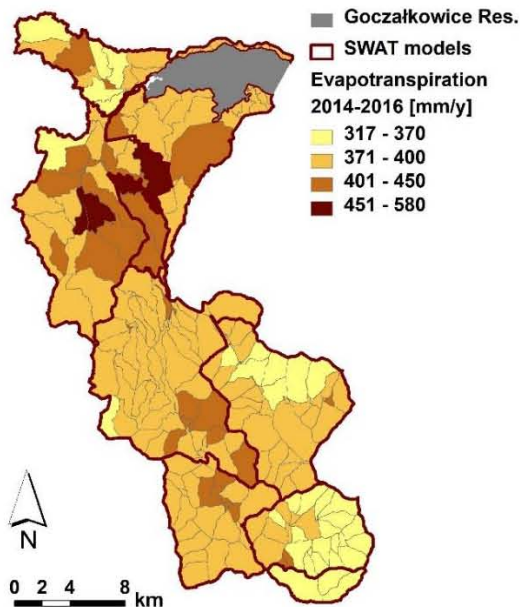
Bilans zlewni zbiornika

Komponent bilansu	mm/r	%
Opad	1 045.7	100.0
Spływ powierzchniowy	313.7	-30.4
Odływ podpowierzchniowy	79.9	-7.7
Infiltracja	251.0	-24.3
Ewapotranspiracja	388.9	-37.6

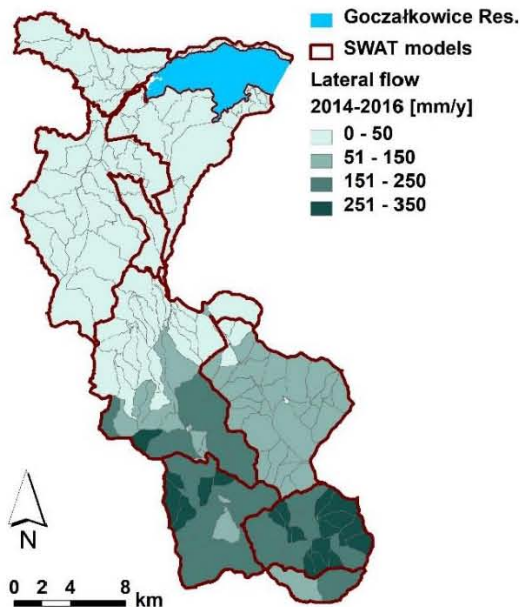


Bilans poszczególnych modeli

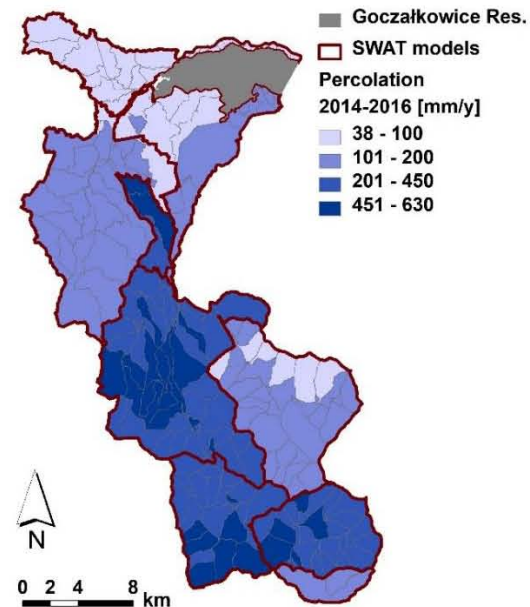
ŚREDNI, ROCZNY BILANS WODY



Ewapotranspiracja

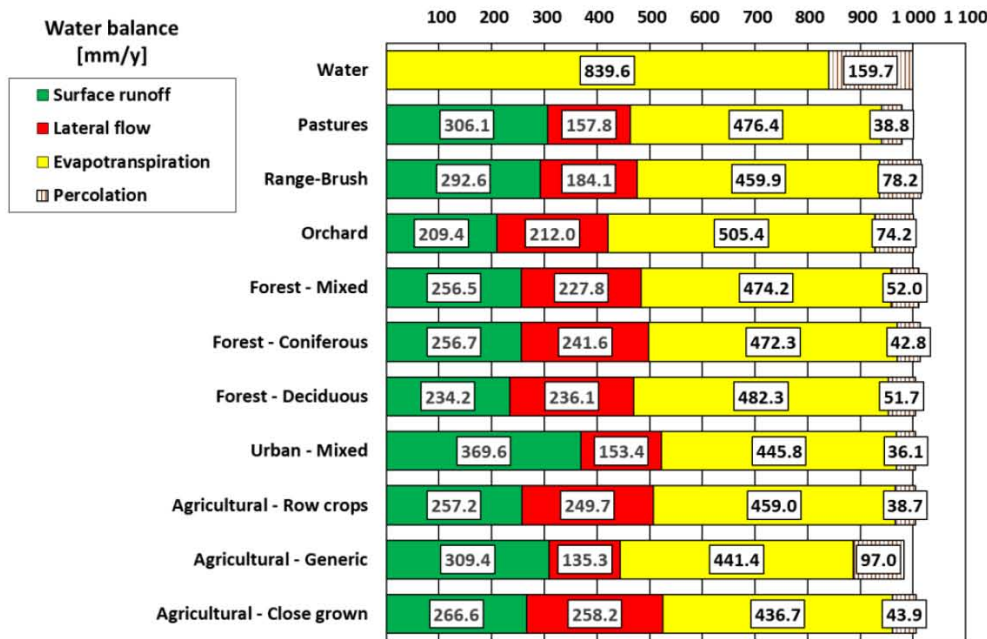


**Odptyw
podpowierzchniowy**



Infiltracja

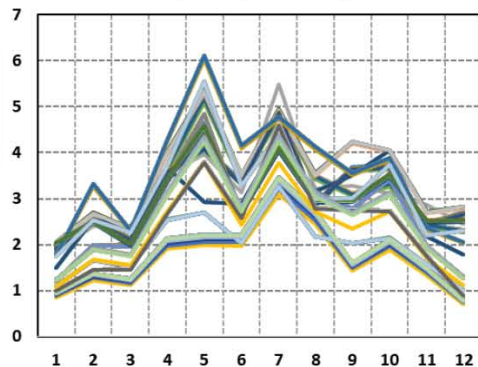
ŚREDNI, ROCZNY BILANS WODY



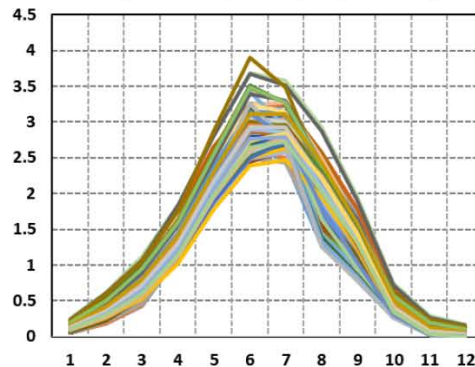
Bilans dla kategorii
użytkowania terenu

- ❖ Parowanie większe w północnej części
- ❖ Parowanie mniejsze na terenach zurbanizowanych i rolniczych
- ❖ Zasilanie koryt głównie spływem powierzchniowym (większy w południowej części)
- ❖ Straty z koryta większe w północnej części

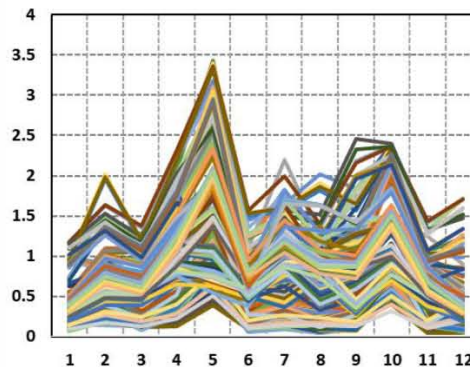
Opad [mm/d]



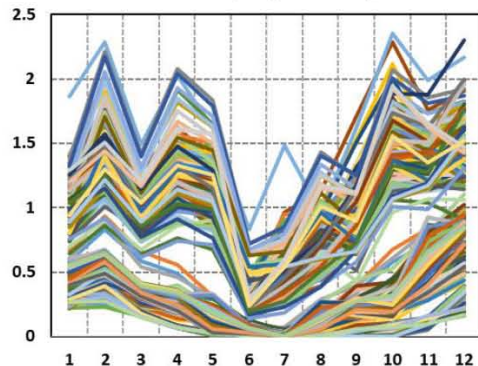
Ewapotranspiracja [mm/d]



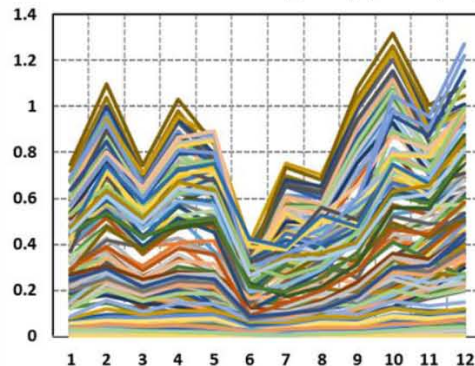
Spływ powierzchniowy [mm/d]



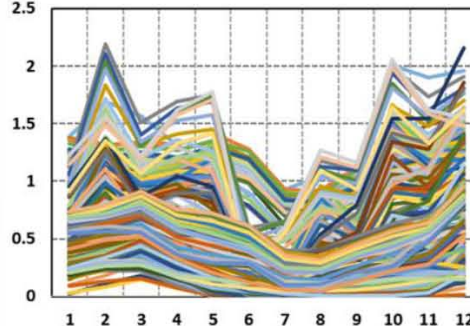
Infiltracja [mm/d]



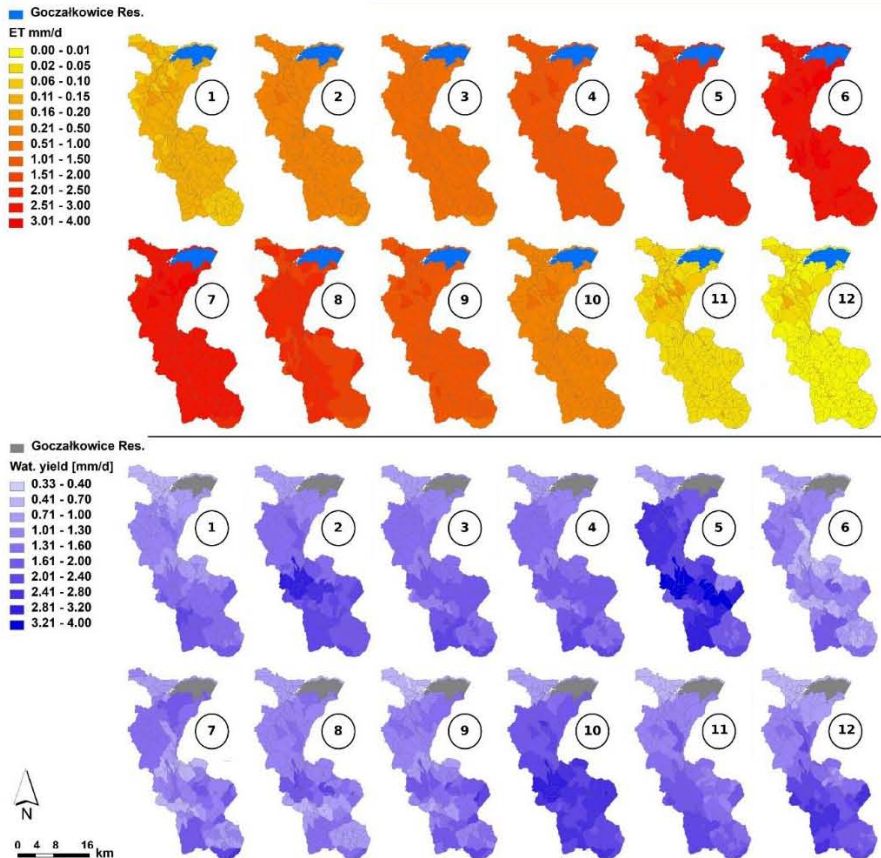
Zasilanie cieków z gleby [mm/d]



Zasilanie cieków wodami podziemnymi [mm/d]



Bilans dla
poszczególnych
zlewni
i miesięcy

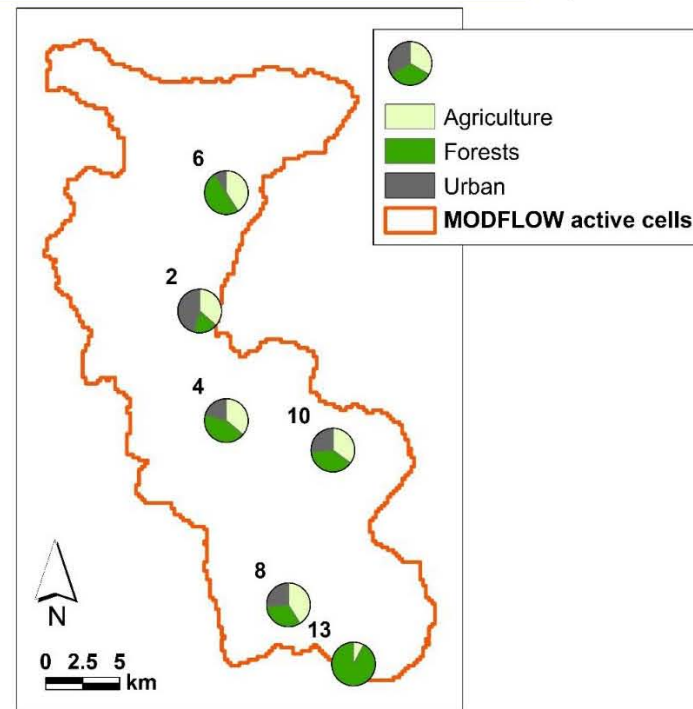
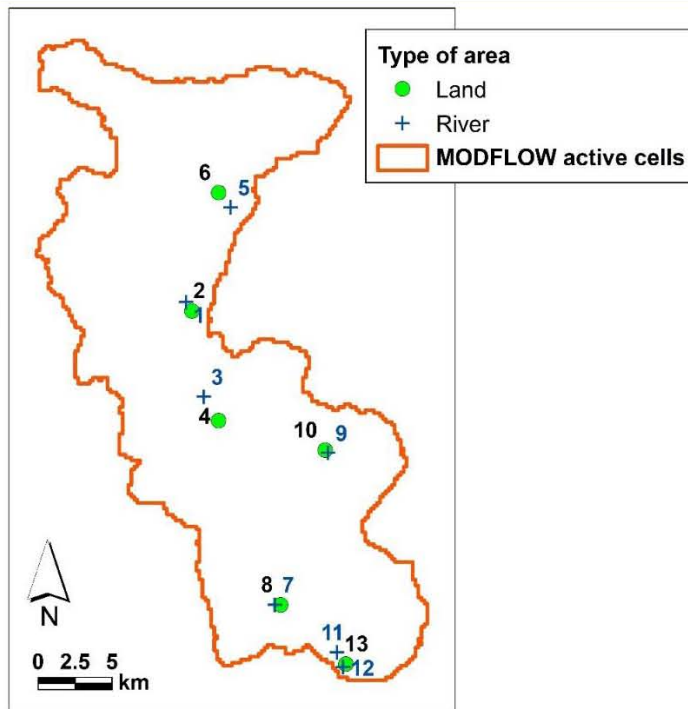


**Zmienność
w czasie
i w przestrzeni**

- ❖ Parowanie – największa dynamika sezonowa
- ❖ Infiltracja i zasilanie wód podziemnych głównie zimą (topnienie śniegu i małe parowanie)
- ❖ Infiltracja zimą większa na terenach leśnych i innych z roślinnością naturalną
- ❖ Wahania zwierciadła wód podziemnych odpowiadają zmianom zasilania ale zależą też od ukształtowania terenu, zagospodarowania, gleb oraz miąższości warstwy wodonośnej

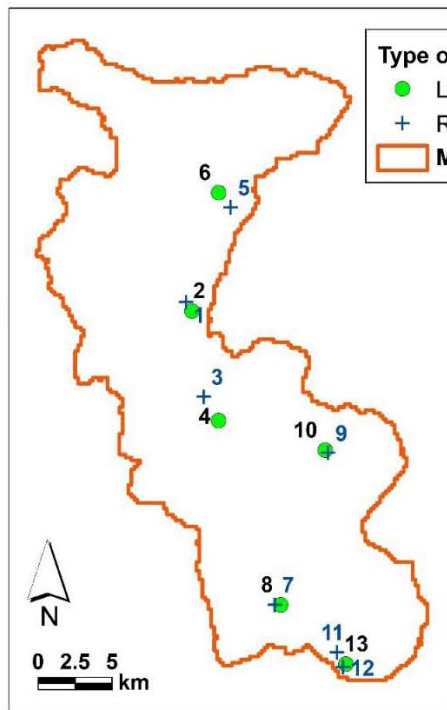
13 punktów, dla których wykonano analizę zmiany wahaní zwierciadła i jakości wód podziemnych

- w różnych częściach zlewni
- w lokalizacji łąd i rzek
- róóné użytkowanie terenu
- róóna miąższość warstwy wodonośnej



13 punktów, dla których wykonano analizę zmiany wahań zwierciadła i jakości wód podziemnych

- w różnych częściach zlewni
- w lokalizacji łądu i rzek
- różne użytkowanie terenu
- różna miąższość warstwy wodonośnej



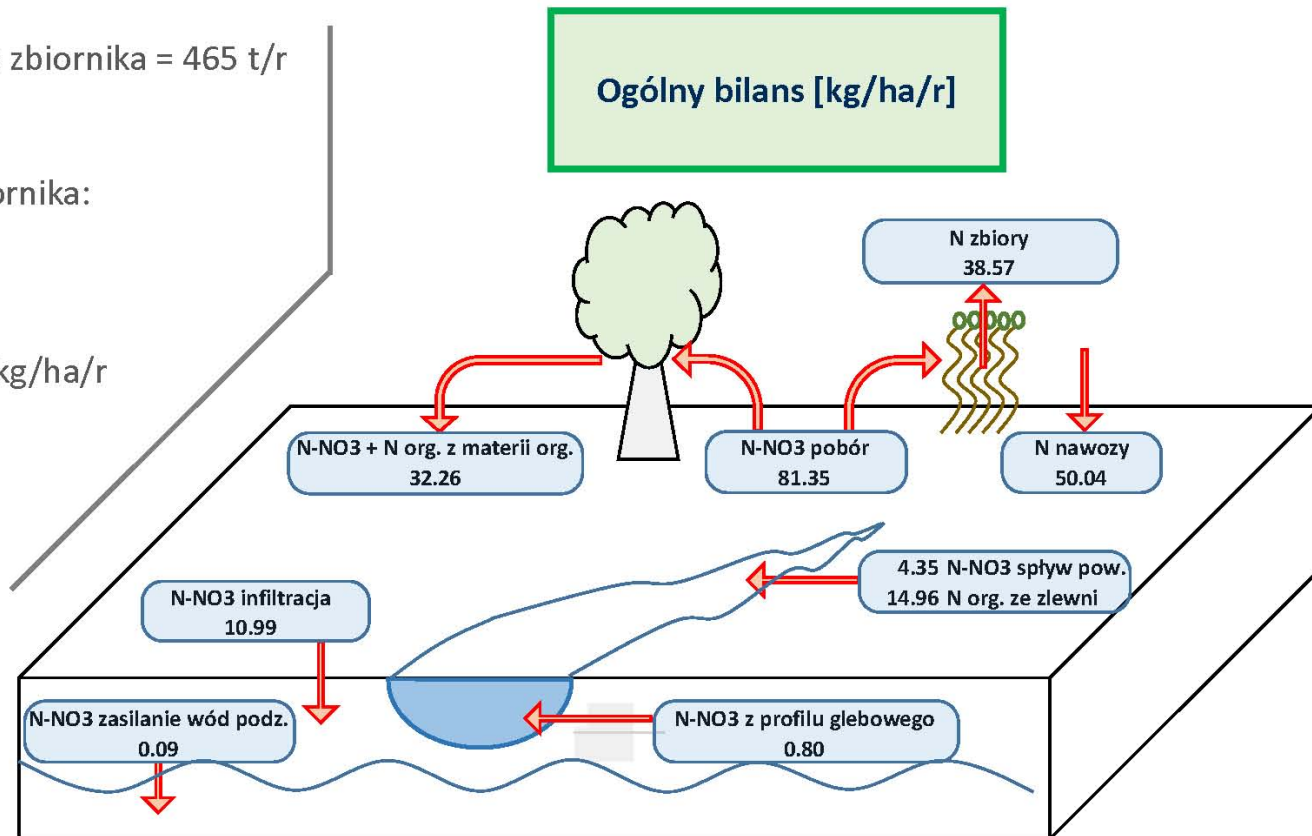
Punkt	Model SWAT	Zlewnia (SWAT)	Miąższość warstwy nas. [m]	Użytkowanie terenu [%]		
				Rolnic.	Lasy	Miejski
1 (rzeka)	6	3	8	33.88	16.89	42.49
2			20.7			
3 (rzeka)	5	34	9.5	35.22	42.12	20.13
4			1			
5 (rzeka)	7	42	8.4	38.38	47.11	8.32
6			15			
7 (rzeka)	3	21	1.8	40.89	32.7	26.06
8			5.3			
9 (rzeka)	4	16	1.5	34.73	38.39	26.16
10			1.3			
11 (rzeka)	1	2	1	7.68	90.96	0.84
12 (rzeka)			1			
13			2			

- ❖ Wyższy poziom jesienią i zimą
- ❖ Większe wahania w północnej części zlewni

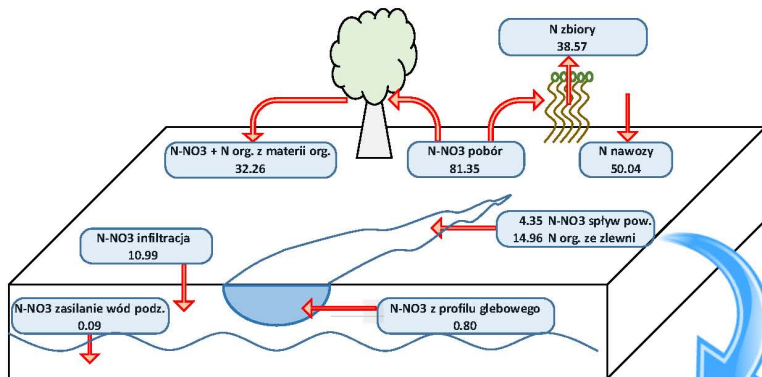
ID punktu	Średnia	Min.	Max.	Amplituda wyników dobowych	Średnia miesięczna rzędna [m n.p.m.]												Amplituda wyników miesięcznych
	[m n.p.m.]				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	285.99	285.34	292.54	7.20	286.07	285.84	285.81	285.96	285.79	285.75	285.74	285.67	286.17	286.34	286.18	286.36	0.69
2	290.30	289.15	315.17	26.03	289.87	289.81	289.82	290.89	289.56	289.48	289.43	289.31	290.72	291.63	290.87	291.64	2.33
3	323.84	323.26	330.39	7.12	323.84	323.80	323.74	323.86	323.55	323.47	323.53	323.39	323.98	324.18	324.14	324.44	1.06
4	262.41	262.32	262.47	0.15	262.44	262.43	262.44	262.44	262.43	262.43	262.42	262.41	262.38	262.37	262.38	262.42	0.07
5	363.19	361.45	364.51	3.06	363.78	363.57	363.37	363.18	363.03	362.80	362.55	362.31	362.90	363.27	363.76	363.85	1.54
6	263.33	263.17	263.47	0.30	263.37	263.32	263.31	263.30	263.31	263.31	263.29	263.26	263.33	263.36	263.38	263.39	0.14
7	486.40	485.83	486.82	0.99	486.56	486.47	486.42	486.38	486.33	486.21	486.18	486.13	486.29	486.49	486.65	486.67	0.54
8	490.66	489.56	491.31	1.76	491.03	490.85	490.72	490.63	490.57	490.37	490.26	490.14	490.43	490.74	491.09	491.15	1.02
9	417.56	417.34	417.73	0.39	417.65	417.63	417.62	417.59	417.56	417.52	417.49	417.46	417.48	417.51	417.59	417.65	0.19
10	423.27	422.99	423.53	0.54	423.41	423.36	423.31	423.27	423.24	423.20	423.17	423.12	423.19	423.27	423.38	423.42	0.30
11	588.70	587.90	589.21	1.31	588.84	588.85	588.85	588.84	588.77	588.66	588.56	588.42	588.46	588.58	588.81	588.88	0.46
12	651.73	651.45	652.42	0.97	651.79	651.83	651.82	651.80	651.72	651.68	651.64	651.58	651.62	651.73	651.82	651.85	0.28
13	647.80	647.35	648.17	0.81	647.91	647.94	647.96	647.97	647.92	647.82	647.73	647.63	647.58	647.63	647.81	647.91	0.39

ŚREDNI, ROCZNY BILANS AZOTU

- ❖ Całkowity ładunek azotu do zbiornika = 465 t/r
- ❖ Retencja azotu w ciekach = 46%
- ❖ azotu docierającego do zbiornika:
 - ❖ Wisła 85.7 %
 - ❖ Bajerka 5.6%
 - ❖ Inne 8.7%
- ❖ Ładunek nawozów = 50.04 kg/ha/r

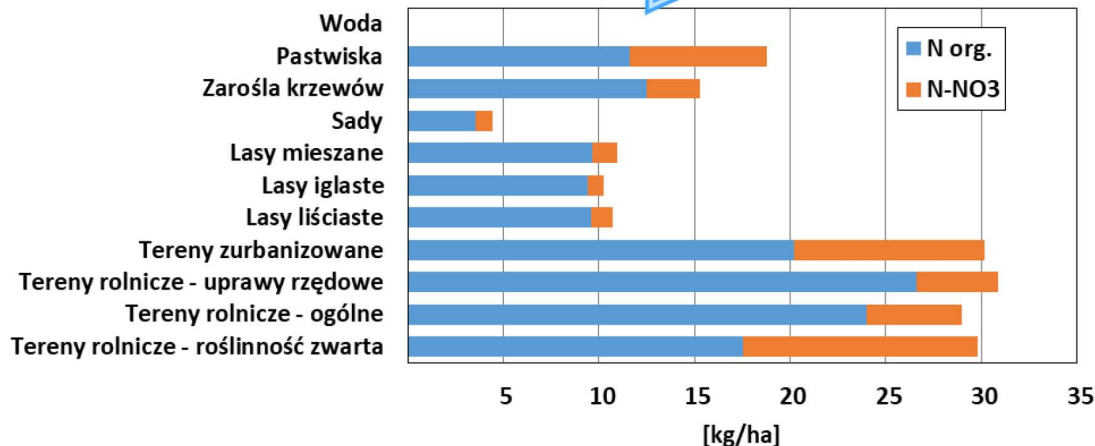


ŚREDNI, ROCZNY BILANS AZOTU



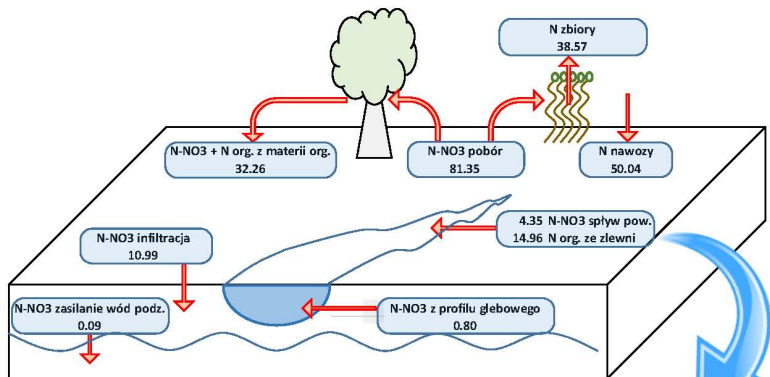
**Ogólny bilans
[kg/ha/r]**

- ❖ Główne źródła azotu to nawozy i rozkład materii organicznej
- ❖ Ładunek azotu do cieków jest dwa razy większy na terenach zurbanizowanych i rolniczych



**Ładunek
docierający do
cieków z różnych
form użytkowania
terenu**

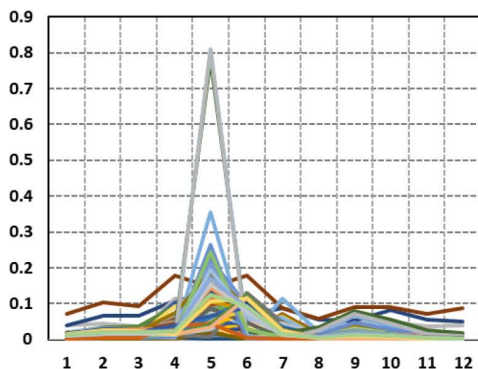
ŚREDNI, ROCZNY BILANS AZOTU



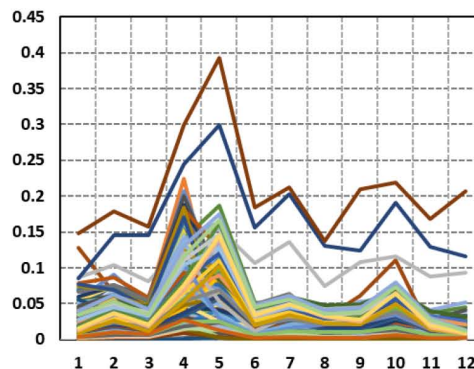
**Ogólny bilans
[kg/ha/r]**

- ❖ Główne źródła azotu to nawozy i rozkład materii organicznej
- ❖ Ładunek azotu do cieków jest dwa razy większy na terenach zurbanizowanych i rolniczych

N-NO₃ in surf. runoff [kg/ha/d]

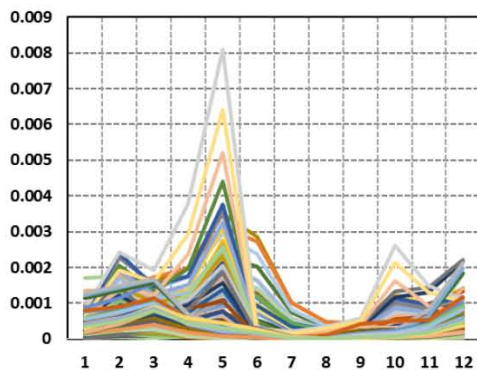


Org. N in surf. runoff [kg/ha/d]

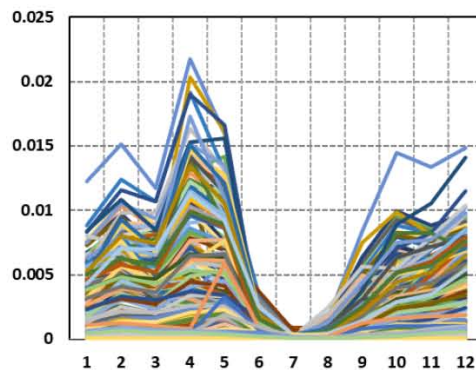


**Ładunek
docierający do
cieków w różnych
okresach
i zlewniach**

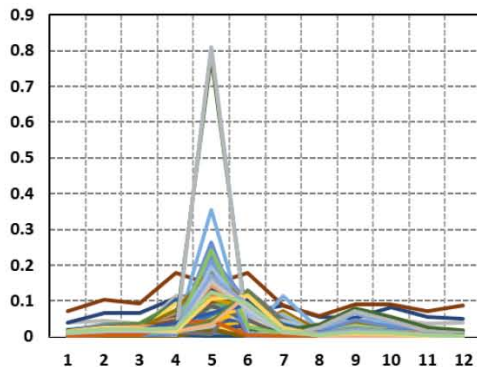
N-NO₃ in percolation [kg/ha/d]



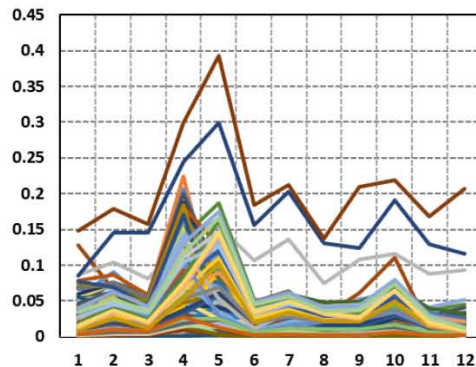
N-NO₃ in lateral flow [kg/ha/d]



N-NO₃ in surf. runoff [kg/ha/d]



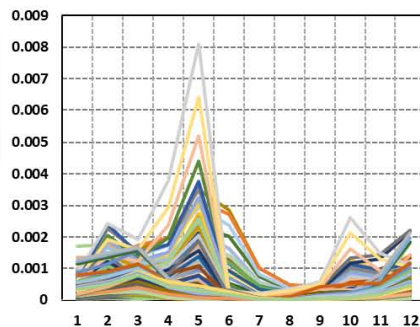
Org. N in surf. runoff [kg/ha/d]



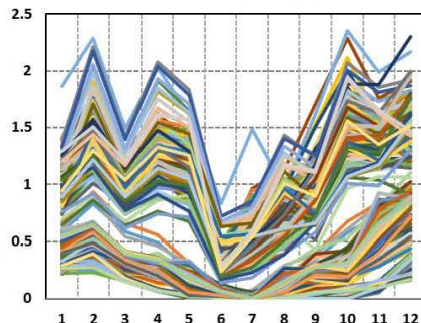
**Bilans dla
poszczególnych
zlewni
i miesięcy**

- ❖ Zmienność ładunków w dużym stopniu odzwierciedla zmienność bilansu wodnego
- ❖ W przypadku transportu zanieczyszczeń na zmienność wpływa proces wzrostu roślin (w większym stopniu niż ma to miejsce w przypadku bilansu wodnego)

N-NO₃ in percolation [kg/ha/d]



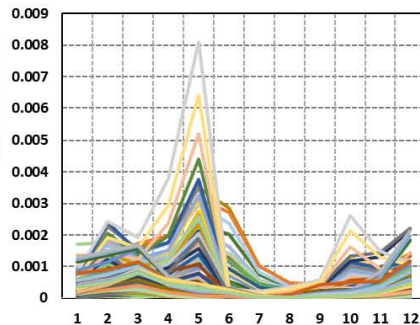
Percolation [mm/d]



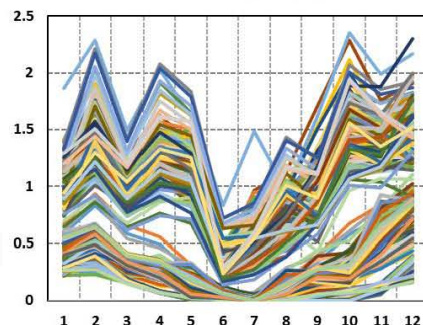
- ❖ Wahania stężeń w wodach podziemnych są większe na terenach zurbanizowanych i rolniczych, szczególnie tam, gdzie warstwa wodonośna ma niewielką miąższość
- ❖ Na terenach zurbanizowanych najniższe stężenia obliczono dla wiosny i jesieni, a na obszarach rolniczych dla wiosny i lata.
- ❖ Korelacja stężeń i innego niż naturalne pokrycia terenu wynosi 0.86 (istotność $p=0.0002$)

Punkt	Model SWAT	Zlewnia (SWAT)	Miąższość warstwy nas. [m]	Użytkowanie terenu [%]			Dobowe wartości				Średnie stężenie w miesiącach [mg/l]												Zakres wahań miesięcznych
				Rolnic.	Lasy	Miejski	Średnia	Min.	Maks.	Wahanie	Miesiące												
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1 (rzeka)	6	3	8	33.88	16.89	42.49	0.134	0.115	0.186	0.071	0.131	0.136	0.137	0.135	0.134	0.136	0.133	0.130	0.138	0.135	0.134	0.130	0.008
2			20.7				0.141	0.122	0.227	0.105	0.135	0.135	0.135	0.136	0.135	0.135	0.133	0.131	0.154	0.157	0.157	0.145	0.027
3 (rzeka)	5	34	9.5	35.22	42.12	20.13	0.056	0.014	0.075	0.061	0.051	0.054	0.057	0.059	0.061	0.063	0.063	0.062	0.053	0.051	0.047	0.048	0.016
4			1				0.044	0.009	0.066	0.057	0.034	0.039	0.046	0.050	0.053	0.054	0.054	0.054	0.042	0.036	0.030	0.032	0.024
5 (rzeka)	7	42	8.4	38.38	47.11	8.32	0.051	0.012	0.076	0.064	0.047	0.056	0.062	0.062	0.063	0.063	0.056	0.047	0.040	0.041	0.042	0.043	0.023
6			15				0.051	0.008	0.079	0.071	0.039	0.045	0.054	0.060	0.063	0.064	0.064	0.063	0.048	0.040	0.034	0.036	0.030
7 (rzeka)	3	21	1.8	40.89	32.7	26.06	0.101	0.067	0.143	0.076	0.076	0.088	0.105	0.115	0.126	0.134	0.122	0.107	0.096	0.089	0.080	0.075	0.060
8			5.3				0.127	0.083	0.190	0.107	0.096	0.100	0.110	0.121	0.134	0.153	0.160	0.157	0.141	0.127	0.114	0.104	0.063
9 (rzeka)	4	16	1.5	34.73	38.39	26.16	0.070	0.007	0.201	0.194	0.041	0.071	0.109	0.118	0.108	0.100	0.087	0.077	0.055	0.037	0.026	0.031	0.091
10			1.3				0.040	0.005	0.102	0.098	0.020	0.030	0.045	0.055	0.061	0.060	0.056	0.055	0.040	0.029	0.018	0.018	0.043
11 (rzeka)	1	2	1	7.68	90.96	0.84	0.025	0.006	0.065	0.059	0.022	0.026	0.033	0.037	0.036	0.033	0.028	0.025	0.018	0.013	0.013	0.017	0.023
12 (rzeka)			1				0.001	0.000	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	
13			2				0.005	0.001	0.011	0.011	0.005	0.006	0.008	0.008	0.007	0.005	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.006

N-NO₃ in percolation [kg/ha/d]



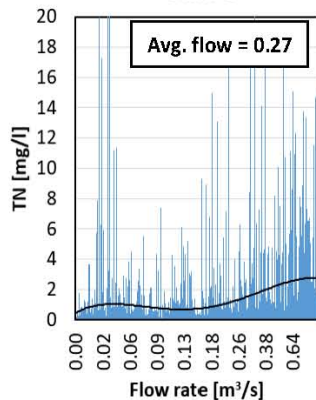
Percolation [mm/d]



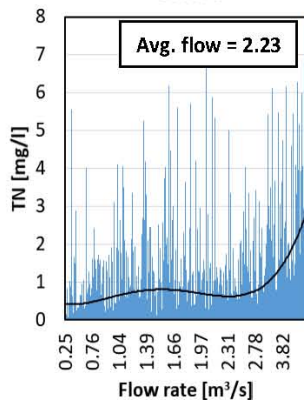
- ❖ Wahania stężeń w wodach podziemnych są większe na terenach zurbanizowanych i rolniczych, szczególnie tam, gdzie warstwa wodonośna ma niewielką miąższość
- ❖ Na terenach zurbanizowanych najniższe stężenia obliczono dla wiosny i jesieni, a na obszarach rolniczych dla wiosny i lata.
- ❖ Korelacja stężeń i innego niż naturalne pokrycia terenu wynosi 0.86 (istotność $p=0.0002$)

Punkt	Model SWAT	Zlewnia (SWAT)	Miąższość warstwy nas. [m]	Użytkowanie terenu [%]			Stosunek do średniej rocznej (skala kolorów osobna dla każdego punktu) [%]												Zakres wahań
				Rolnic.	Lasy	Miejski	Miesiące												
1 (rzeka)	6	3	8	33.88	16.89	42.49	-2.7	-3.3	-4.3	-2.6	0.5	4.8	7.8	5.9	-1.2	-3.9	0.3	-1.5	12.13
2			20.7				9.2	4.0	0.6	0.3	0.0	-0.3	-1.1	-2.2	-3.7	-3.3	-1.5	-2.0	12.95
3 (rzeka)	5	34	9.5	35.22	42.12	20.13	-18.0	-13.0	-8.7	-4.6	1.1	4.9	6.1	6.3	4.7	5.4	7.0	7.9	25.92
4			1				-34.2	-21.7	-8.6	0.5	6.5	8.5	8.5	8.1	7.8	7.2	7.3	8.9	43.04
5 (rzeka)	7	42	8.4	38.38	47.11	8.32	-29.4	-17.5	-13.0	-6.3	6.5	18.2	23.4	22.3	10.3	-3.9	-5.2	-6.8	52.84
6			15				-36.7	-22.3	-7.4	2.7	9.4	11.3	10.1	9.1	8.0	5.8	5.0	3.7	48.05
7 (rzeka)	3	21	1.8	40.89	32.7	26.06	-25.4	-11.3	-0.1	8.7	20.8	34.1	26.5	11.3	-1.5	-13.4	-26.0	-24.4	60.07
8			5.3				-30.9	-25.0	-17.9	-9.7	-0.3	16.4	24.9	26.4	21.6	9.8	-4.6	-12.4	57.37
9 (rzeka)	4	16	1.5	34.73	38.39	26.16	-45.4	-15.9	31.4	52.6	37.4	23.6	3.6	-10.0	1.6	-14.8	-34.4	-29.7	98.00
10			1.3				-65.5	-41.0	-7.4	18.1	27.5	19.0	14.7	18.9	19.7	11.8	-4.8	-13.1	93.02
11 (rzeka)	1	2	1	7.68	90.96	0.84	-11.5	2.5	24.4	31.5	29.1	20.7	15.4	10.5	-10.7	-37.9	-42.3	-31.5	73.84
12 (rzeka)			1				50.7	66.1	74.6	80.4	5.9	-35.1	-55.2	-70.3	-76.0	-74.8	-19.6	58.2	156.49
13			2				0.0	23.5	50.2	55.2	40.6	10.1	-12.0	-32.2	-41.9	-52.7	-40.2	1.1	107.84

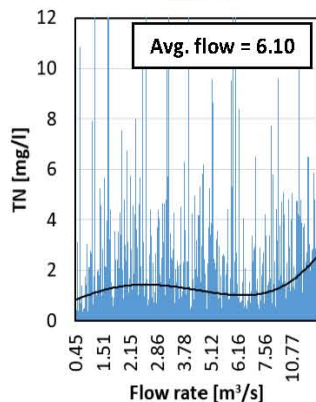
SWAT 1



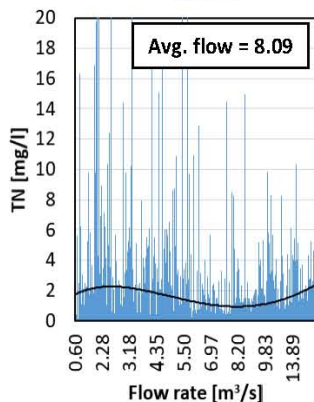
SWAT 3



SWAT 5



SWAT 8



Stężenie azotu całkowitego w rzekach

przy różnym natężeniu przepływu

i dla różnych przekrojów w zlewni zbiornika

- obszar górski – SWAT 1 i 3
- środek zlewni – SWAT 5
- Dopływ do zbiornika – SWAT 8

- ❖ Większe stężenie azotu w okresach o wyższym natężeniu przepływu – szczególnie w obszarach górskich
- ❖ Większe stężenia w okresach o niskich przepływach w północnej części zlewni zbiornika.

WYNIKI:

Użyteczność narzędzi

CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Uznać można, że **zaprezentowane w pracy podejście powinno spełnić obecne i nawet przyszłe oczekiwania** jednostek odpowiedzialnych za ochronę i zarządzanie zasobami wodnymi.

- System zaprojektowany został w taki sposób, aby **dostarczyć danych o zakresie oczekiwanym przez jednostki odpowiedzialne za ochronę zasobów wodnych** w Polsce i poza jej granicami. (oczekiwania te były rozpoznane poprzez szczegółowy przegląd literatury, dokumentacji technicznej oraz wytycznych w zakresie modelowania, a koncepcja systemu była konsultowana z potencjalnymi użytkownikami w Polsce)
- Na podstawie porównania zademonstrowanego systemu z (nielicznymi) podobnymi systemami opracowanymi w innych krajach można uznać, że uzyskano **narzędzie o funkcjonalnościach (zakres i sposób prezentowania danych) nie mniejszych niż w przypadku innych systemów.**
- **Stopień szczegółowości prowadzonych symulacji** przepływu wody i zanieczyszczeń także **nie jest niższy niż w systemach funkcjonujących w innych krajach.**

CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Uznać można, że **zaprezentowane w pracy podejście powinno spełnić obecne i nawet przyszłe oczekiwania** jednostek odpowiedzialnych za ochronę i zarządzanie zasobami wodnymi.

- System zaprojektowany został w taki sposób, aby **dostarczyć danych o zakresie oczekiwanym przez jednostki odpowiedzialne za ochronę zasobów wodnych** w Polsce i poza jej granicami. (oczekiwania te były rozpoznane poprzez szczegółowy przegląd literatury, dokumentacji technicznej oraz wytycznych w zakresie modelowania, a koncepcja systemu była konsultowana z potencjalnymi użytkownikami w Polsce)
- Na podstawie porównania zademonstrowanego systemu z (nielicznymi) podobnymi systemami opracowanymi w innych krajach można uznać, że uzyskano **narzędzie o funkcjonalnościach (zakres i sposób prezentowania danych) nie mniejszych niż w przypadku innych systemów.**
- **Stopień szczegółowości prowadzonych symulacji** przepływu wody i zanieczyszczeń także **nie jest niższy niż w systemach funkcjonujących w innych krajach.**

System:

- Nawiązuje do koncepcji monitoringu zintegrowanego prowadzonego przez GIOŚ i program ICP Integrated Monitoring Konwencji LRTAP ONZ
- Uwzględnia część zaleceń i braków wskazywanych przez ONZ, Globalnego Partnerstwa dla Wody (GWP), Komisji Europejskiej, Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju i KZGW:
 - ONZ. 1992. „AGENDA 21”
 - ONZ. 2015. „Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development”
 - ONZ. 2016. „Water Action Decade 2018-2028. United Nations Secretary-General’s Plan”
 - ONZ. 2018. „Progress on integrated water resources management: Global baseline for SDG 6. Indicator 6.5.1: degree of IWRM implementation”
 - Europejska Komisja Gospodarcza. 2007. „Recommendations on Payments for Ecosystem Services in Integrated Water Resources Management”
 - Komisja Europejska. 2003-2019. „Guidance Document No. 7, 15, 16, 17, 18, 23, 26, 27, 29 - Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive”
 - GWP. 2013. „The role of decision support systems and models in integrated river basin management”
 - KZGW. 2010. „Projekt polityki wodnej państwa do roku 2030”
- Uwzględnia uwagi i zalecenia przekazane przez uczestników warsztatów projektu CRIS:
 - Dyskusje z potencjalnymi użytkownikami,
 - badania ankietowe,
 - analiza SWOT/TOWS)

CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Uznać można, że **zaprezentowane w pracy podejście powinno spełnić obecne i nawet przyszłe oczekiwania** jednostek odpowiedzialnych za ochronę i zarządzanie zasobami wodnymi.

- System zaprojektowany został w taki sposób, aby **dostarczyć danych o zakresie oczekiwanym przez jednostki odpowiedzialne za ochronę zasobów wodnych** w Polsce i poza jej granicami. (oczekiwania te były rozpoznane poprzez szczegółowy przegląd literatury, dokumentacji technicznej oraz wytycznych w zakresie modelowania, a koncepcja systemu była konsultowana z potencjalnymi użytkownikami w Polsce)
- Na podstawie porównania zademonstrowanego systemu z (nielicznymi) podobnymi systemami opracowanymi w innych krajach można uznać, że uzyskano **narzędzie o funkcjonalnościach (zakres i sposób prezentowania danych) nie mniejszych niż w przypadku innych systemów.**
- **Stopień szczegółowości prowadzonych symulacji** przepływu wody i zanieczyszczeń także **nie jest niższy niż w systemach funkcjonujących w innych krajach.**

CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Opracowany system wzorowano lub porównywano m.in. z następującymi narzędziami:

- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Operational Forecast System (www.tidesandcurrents.noaa.gov/models)
- NOAA Harmful Algal BloomS Observing System (HABSOS) (<https://habsos.noaa.gov/>)
- The National Water Model (<https://water.noaa.gov/>)
- Australian Landscape Water Balance (www.bom.gov.au/water/landscape/)
- Australian Bureau of Meteorology: 7-day Streamflow Forecasts (www.bom.gov.au/water/7daystreamflow)
- UNESCO-IHP's International Initiative on Water Quality (IIWQ) - World Water Quality Portal (<http://www.worldwaterquality.org/>)
- Riverinfo.eu (<http://riverinfo.eu/>)
- SPACE-O portal (<https://portal.space-o.eu/portal/>)
 - Water Information System (WIS) (<https://portal.space-o.eu/portal/wis/>)
 - Early Warning System (EWS) (<https://portal.space-o.eu/portal/ews/>)
- European eutrophication-control tool - eutrophication.eu (<http://www.eutrophication.eu/>)
- NUTPRINT (<http://www.nutrientfootprint.eu/>)
- SWICCA - Service for Water Indicators in Climate Change Adaptation (<http://swicca.eu/climate-impacts-maps/>)

CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Uznać można, że **zaprezentowane w pracy podejście powinno spełnić obecne i nawet przyszłe oczekiwania** jednostek odpowiedzialnych za ochronę i zarządzanie zasobami wodnymi.



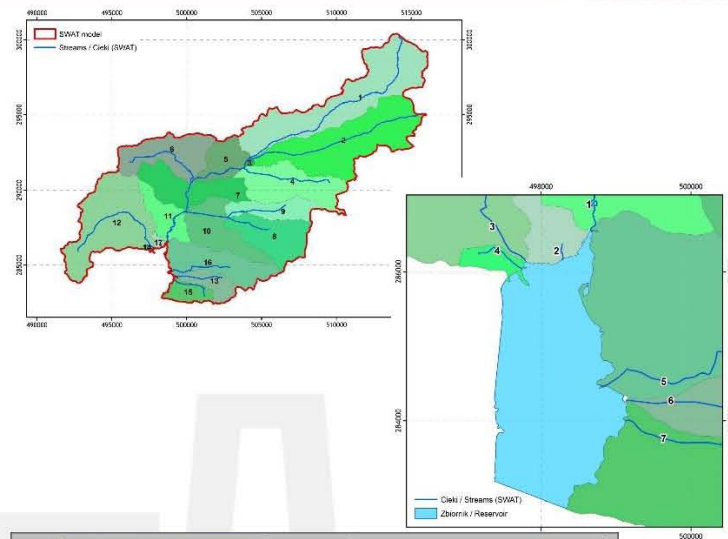
Ocena będąca wynikiem analiz,
ale może być uznana za
subiektywną.

CZY SĄ DOWODY ???

CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Zastosowanie w praktyce podejścia zaprezentowanego w przedstawionej pracy:

- Opracowanie zintegrowanego modelu zlewni oraz Zbiornika Kozłowa Góra na potrzeby Projektu **PROLINE-CE** (Interreg Europa Centralna)
- Przeprowadzenie szkoleń dotyczących modelu SWAT (Soil and Water Assessment Tool), interfejsu QSWAT, integracji modelu SWAT z innymi modelami i uruchomienia modelu w trybie automatycznym, na potrzeby projektu **WaterPUCK** (Biostrateg)
- Opracowanie „**systemu zintegrowanej oceny procesów przyrodniczych z wykorzystaniem metod numerycznych**” w ramach pracy realizowanej przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- System został użyty w praktyce w celu wykonania analizy bilansu wodnego i biogenów na potrzeby Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (element analiz na potrzeby **Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego**)
- Wyniki zastosowania systemu wykorzystano w pracach związanych z oceną wpływu zanieczyszczeń powietrza na wody powierzchniowe. Prace te realizowane były na potrzeby **Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości**, a odbiorcą pracy było Ministerstwo Środowiska.



Okres symulacji modelu zlewni	
Rok rozpoczęcia	2012
Dzień rozpoczęcia	1
Dzień zakończenia	89
Liczba lat symulacji	6
Liczba lat rozruchu	5

Konfiguracja modelu zbiornika	
Krok obliczeń (sekundy)	180
Czy uruchomić symulację jakości wody (1=tak / 0=nie)	0
Liczba rzędów do użycia	4

Porównanie przepływności modelu SWAT / AEM3D	
Zlewnia SWAT	Dopływ AEM3D
15	103
17	102
12	103
14	104
16	105
13	106
15	107

Interreg
CENTRAL EUROPE
PROLINE-CE

INTEGRACJA MODELU ZBUDOWANYCH DLA ZBIORNIKA
KOZŁOWA GÓRA

skrótowa instrukcja:

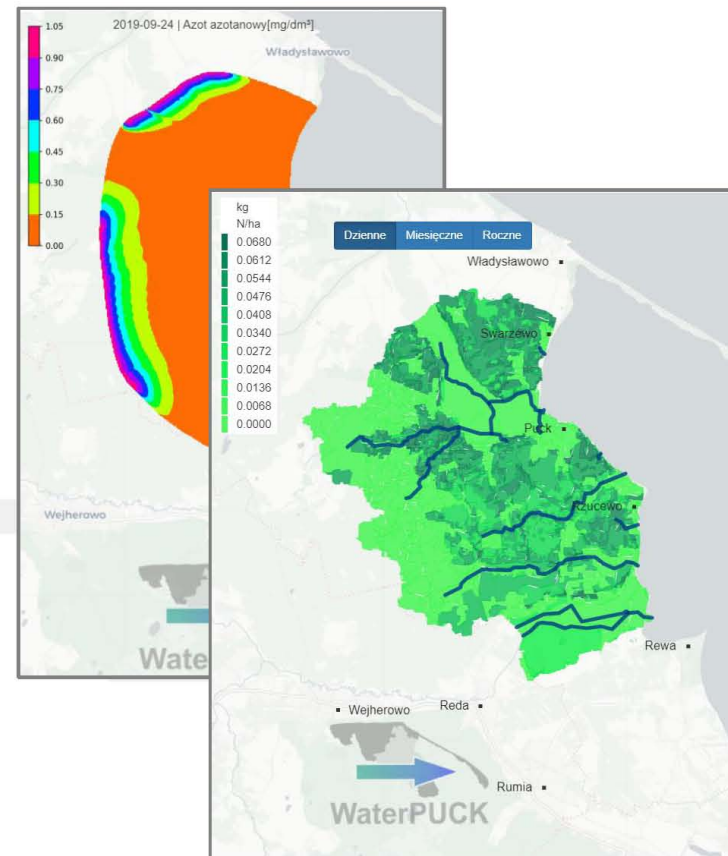
- Konieczne wypełnić należy pola jasnoniebieskie
- Opcjonalnie należy zmodyfikować pola ciemnoniebieskie
- Uruchomić model SWAT, a następnie model AEM3D lub oba modele jednocześnie

Więcej informacji znaleźć można w raporcie pt: "PROLINE-CE zadanie 11: Integracja modeli zbudowanych dla zbiornika Kozłowa Góra"

Zastosowanie w praktyce podejścia zaprezentowanego w przedstawionej pracy:

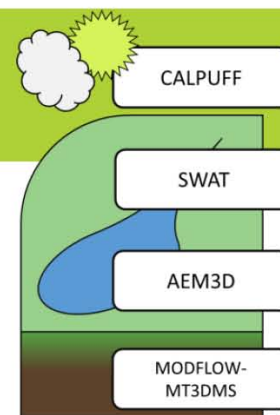
- Opracowanie zintegrowanego modelu zlewni oraz Zbiornika Kozłowa Góra na potrzeby Projektu **PROLINE-CE** (Interreg Europa Centralna)
- Przeprowadzenie szkoleń dotyczących modelu SWAT (Soil and Water Assessment Tool), interfejsu QSWAT, integracji modelu SWAT z innymi modelami i uruchomienia modelu w trybie automatycznym, na potrzeby projektu **WaterPUCK** (Biostrateg)
- Opracowanie „systemu zintegrowanej oceny procesów przyrodniczych z wykorzystaniem metod numerycznych” w ramach pracy realizowanej przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- System został użyty w praktyce w celu wykonania analizy bilansu wodnego i biogenów na potrzeby Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (element analiz na potrzeby Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego)
- Wyniki zastosowania systemu wykorzystano w pracach związanych z oceną wpływu zanieczyszczeń powietrza na wody powierzchniowe. Prace te realizowane były na potrzeby Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości, a odbiorcą pracy było Ministerstwo Środowiska.



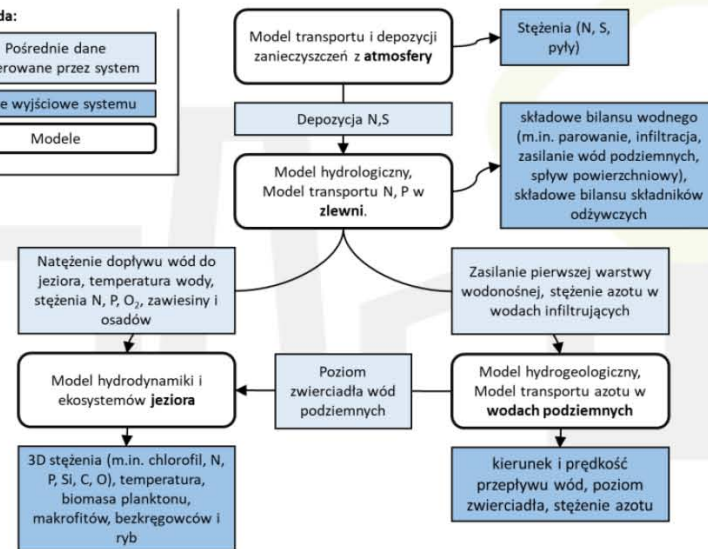
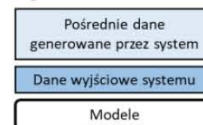
CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Zastosowanie w praktyce podejścia zaprezentowanego w przedstawionej pracy:

- Opracowanie zintegrowanego modelu zlewni oraz Zbiornika Kozłowa Góra na potrzeby Projektu **PROLINE-CE** (Interreg Europa Centralna)
- Przeprowadzenie szkoleń dotyczących modelu SWAT (Soil and Water Assessment Tool), interfejsu QSWAT, integracji modelu SWAT z innymi modelami i uruchomienia modelu w trybie automatycznym, na potrzeby projektu **WaterPUCK** (Biostrateg)
- Opracowanie „**systemu zintegrowanej oceny procesów przyrodniczych z wykorzystaniem metod numerycznych**” w ramach pracy realizowanej przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- System został użyty w praktyce w celu wykonania analizy bilansu wodnego i biogenów na potrzeby Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (element analiz na potrzeby **Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego**)
- Wyniki zastosowania systemu wykorzystano w pracach związanych z oceną wpływu zanieczyszczeń powietrza na wody powierzchniowe. Prace te realizowane były na potrzeby **Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości**, a odbiorcą pracy było Ministerstwo Środowiska.

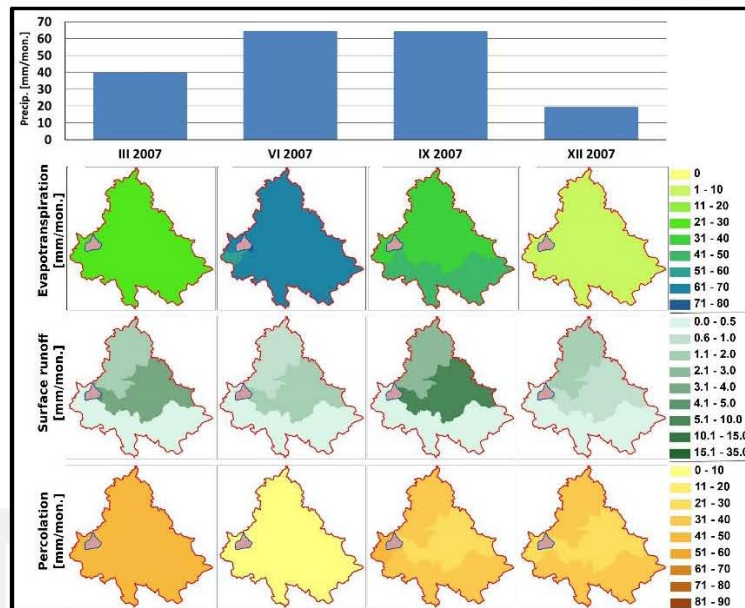


Legenda:



Zastosowanie w praktyce podejścia zaprezentowanego w przedstawionej pracy:

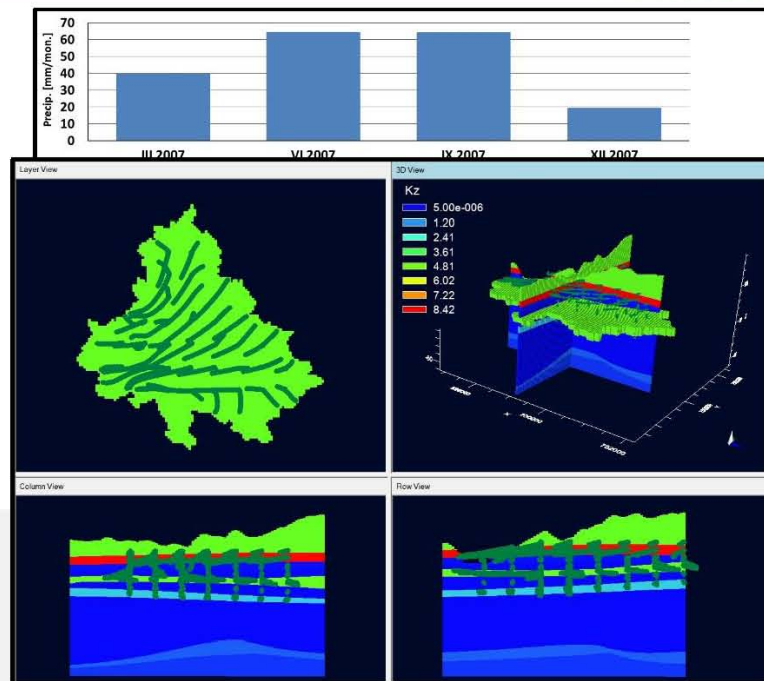
- Opracowanie zintegrowanego modelu zlewni oraz Zbiornika Kozłowa Góra na potrzeby Projektu **PROLINE-CE** (Interreg Europa Centralna)
- Przeprowadzenie szkoleń dotyczących modelu SWAT (Soil and Water Assessment Tool), interfejsu QSWAT, integracji modelu SWAT z innymi modelami i uruchomienia modelu w trybie automatycznym, na potrzeby projektu **WaterPUCK** (Biostrateg)
- Opracowanie „**systemu zintegrowanej oceny procesów przyrodniczych z wykorzystaniem metod numerycznych**” w ramach pracy realizowanej przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- System został użyty w praktyce w celu wykonania analizy bilansu wodnego i biogenów na potrzeby Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (element analiz na potrzeby **Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego**)
- Wyniki zastosowania systemu wykorzystano w pracach związanych z oceną wpływu zanieczyszczeń powietrza na wody powierzchniowe. Prace te realizowane były na potrzeby **Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości**, a odbiorcą pracy było Ministerstwo Środowiska.



CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Zastosowanie w praktyce podejścia zaprezentowanego w przedstawionej pracy:

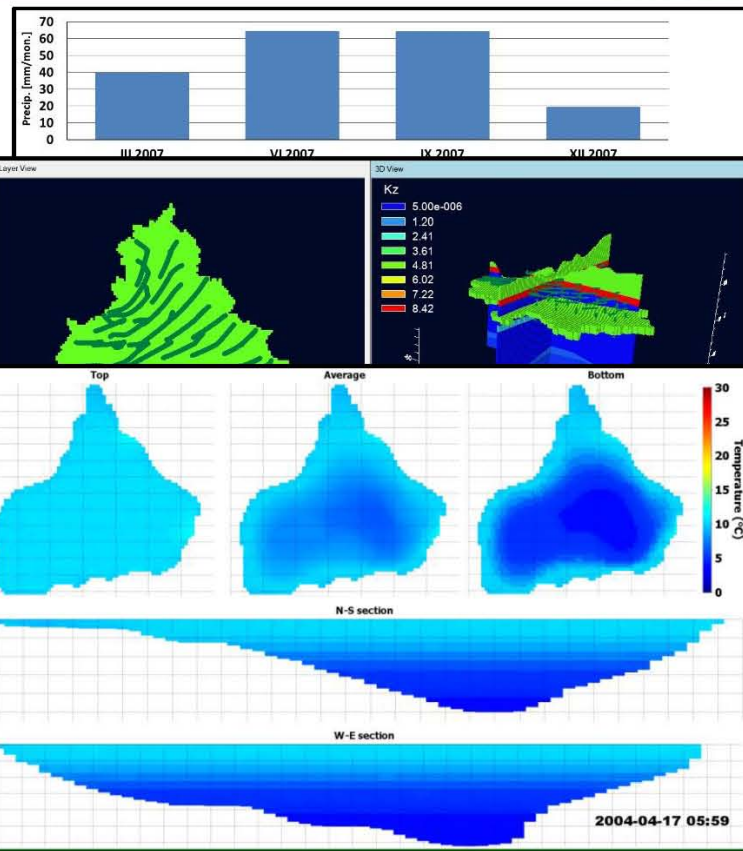
- Opracowanie zintegrowanego modelu zlewni oraz Zbiornika Kozłowa Góra na potrzeby Projektu **PROLINE-CE** (Interreg Europa Centralna)
- Przeprowadzenie szkoleń dotyczących modelu SWAT (Soil and Water Assessment Tool), interfejsu QSWAT, integracji modelu SWAT z innymi modelami i uruchomienia modelu w trybie automatycznym, na potrzeby projektu **WaterPUCK** (Biostrateg)
- Opracowanie „**systemu zintegrowanej oceny procesów przyrodniczych z wykorzystaniem metod numerycznych**” w ramach pracy realizowanej przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- System został użyty w praktyce w celu wykonania analizy bilansu wodnego i biogenów na potrzeby Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (element analiz na potrzeby **Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego**)
- Wyniki zastosowania systemu wykorzystano w pracach związanych z oceną wpływu zanieczyszczeń powietrza na wody powierzchniowe. Prace te realizowane były na potrzeby **Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości**, a odbiorcą pracy było Ministerstwo Środowiska.



CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Zastosowanie w praktyce podejścia zaprezentowanego w przedstawionej pracy:

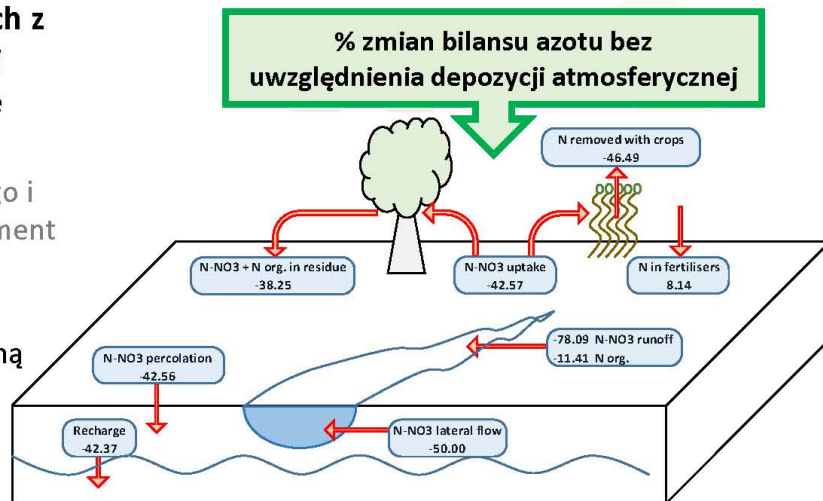
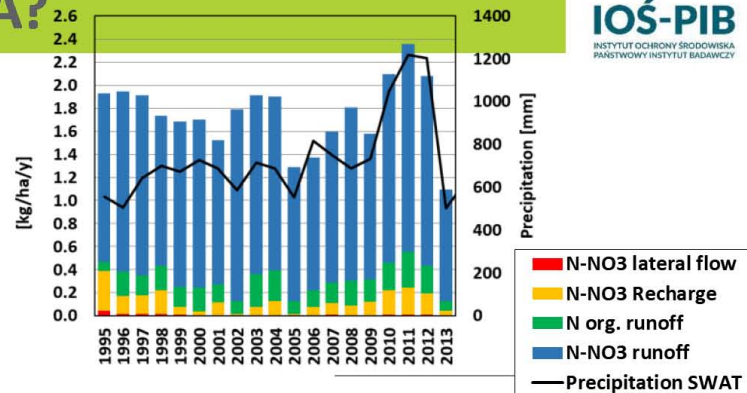
- Opracowanie zintegrowanego modelu zlewni oraz Zbiornika Kozłowa Góra na potrzeby Projektu **PROLINE-CE** (Interreg Europa Centralna)
- Przeprowadzenie szkoleń dotyczących modelu SWAT (Soil and Water Assessment Tool), interfejsu QSWAT, integracji modelu SWAT z innymi modelami i uruchomienia modelu w trybie automatycznym, na potrzeby projektu **WaterPUCK** (Biostrateg)
- Opracowanie „**systemu zintegrowanej oceny procesów przyrodniczych z wykorzystaniem metod numerycznych**” w ramach pracy realizowanej przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- System został użyty w praktyce w celu wykonania analizy bilansu wodnego i biogenów na potrzeby Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (element analiz na potrzeby **Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego**)
- Wyniki zastosowania systemu wykorzystano w pracach związanych z oceną wpływu zanieczyszczeń powietrza na wody powierzchniowe. Prace te realizowane były na potrzeby **Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości**, a odbiorcą pracy było Ministerstwo Środowiska.



CZY UŻYTECZNOŚĆ NARZĘDZI ZOSTAŁA POTWIERDZONA?

Zastosowanie w praktyce podejścia zaprezentowanego w przedstawionej pracy:

- Opracowanie zintegrowanego modelu zlewni oraz Zbiornika Kozłowa Góra na potrzeby Projektu **PROLINE-CE** (Interreg Europa Centralna)
- Przeprowadzenie szkoleń dotyczących modelu SWAT (Soil and Water Assessment Tool), interfejsu QSWAT, integracji modelu SWAT z innymi modelami i uruchomienia modelu w trybie automatycznym, na potrzeby projektu **WaterPUCK** (Biostrateg)
- Opracowanie „**systemu zintegrowanej oceny procesów przyrodniczych z wykorzystaniem metod numerycznych**” w ramach pracy realizowanej przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.
- System został użyty w praktyce w celu wykonania analizy bilansu wodnego i biogenów na potrzeby Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (element analiz na potrzeby **Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego**)
- Wyniki zastosowania systemu wykorzystano w pracach związanych z oceną wpływu zanieczyszczeń powietrza na wody powierzchniowe. Prace te realizowane były na potrzeby **Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości**, a odbiorcą pracy było Ministerstwo Środowiska.



Dziękuję

Rafał Ulańczyk

rafal.ulanczyk@ios.edu.pl