

# WODY PODZIEMNE STREFY NADMORSKIEJ

– klucz do bezpiecznego funkcjonowania i rozwoju kraju



*Dawid Potrykus*



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy  
państwowa służba geologiczna



Sfinansowano ze środków  
**NARODOWEGO FUNDUSZU  
OCHRONY ŚRODOWISKA  
i GOSPODARKI WODNEJ**

9. Forum Państwowej Służby Geologicznej

Geologia dla morza i biznesu  
– strategiczne kierunki działań PSG

**BALTEXPO**

23. Międzynarodowe Targi  
Morskie i Militarne  
7-9.10.2025



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy  
państwowa służba geologiczna

**BALTEXPO**

23. Międzynarodowe Targi Morskie i Militarne  
7-9.10.2025

9. Forum Państwowej Służby Geologicznej  
Geologia dla morza i biznesu strategiczne kierunki działań PSG

## PLAN PREZENTACJI

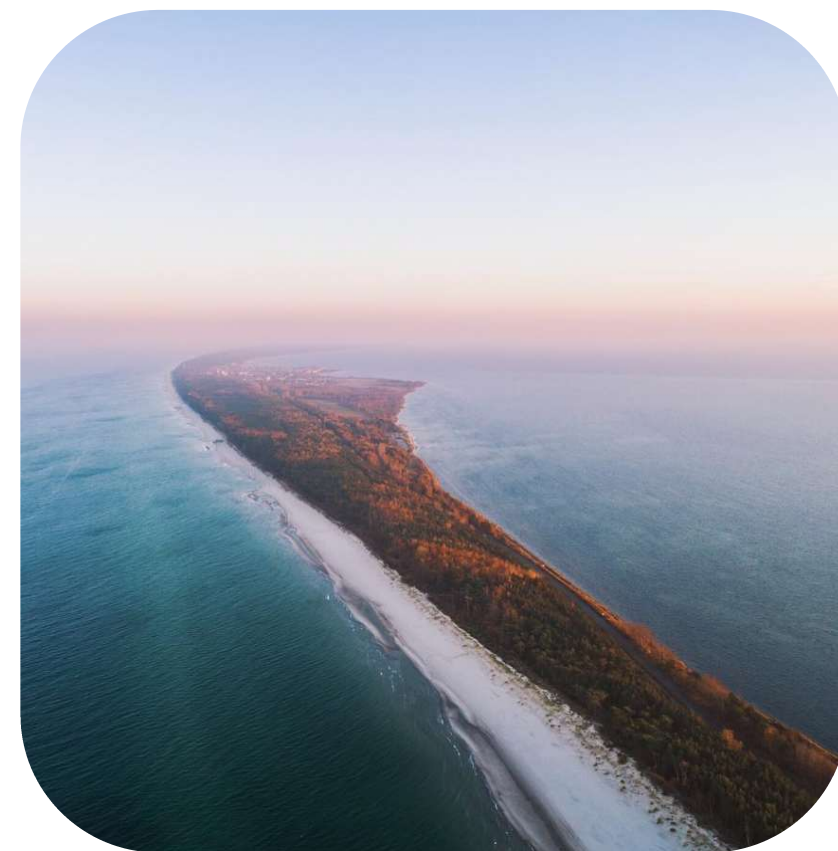
Specyfika hydrogeologiczna strefy nadmorskiej

Eksploatacja wód podziemnych

Monitoring wód podziemnych

Wrażliwość warstw wodonośnych na zasolenie

Podsumowanie



Półwysep Helski (fot. Ra2nski)



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy  
państwowa służba geologiczna

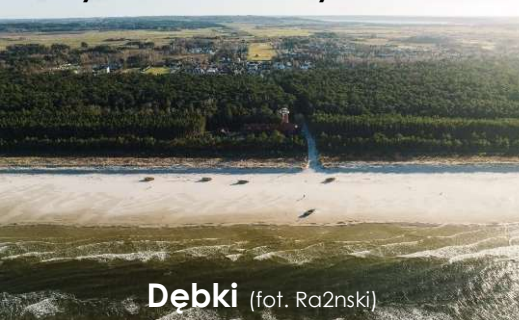
**BALTEXPO**

23. Międzynarodowe Targi Morskie i Militarne  
7-9.10.2025

9. Forum Państwowej Służby Geologicznej  
Geologia dla morza i biznesu strategiczne kierunki działań PSG

# SPECYFIKA HYDROGEOLOGICZNA STREFY NADMORSKIEJ

Niziny nadmorskie z wydmy



Dębki (fot. Ra2nski)

Mierzeje oddzielające jeziora przybrzeżne lub zatoki od otwartego morza



Jezioro Bukowo (fot. Parkiewicz)



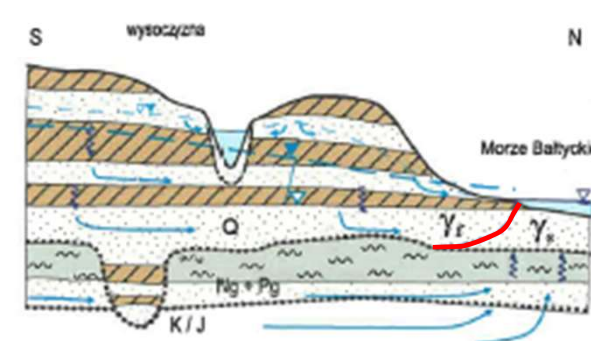
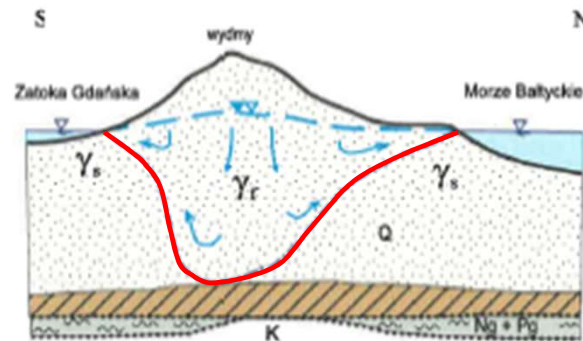
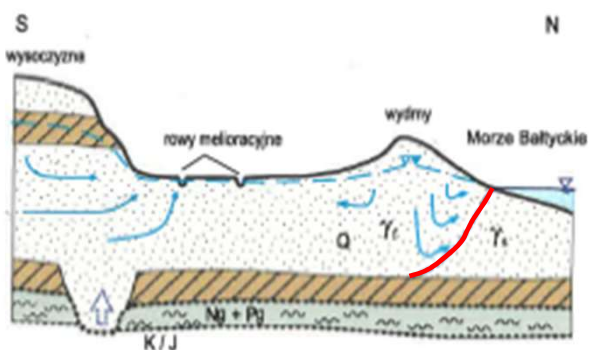
Półwysep helski (fot. Ra2nski)



Wybrzeża klifowe

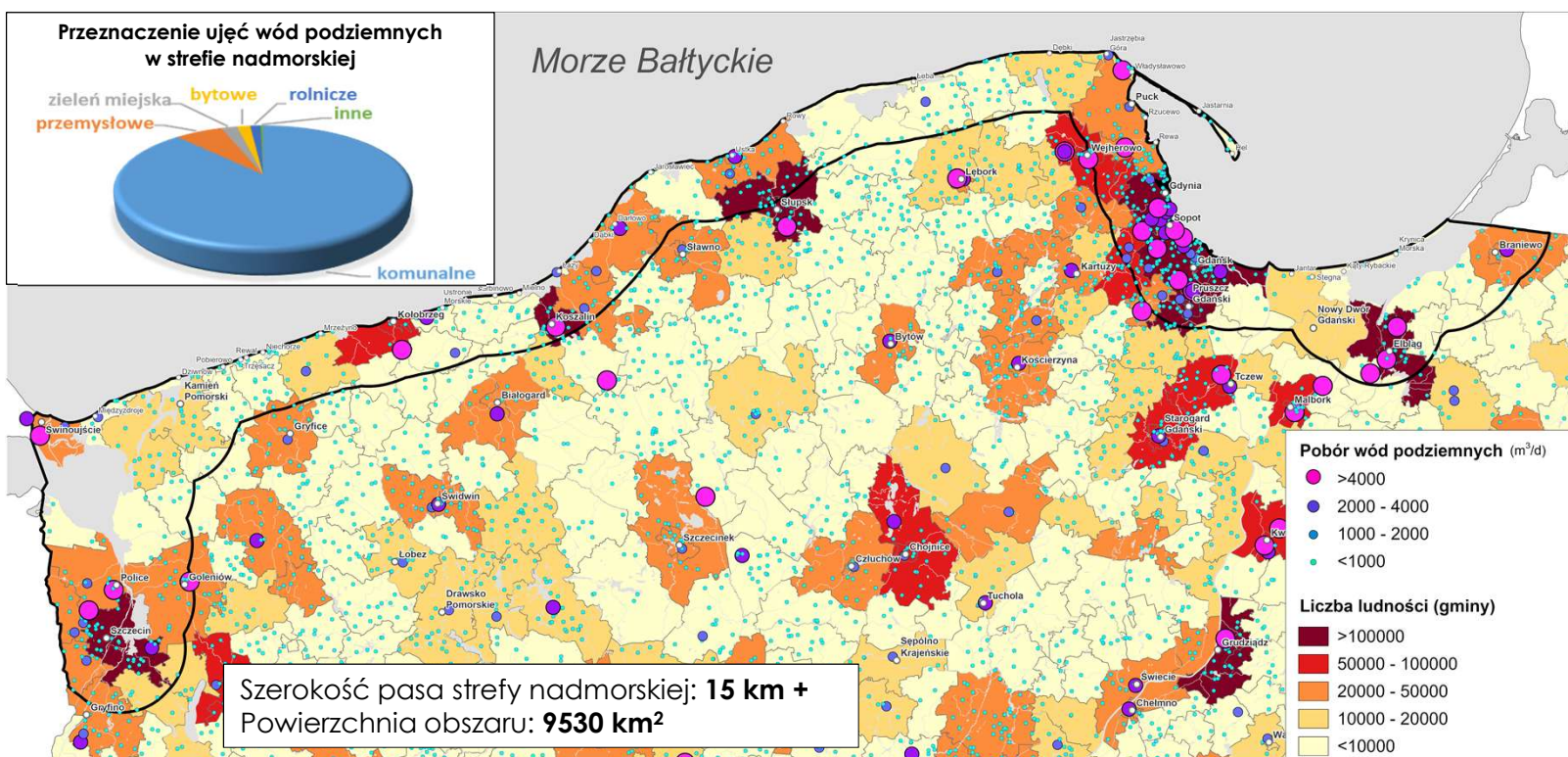
Klif orłowski (fot. Lewandowski)

Schematy występowania wód podziemnych na południowym wybrzeżu Bałtyku (A. Krawiec, 2013)



Nadmierna eksploatacja wód podziemnych, ich zanieczyszczenie oraz skutki zmian klimatu mogą być przyczyną ograniczenia rozwoju gospodarczego strefy nadmorskiej, stanowić poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa dostaw wody oraz być odpowiedzialnym za degradację ekosystemów wodnych oraz zależnych od wód podziemnych.

# EKSPLOATACJA WÓD PODZIEMNYCH W STREFIE NADMORSKIEJ



W wyznaczonej strefie nadmorskiej znajduje się **777 ujęć wód podziemnych**.

Łączna wielkość poboru wód podziemnych wynosi **307954 m<sup>3</sup>/d**, z czego **niemal 90%** przeznaczone jest na cele komunalne.

Sąsiedztwo brzegu morskiego w znacznym stopniu **ogranicza możliwość rozbudowy ujęć**.

Nadmorskie ujęcia cechują się **nierównomiernym poborem** wód podziemnych wynikającym ze wzmożonego ruchu turystycznego w sezonie letnim.

Nieodpowiednio prowadzona eksploatacja wód podziemnych może prowadzić do degradacji zasobów wód słodkich, co w przeszłości było przyczyną likwidacji niektórych ujęć w strefie nadmorskiej.



# MONITORING WÓD PODZIEMNYCH

## Monitoring wód podziemnych

jest to kontrolno-decyzyjny system oceny dynamiki przemian w wodach podziemnych. Polega na prowadzeniu w wybranych charakterystycznych punktach powtarzalnych pomiarów stanu zwierciadła wód podziemnych oraz ich jakości.

Celem monitorowania wód podziemnych jest wspomaganie działań zmierzających do likwidacji lub ograniczenia ujemnego wpływu czynników antropogenicznych na wody podziemne.



## MONITORING WÓD PODZIEMNYCH

### MONITORING ILOŚCIOWY

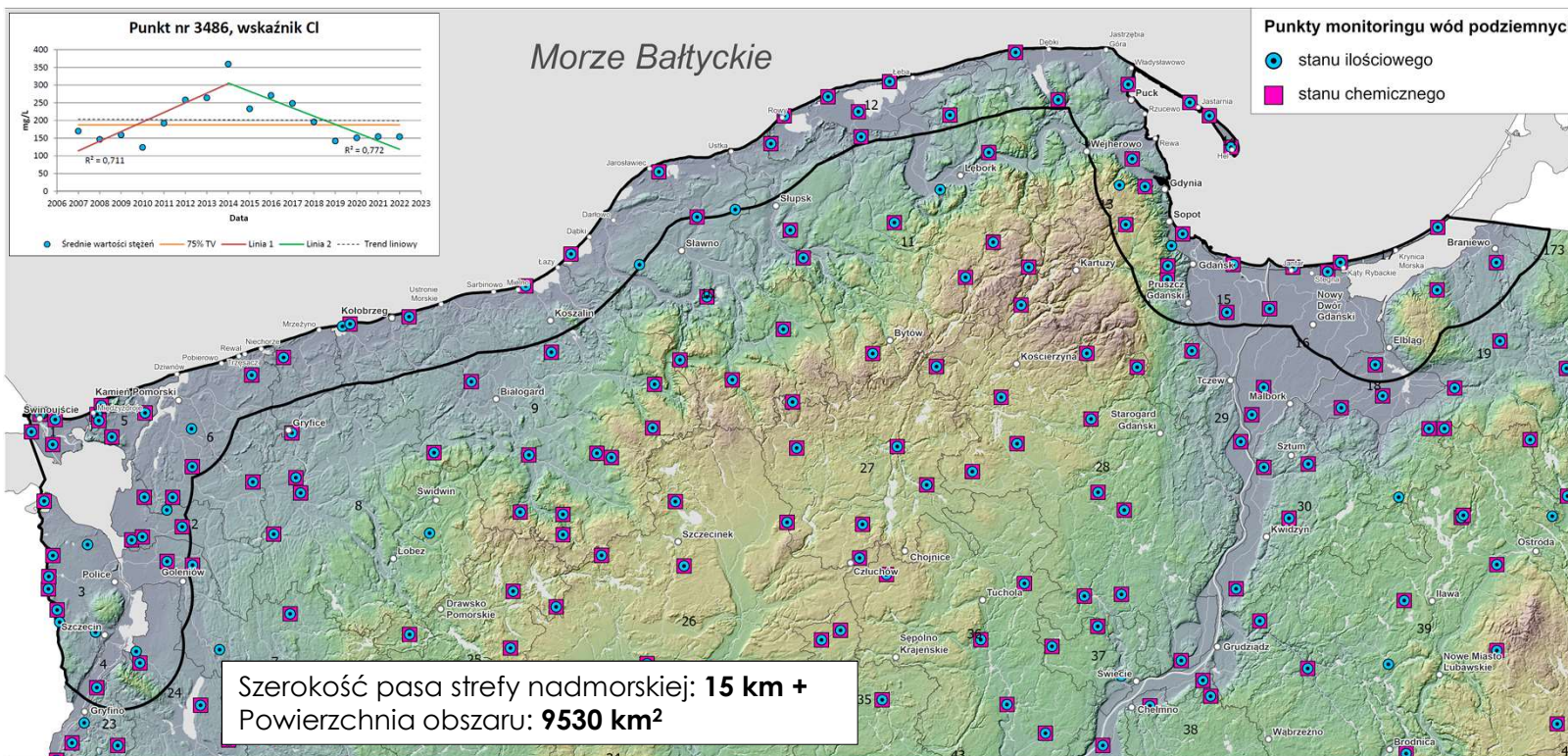
Obserwacje stanów zwierciadła wody (wielkości eksploatacji)

### MONITORING JAKOŚCIOWY

Analizy chemiczne próbek wody (pełne lub wybranych składników)



# SIĘĆ OBSERWACYJNO-BADAWCZA WÓD PODZIEMNYCH



Sieć obserwacyjno-badawcza wód podziemnych na terenie Polski została zorganizowana i jest prowadzona przez Państwowy Instytut Geologiczny od **1972 roku**.

Na terenie całego kraju znajduje się ponad **1470 punktów monitoringowych**.

W bezpośrednim sąsiedztwie Morza Bałtyckiego usytuowano **83 punkty monitoringu wód podziemnych stanu ilościowego, w tym 71 stanu chemicznego**.

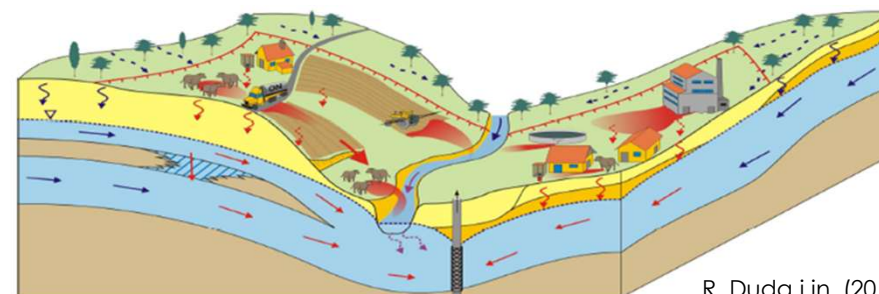
Monitoring wód podziemnych realizowany jest w trzech skalach przestrzennych: ogólnokrajowej, regionalnej i lokalnej.

Wyniki badań monitoringowych są wykorzystywane do oceny stanu JCWPd, m.in. w zakresie oceny wpływu iniekcji i ascencji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych (test C.2/I.2).

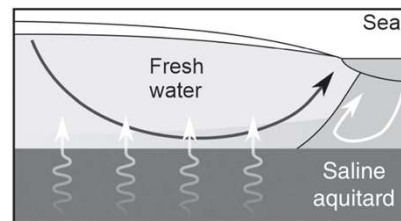
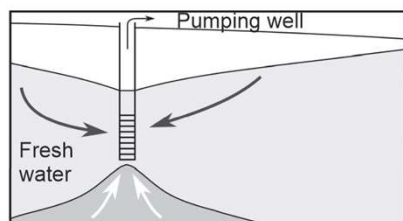
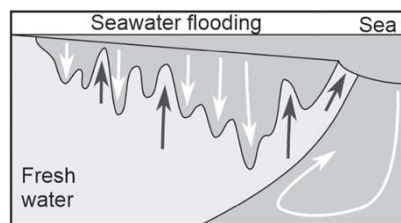
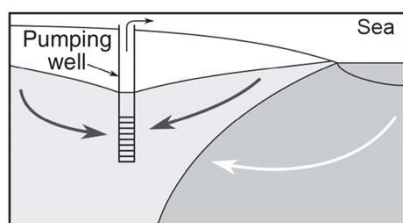
# ZAGROŻENIA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH

## ANTROPOPRESJA

wiąże się z możliwością bezpośredniego wprowadzenia do wód podziemnych substancji zanieczyszczających związanych z działalnością człowieka (m.in. działalnością rolniczą, turystyką, przemysłem, gospodarką odpadami), głównie w wyniku migracji z powierzchni terenu



R. Duda i in. (2013)



## INGRESJA WÓD MORSKICH

proces przenikania wód o wysokiej mineralizacji pochodzących z morza do przybrzeżnych warstw wodonośnych

## ASCENZJA WÓD ZMINERALIZOWANYCH

wznoszący ruch wód zmineralizowanych z głębszego poziomu wodonośnego do płytszego

J. Jiao & V. Post (2019)

# OCENA PODATNOŚCI WÓD PODZIEMNYCH NA ZANIECZYSZCZENIA

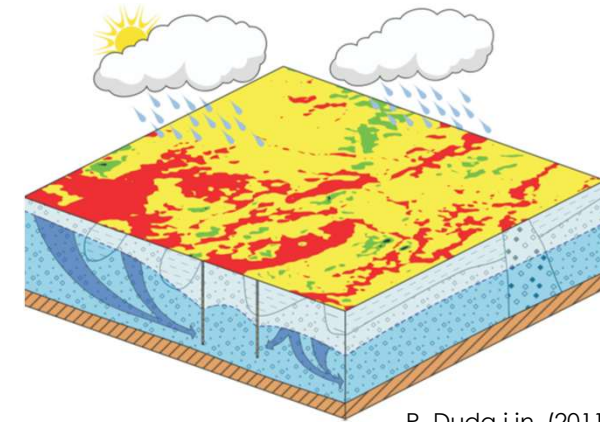
**podatność = wrażliwość (vulnerability)** – miara zagrożenia wód podziemnych określana poprzez możliwość migracji zanieczyszczeń

➤ **podatność naturalna**

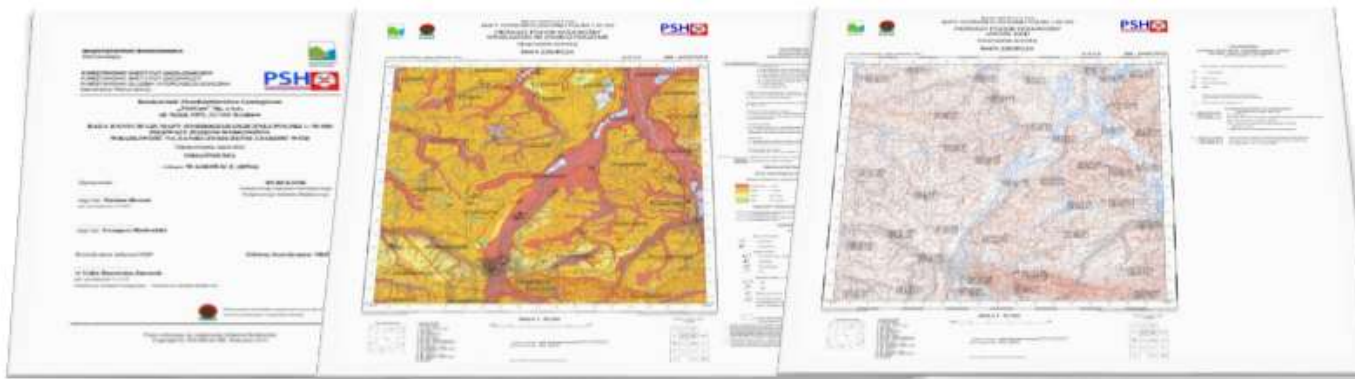
zależna tylko od warunków hydrogeologicznych

➤ **podatność specyficzna**

zależna od warunków hydrogeologicznych i rodzaju zanieczyszczenia



R. Duda i in. (2011)



Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000 - Pierwszy Poziom Wodonośny – Wrażliwość na zanieczyszczenie i jakość wód (MHP PPW-WJ)

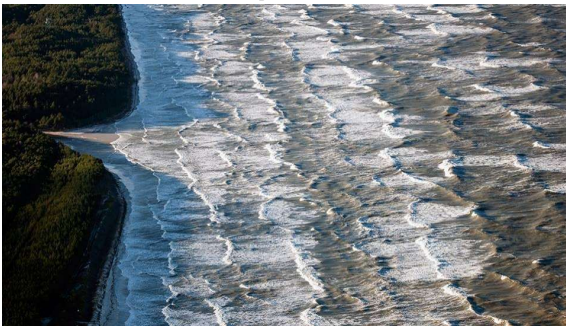
# INGRESJA WÓD MORSKICH (INTRUS<sub>FLD</sub>)

Metoda **INTRUS<sub>FLD</sub>** umożliwia określenie wrażliwości wód podziemnych PPW (pierwszego poziomu wodonośnego) na ingresję wód morskich wynikającą z **wystąpienia powodzi od strony morza**

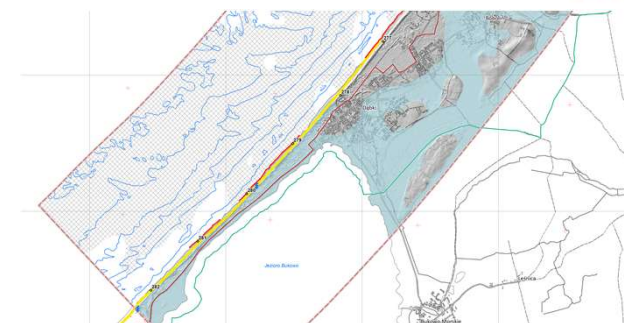
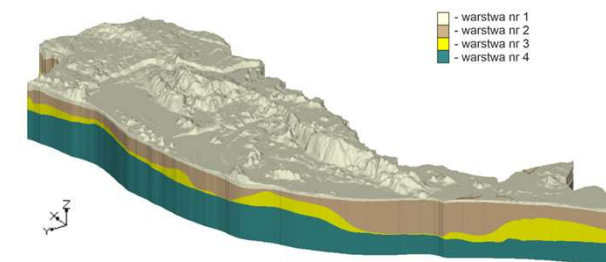
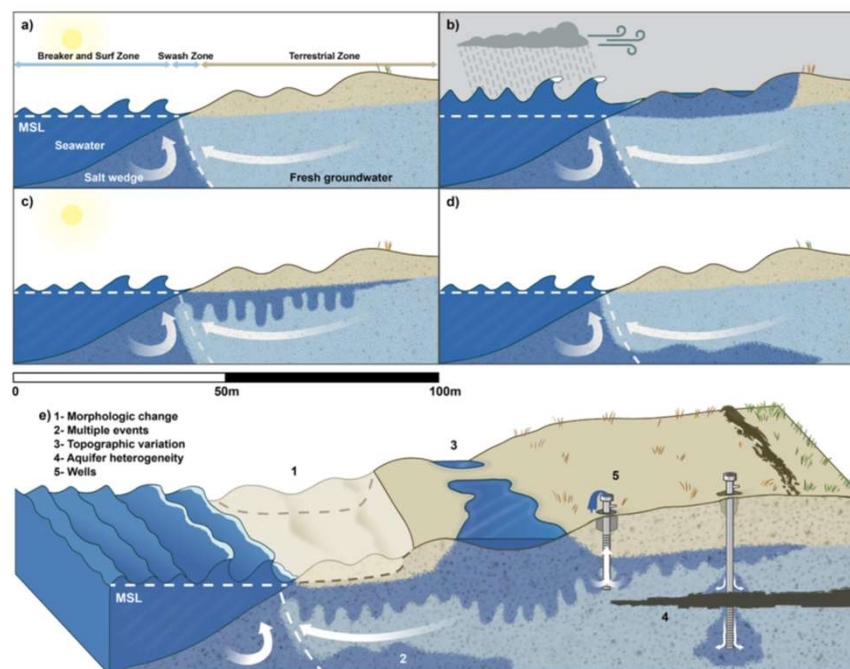
**Okres bezszstormowy** (Dębki, ujście Piaśnicy)



**Okres sztormowy** (Dębki, ujście Piaśnicy)



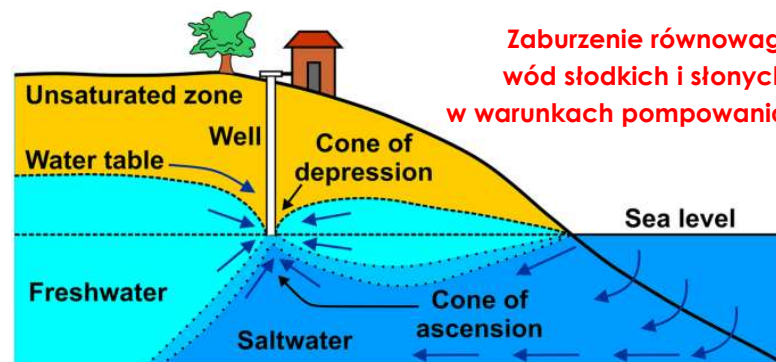
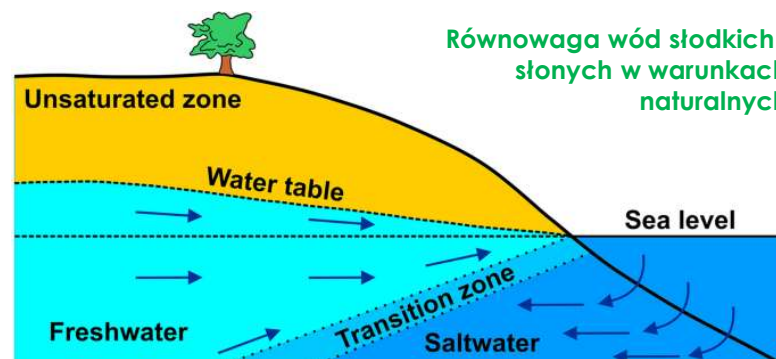
**Schemat wertykalnej ingresji wód morskich do przybrzeżnych warstw wodonośnych po zalaniu obszaru** (Cantelon i in., 2022)



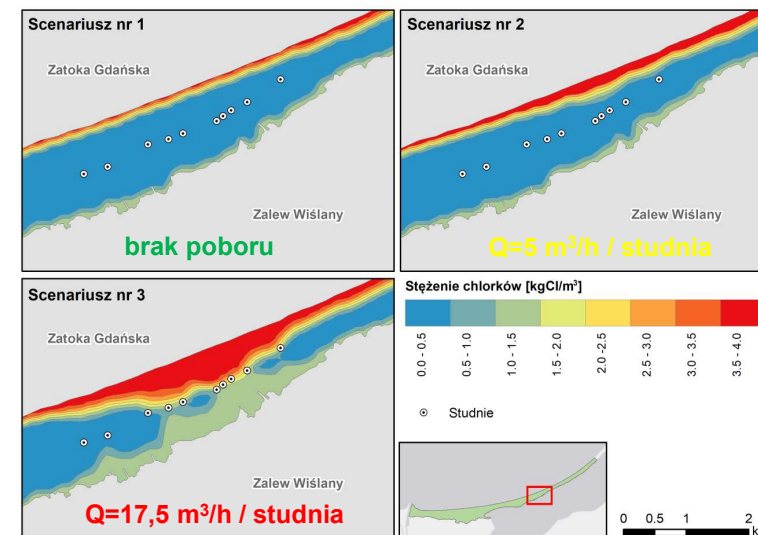
Przykładowy fragment prognozowanych stref narażonych na podtopienia i zalania na skutek podniesienia się poziomu morza (Kartografia 4D)

# INGRESJA WÓD MORSKICH (INTRUS<sub>EXPL</sub>)

Metoda **INTRUS<sub>EXPL</sub>** umożliwia określenie wrażliwości wód podziemnych GUPW (głównego użytkowego poziomu wodonośnego) na ingresję wód morskich wynikającą z **eksploatacji wód podziemnych**



Niculescu & Andrei (2021)



Badania modelowe zmian stężenia jonów chlorkowych w warstwie wodonośnej w rejonie Krynicy Morskiej po okresie 25 lat

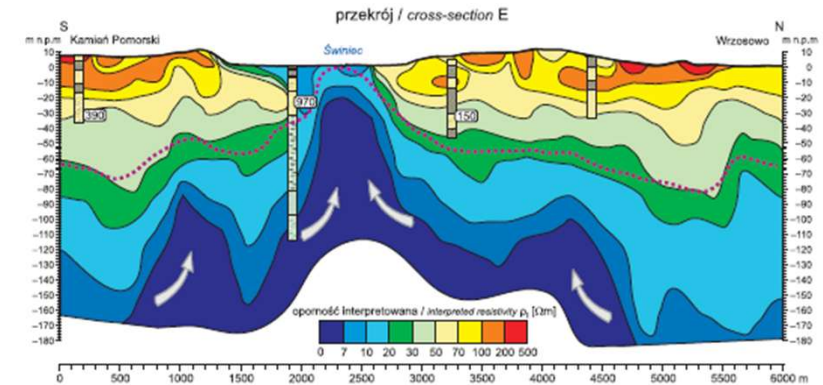
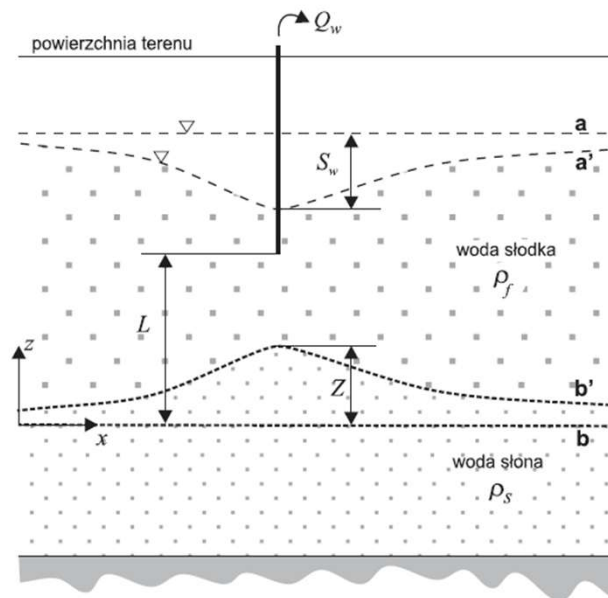
# ASCENZJA WÓD ZMINERALIZOWANYCH (ASCENT)

Metoda **ASCENT** umożliwia wykonanie oceny podatności wód podziemnych GUPW (głównego użytkowego poziomu wodonośnego) na ascenzyjny dopływ wód zmineralizowanych (słonnych) z podłoża



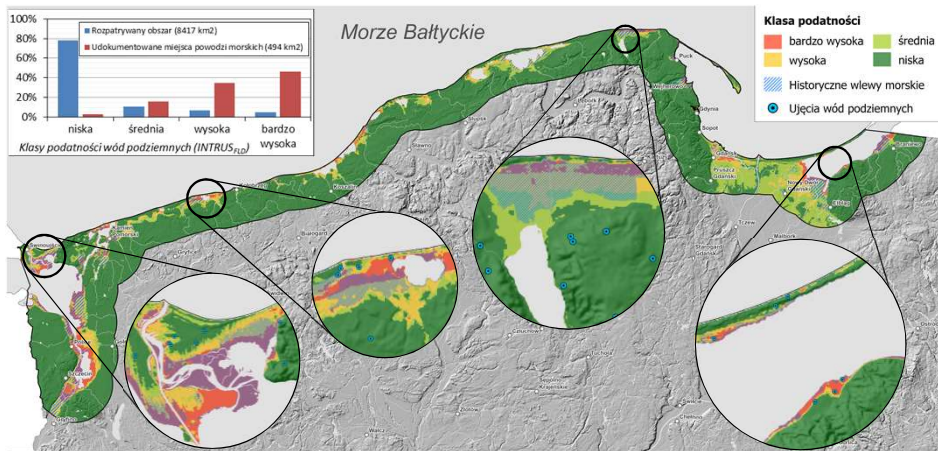
Kołobrzeska solanka,  
samowypływ na Wyspie Solnej  
(www.przewodnikpokolbrzegu.pl)

Szkic rozwoju stożka wody słonej w czasie eksploatacji wody podziemnej  
(wg Schmorak i Macedo, 1969; W: Burzyński, 2007)

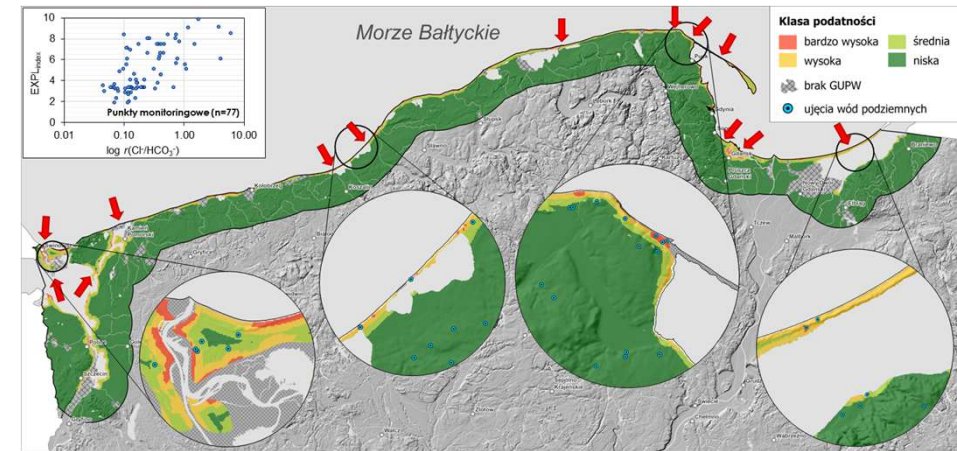


Wyniki badań elektrooporowych w rejonie Zalewu Kamieńskiego wskazujące na ascenzję wód zmineralizowanych  
(Krawiec i in., 2012)

# MAPY PODATNOŚCI WÓD PODZIEMNYCH NA ZASOLENIE



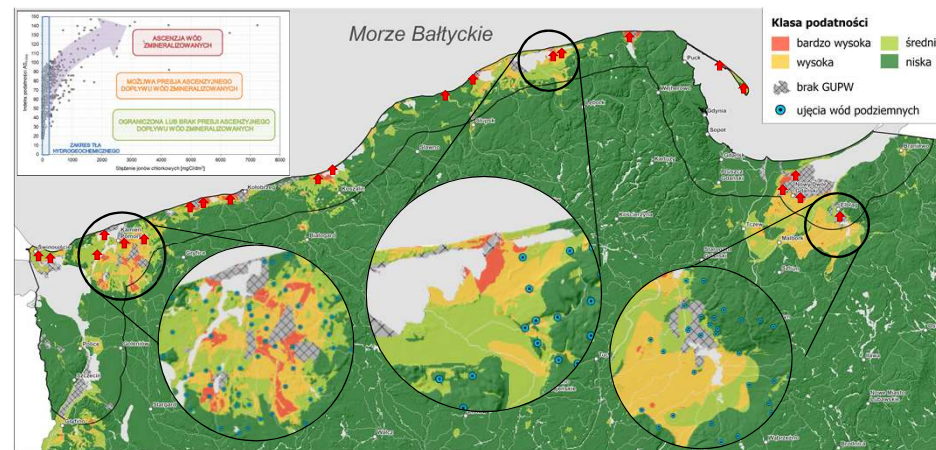
Mapa wrażliwości wód podziemnych GUPW na ascenzyjny dopływ wód zmineralizowanych (słonych) z podłoża  
**(ASCENT)**



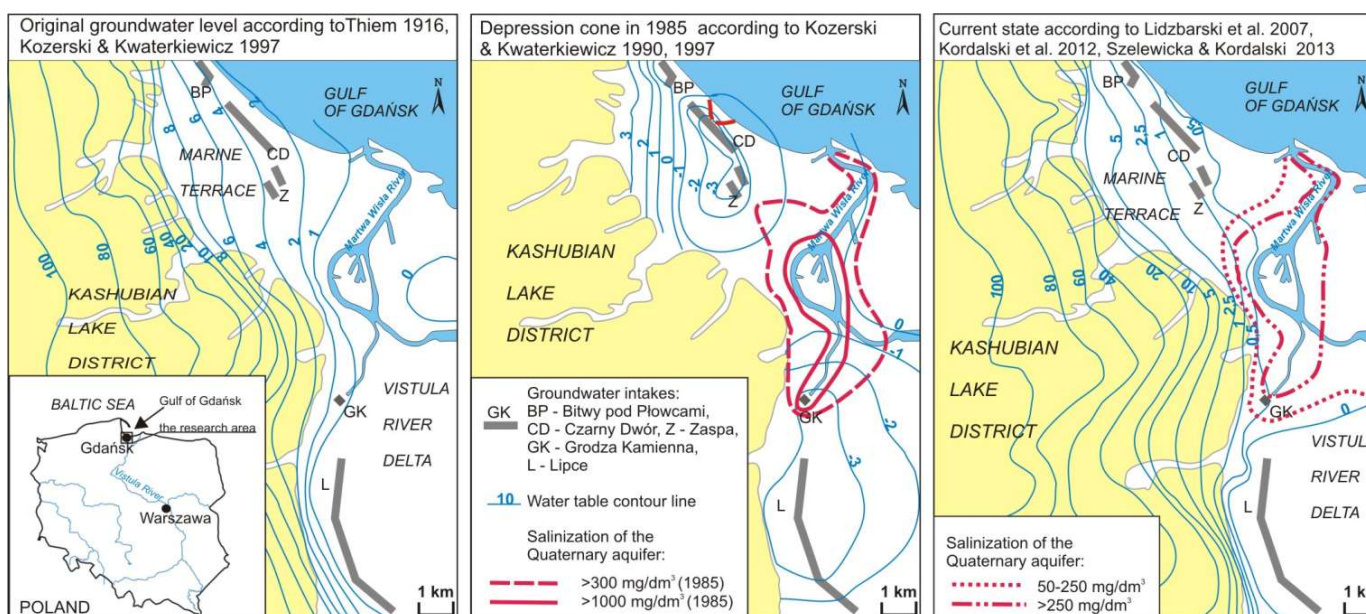
Mapa wrażliwości wód podziemnych GUPW na ingresję wód morskich wynikającą z eksploatacji wód podziemnych  
**(INTRUS\_EXPL)**



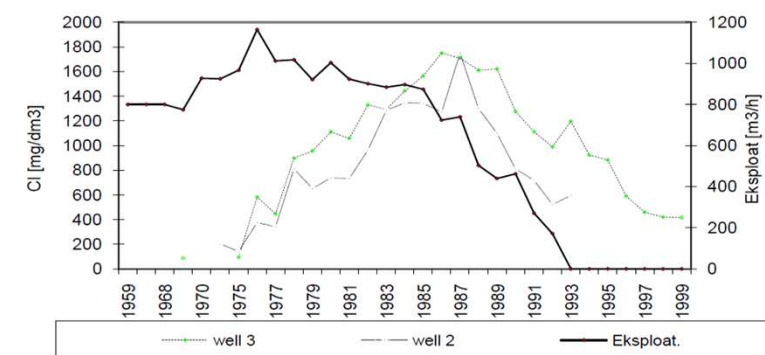
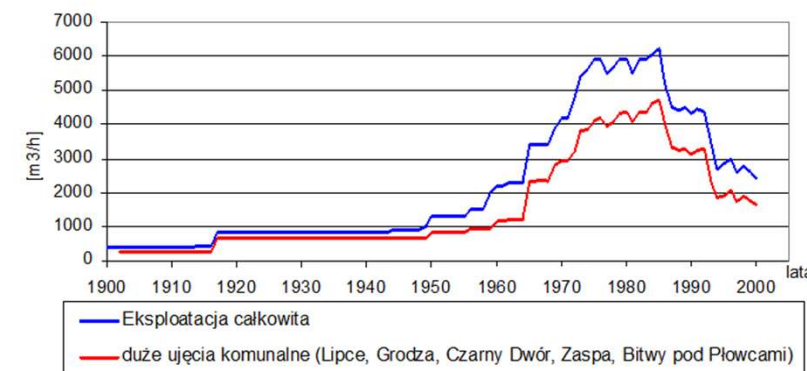
Mapa wrażliwości wód podziemnych PPW na ingresję wód morskich wynikającą z wystąpienia powodzi od strony morza  
**(INTRUS\_FLD)**



# ZASOLENIE WÓD PODZIEMNYCH NA OBSZARZE GDAŃSKA



**Historia eksploatacji czwartorzędowego piętra wodonośnego w rejonie Gdańska**



**Eksploatacja wód i stężenie jonów chlorkowych na ujęciu Grodza Kamienna**

- nadmierna eksploatacja wód podziemnych w latach 70-tych i 80-tych doprowadziła do powstania **ogromnego leja depresji** na obszarze Gdańska
- zmniejszenie poboru – częściowa likwidacja przemysłu, wprowadzenie wodomierzy, modernizacja sieci (przełom 80-tych i 90-tych)
- obecnie położenie zwierciadła wody jest zbliżone do stanów naturalnych
- w piętrze kredowym ponownie pojawiły się ciśnienia artezyjskie, powrót obszarów podmokłych w strefie brzegowej



## PODSUMOWANIE

1. Stefa nadmorska jest obszarem o zróżnicowanych warunkach hydrogeologicznych, której charakterystyczną cechą jest występowanie dwóch odmiennych środowisk hydrogeochemicznych – wód słodkich i słonych.
2. Zasoby wód podziemnych są niezbędnym elementem społecznego, gospodarczego i środowiskowego funkcjonowania strefy nadmorskiej.
3. Prowadzony monitoring pozwala na analizę dynamiki przemian w wodach podziemnych oraz wykrycie potencjalnych zagrożeń, a uzyskane wyniki są podstawą do wprowadzenia ewentualnych działań zaradczych.
4. Poważnym zagrożeniem wód podziemnych strefy nadmorskiej są procesy ingresji wód morskich i ascenzji wód zmineralizowanych z głębszych poziomów wodonośnych.
5. Odpowiednie gospodarowanie zasobami wód podziemnych w strefie nadmorskiej pozwoli ograniczyć niepożądany wpływ procesów ingresji oraz ascenzji.



Dziękuję za uwagę



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy  
państwowa służba geologiczna



Sfinansowano ze środków  
**NARODOWEGO FUNDUSZU  
OCHRONY ŚRODOWISKA  
i GOSPODARKI WODNEJ**

9. Forum Państwowej Służby Geologicznej

Geologia dla morza i biznesu  
– strategiczne kierunki działań PSG

**BALTEXPO**

23. Międzynarodowe Targi  
Morskie i Militarne  
7-9.10.2025