

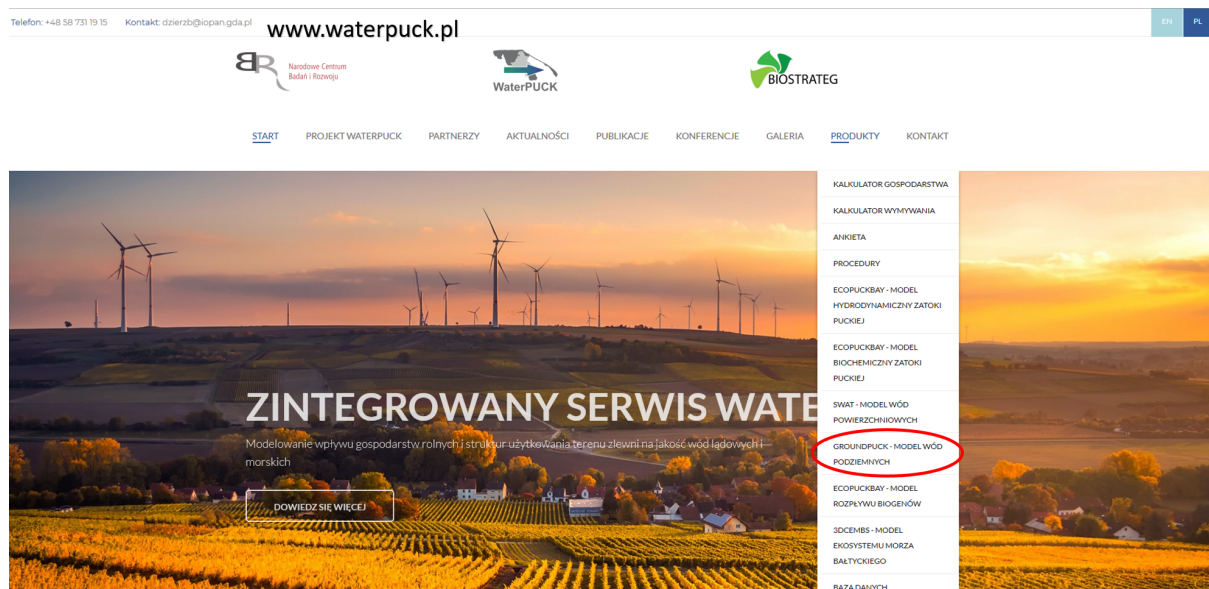
PRODUKTY i METODY „WaterPUCK”

GroundPUCK

Opis modelu przepływu wód podziemnych i transportu azotanów w wodach podziemnych w gminie Puck.

W ramach projektu WaterPUCK opracowano numeryczny model opisujący przepływ wód podziemnych oraz migrację azotanów w warstwach wodonośnych. Model ten został wykorzystany do określenia wielkości dopływu wód podziemnych do wyodrębnionej w granicach gminy Puck części Zatoki Puckiej. Umożliwił on także ocenę wpływu gospodarstw rolnych i sposobu użytkowania powierzchni na poziomy wodonośne oraz wielkość odprowadzanego do akwenu ładunku biogenów.

Model GroundPUCK jest usługą udostępnioną w serwisie WaterPUCK. Dostęp do modułu można uzyskać za pośrednictwem głównej strony internetowej projektu (www.waterpuck.pl), poprzez zakładkę „PRODUKTY” na pasku nawigacyjnym (Ryc.1).



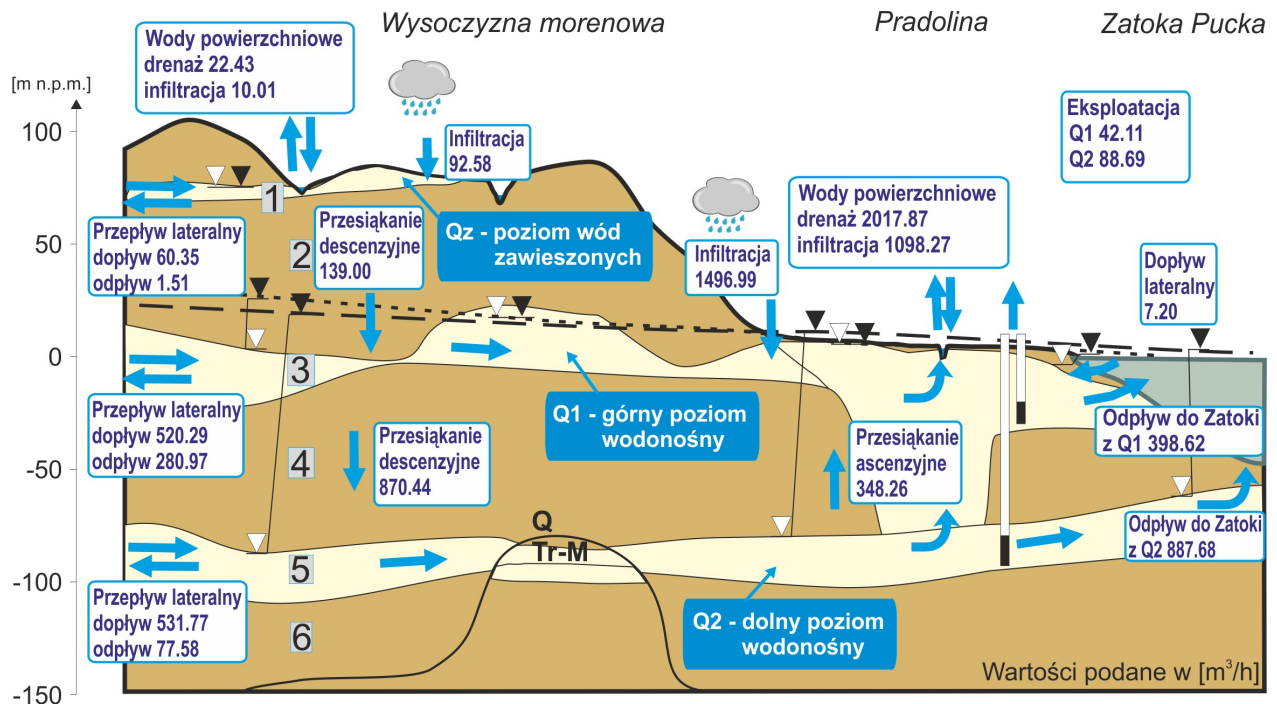
Ryc.1. Strona projektu WaterPUCK i wybór produktu GroundPUCK – model wód podziemnych.

Model wykorzystuje program obliczeniowy MODFLOW-NWT, umożliwiający symulację przepływu wód podziemnych oraz program MT3DMS do symulacji transportu substancji rozpuszczonych. Model został stworzony z wykorzystaniem pakietu GMS 10.4 (Groundwater Modeling System) firmy Aquaveo, programu ModelMuse oraz biblioteki FloPy. Oprogramowanie GMS zostało zakupione w ramach zadania WP4 projektu WaterPUCK.

Opracowany model obejmuje powierzchnię 169 km² i łącznie składa się z 6 warstw obliczeniowych:

- Pierwsza warstwa modelu – **poziom wód zawieszonych (Qz)**, wody o zwierciadle swobodnym;
- Druga warstwa modelu – warstwa glin, rozdzielająca poziom wód zawieszonych (Qz) od górnego poziomu wodonośnego (Q1);
- Trzecia warstwa modelu – **górny poziom wodonośny (Q1)**, wody o zwierciadle swobodnym bądź napiętym;
- Czwarta warstwa modelu – warstwa glin, rozdzielająca górny poziom wodonośny (Q1) od dolnego poziomu wodonośnego (Q2);
- Piąta warstwa modelu – **dolny poziom wodonośny (Q2)**, wody o zwierciadle napiętym;
- Szósta warstwa modelu – warstwa glin i mułków, spąg modelu.

Schematyzacja warunków występowania wód podziemnych została oparta na podstawie modelu konceptualnego (Ryc.2). Konstrukcja warstw modelu i ich parametrów opierała się przede wszystkim na danych zawartych w kartach i na profilach otworów wiertniczych, przeprowadzonych badaniach terenowych oraz dostępnych dokumentacji i innych opracowań hydrogeologicznych. Poszczególne dane wejściowe do modelu zostały zgromadzone i odpowiednio przygotowane w środowisku GIS.



Ryc.2. Model koncepcyjny oraz składniki bilansu.

Do dyskretyzacji modelu wykorzystano regularną, jednolitą dla wszystkich poziomów siatkę prostokątną, w której wszystkie bloki są kwadratami o długości boku równym 50 m. Wyznaczona za pomocą 410 wierszy i 296 kolumn siatka zawiera łącznie 728160 bloków obliczeniowych (razem dla 6 warstw modelu), przy czym aktywnych komórek jest 340497 (razem dla 6 warstw modelu). Węzły obliczeniowe umieszczone są w środku każdego bloku.

Mechanizm usługi

Symulacja przepływu wody i transportu zanieczyszczeń prowadzona jest w dobowych okresach obliczeniowych. Dla każdej doby najpierw uruchamiany jest program MODFLOW. Wykorzystuje on wartości zasilania wód podziemnych (ilość wody opadowej przesiąkająca z profilu glebowego do warstwy wodonośnej) wyliczone wcześniej przez program SWAT. Obliczenia programem MODFLOW pozwalają określić rzędne zwierciadła oraz prędkości przepływu wód podziemnych w poszczególnych

poziomach wodonośnych. Następnie uruchamiany jest program MT3DMS, który określa stężenia azotu azotanowego w poszczególnych warstwach. W tym celu wykorzystywane są wyniki uzyskane z MODFLOW oraz wartości ładunku azotanów wymywanych z profilu glebowego do wód podziemnych, wyliczone wcześniej przez program SWAT.

W ramach usługi użytkownik ma możliwość wizualizacji wyników obliczeń modelu przepływu wody i transportu azotanów dla określonego dnia okresu symulacji. Zwizualizowane zostały trzy warstwy modelu, które odwzorowują poszczególne poziomy wód podziemnych – Qz, Q1 i Q2.

Użytkownik wybiera z kalendarza na stronie datę, dla której chce obejrzeć wyniki. Z umieszczonych poniżej list rozwijanych wybiera parametr (rzędna zwierciadła wód podziemnych lub stężenie azotu azotanowego N-NO₃). Naciśnięcie przycisku „Generuj mapę” powoduje wyświetlenie na mapie wartości parametru w postaci wypełnienia kolorem (Ryc. 3 i 4).

Wysokość zwierciadła wody w warstwie wodonośnej podawana jest w m n.p.m. (może być ona wyższa od rzędnej terenu, ze względu na występujące w niektórych miejscach ciśnienia artezyjskie).

Stężenie azotu azotanowego N-NO₃ podawane jest w mg/dm³.

Zastosowanie usługi

Podstawowym zadaniem usługi jest obliczanie rzędnych zwierciadła wód podziemnych i stężeń azotu azotanowego w poszczególnych warstwach wodonośnych na obszarze gminy Puck, zgodnie z przyjętymi założeniami modeli wykorzystanych w serwisie WaterPUCK. Ponadto wyniki obliczeń wykorzystywane są przez model hydrodynamiczny i ekologiczny Zatoki Puckiej (natężenie dopływu wód podziemnych do Zatoki i transportowanego ładunku azotanów).

Opracowane w ramach usługi modele przepływu i transportu mogą być również wykorzystane do prowadzenia symulacji wariantowych i prognostycznych, pozwalających ocenić np. wpływ zmian użytkowania powierzchni, praktyk rolniczych lub zmian klimatu na ilość i jakość zasobów wód podziemnych w gminie Puck.

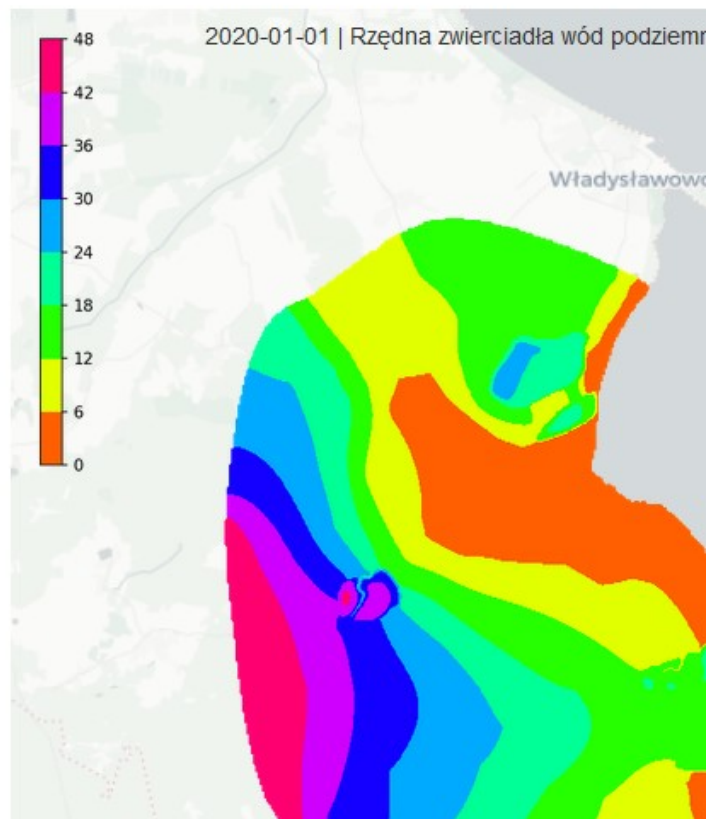
< ↑ styczeń 2020 >

nd	pn	wt	śr	cz	pt	sb
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1

Rzędna zwierciadła wód podziemnych

Q1 - górny poziom wodonośny

Generuj mapę



Ryc.3. Generowanie map zwierciadła wód podziemnych na stronie projektu WaterPUCK, w usłudze GroundPUCK

Model hydrodynamiczny Zatoki Puckiej

Model Biochemiczny Zatoki Puckiej

Model Wód Po

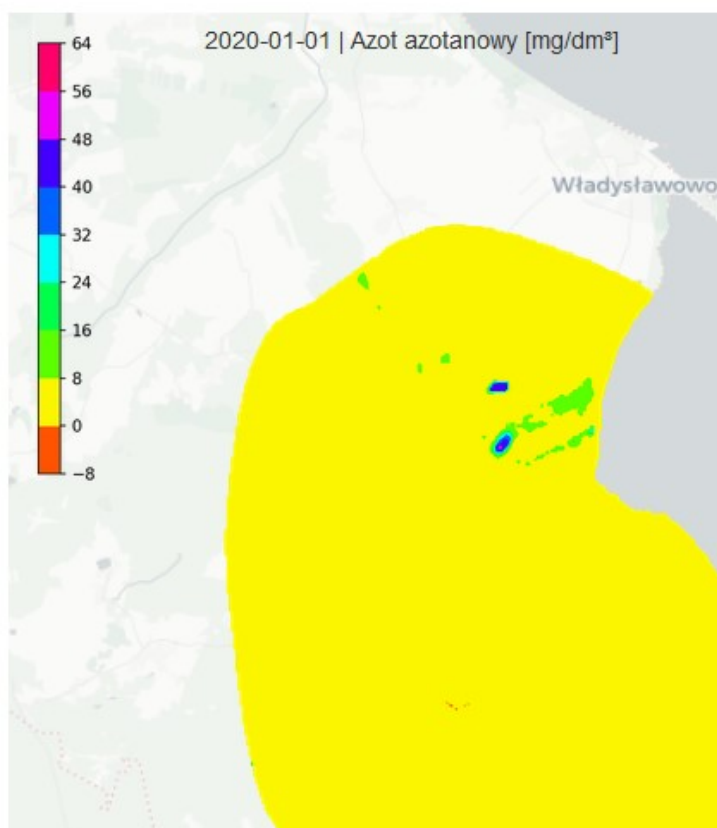
◀ ↑ styczeń 2020 ▶

nd	pn	wt	śr	cz	pt	sb
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1

Azot azotanowy ▼

Q1 - górny poziom wodonośny ▼

Generuj mapę



Ryc.4. Generowanie map stężenia azotu azotanowego (N-NO₃) na stronie projektu WaterPUCK, w usłudze GroundPUCK

Literatura

Szymkiewicz, A., Potrykus, D., Jaworska-Szulc, B., Gumuła-Kawęcka, A., Pruszkowska-Caceres, M. & Dzierzbicka-Głowacka, L. Evaluation of the influence of farming practices and land use on groundwater flow and nitrate transport in a coastal multi-aquifer system in Puck region (northern Poland), publikacja złożona w czasopiśmie Water