



Nowoczesne rozwiązania metodyczne w zakresie wykonywania oceny ryzyka dla ujęć wód podziemnych oraz planów bezpieczeństwa wodnego

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE
AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



Mariusz CZOP
Ewa KRET

Katedra Hydrogeologii
i Geologii Inżynierskiej AGH
e-mail: mariucz@agh.edu.pl
ekret@agh.edu.pl

ZASOBY WODY NA ZIEMI

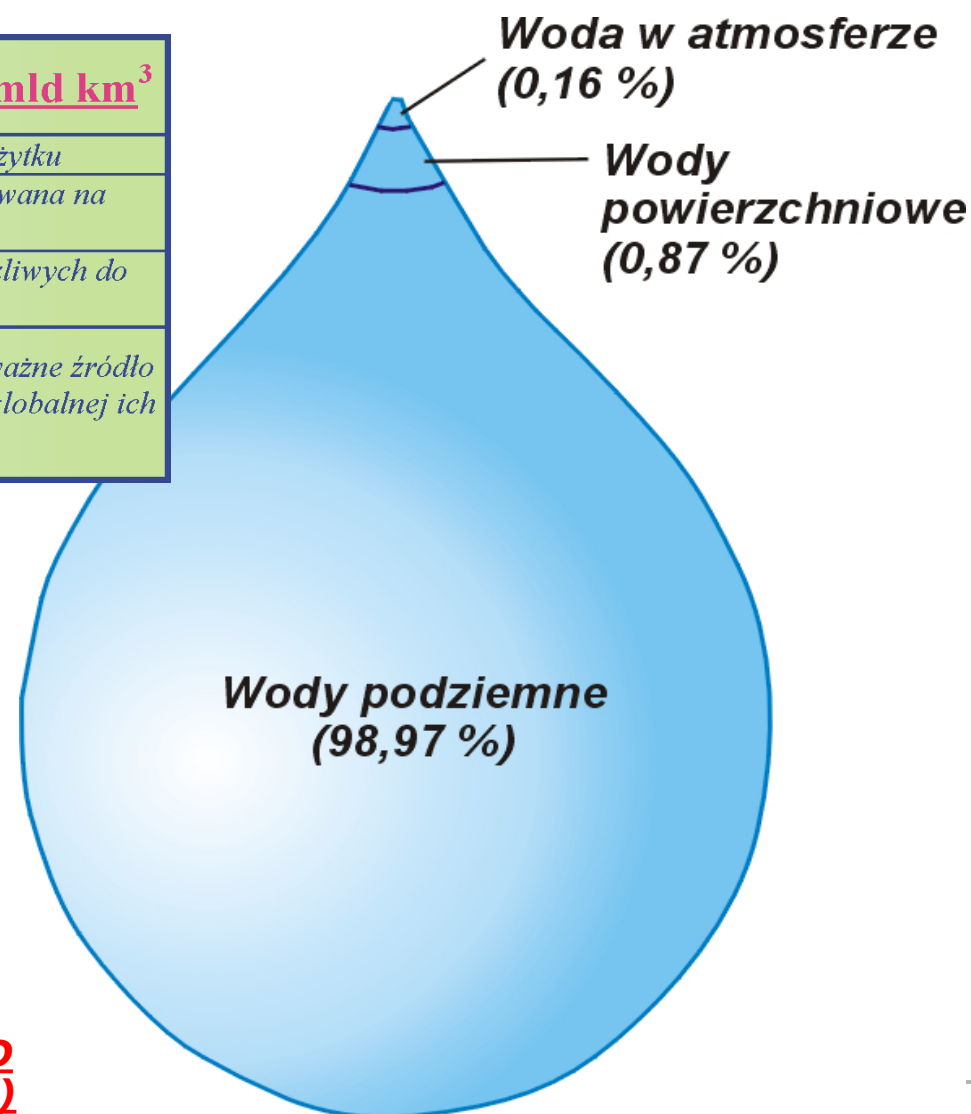
Objętość wody zgromadzonej na kuli ziemskiej = 1,5 mld km³		
Morza i oceany	97,58 %	<i>Woda słona niezdatna do użytku</i>
Lodowce	1,81 %	<i>Woda niedostępna, skoncentrowana na biegunach</i>
Wody podziemne	0,60 %	<i>Najważniejsze źródło (98%) możliwych do wykorzystania wód</i>
Pozostałe źródła (atmosfera, jeziora, woda w strefie aeracji, rzeki oraz bagna i mokradła)	0,01 %	<i>Lokalnie rzeki i jeziora stanowią ważne źródło zaopatrzenia w wodę lecz w skali globalnej ich udział jest minimlany</i>

ZASOBY WODY MOŻLIWEJ DO WYKORZYSTANIA:

WODA SKUPIONA NA LĄDACH WYSTĘPUJĄCA W FAZIE CIEKŁEJ

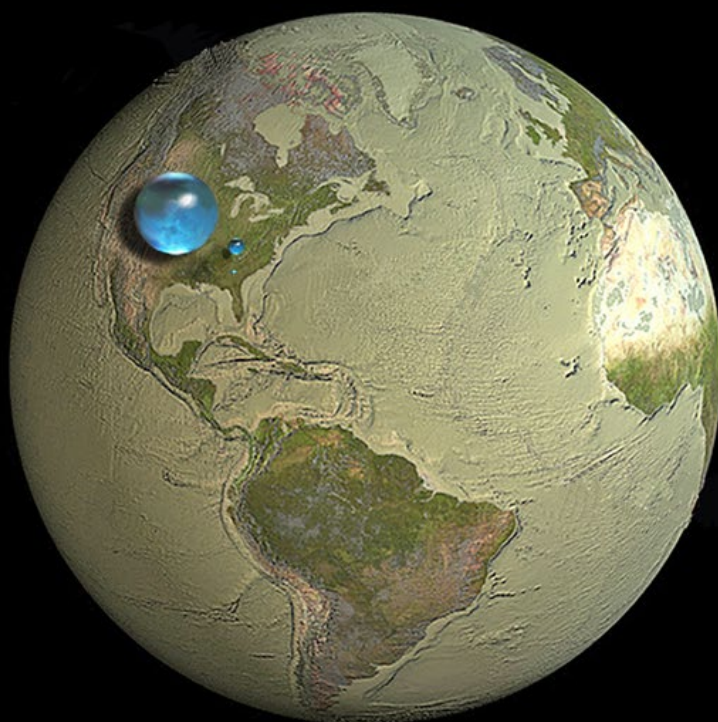
TYLKO OKOŁO 0,6 % OGÓLNEJ IŁOŚCI WÓD NA ZIEMI

DOMINUJĄCY UDZIAŁ WÓD PODZIEMNYCH (98 - 99 %)



ZASOBY WODY NA ZIEMI

Drop on the planet: visualizing the Earth's water



Water in, on, and above the Earth

- Liquid fresh water
- Freshwater lakes and rivers

KROPLA NA PLANECIE

woda występująca
na Ziemi = kropla
o średnicy **1385 km**

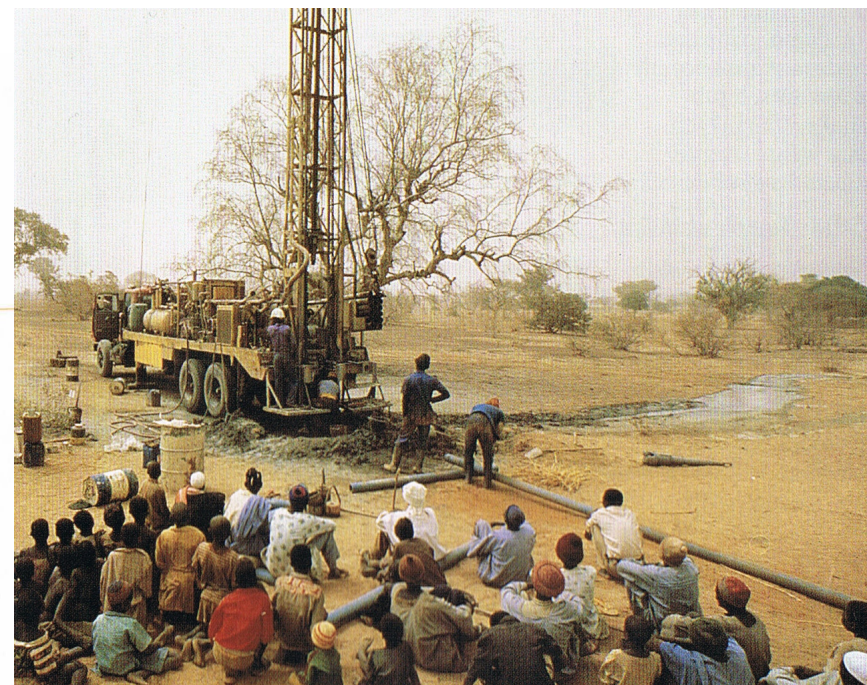
woda słodka w formie
cieczy = kropla
o średnicy **274 km**

woda w jeziorach
i rzekach = kropla
o średnicy **56 km**

ZASOBY WODY NA ZIEMI

WATER SHORTAGE

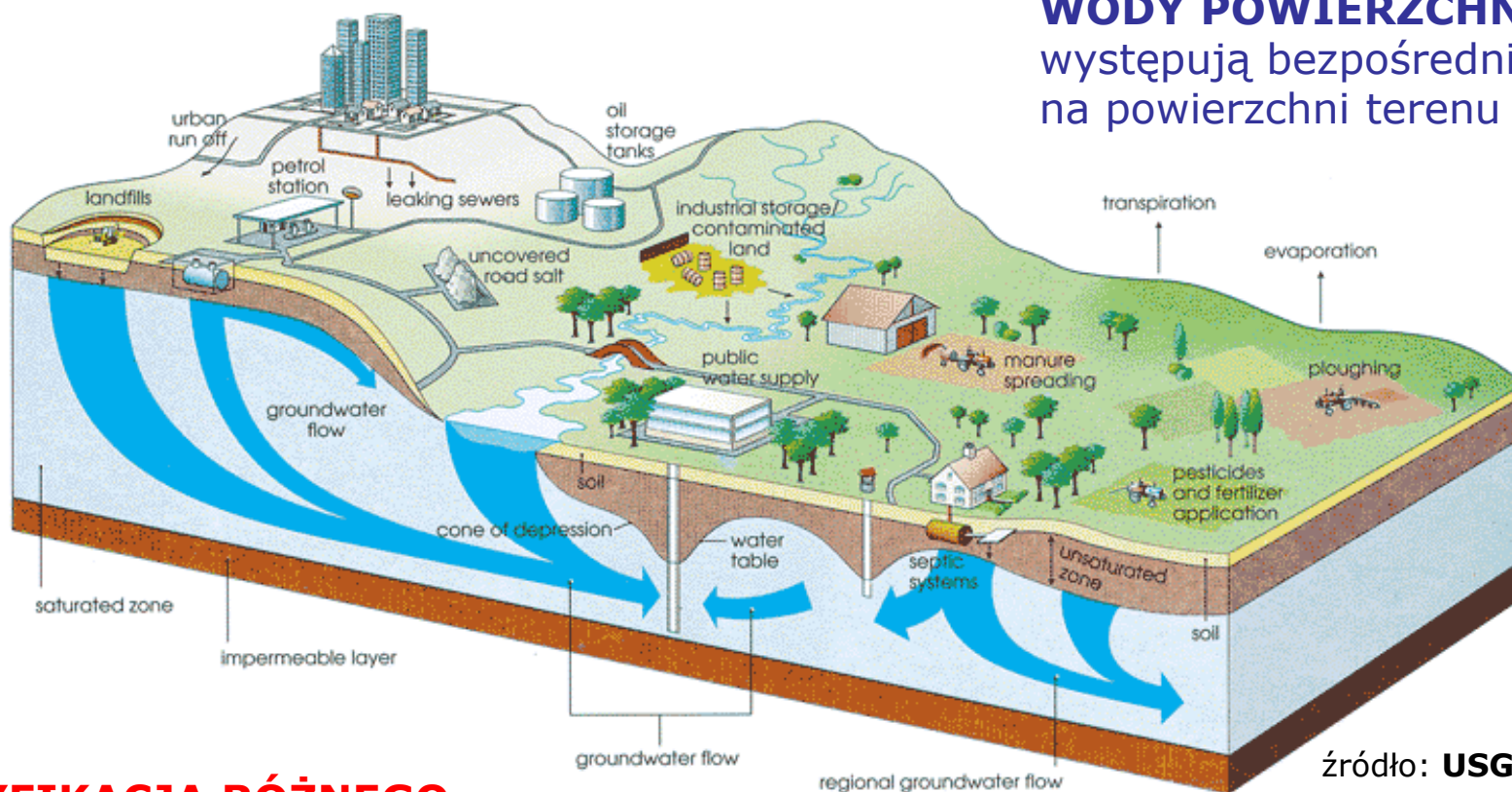
Annual renewable water resources
latest available data 2003–07
cubic metres per capita



**POLSKA JEST WEDŁUG
KRYTERIÓW ONZ
KRAJEM ZAGROŻONYM
NIEDOBOREM WODY
(WATER STRESS
COUNTRY)**

WODA NA OBSZARACH SILNEJ ANTROPOPRESJI

WODY POWIERZCHNIOWE
występują bezpośrednio
na powierzchni terenu



źródło: **USGS**

**INTENSYFIKACJA RÓŻNEGO
RODZAJU ODDZIAŁYWAŃ
I ZAGROŻEN DLA
ŚRODOWISKA WODNEGO**

WODY PODZIEMNE
występują poniżej
powierzchni terenu
w obrębie górotworu

WODA NA OBSZARACH SILNEJ ANTROPOPRESJI

**PRZENIKANIE ZANIECZYSZCZEŃ
Z LICZNYCH OGNISK ZANIECZYSZCZEŃ
DO PODŁOŻA I WÓD PODZIEMNYCH**



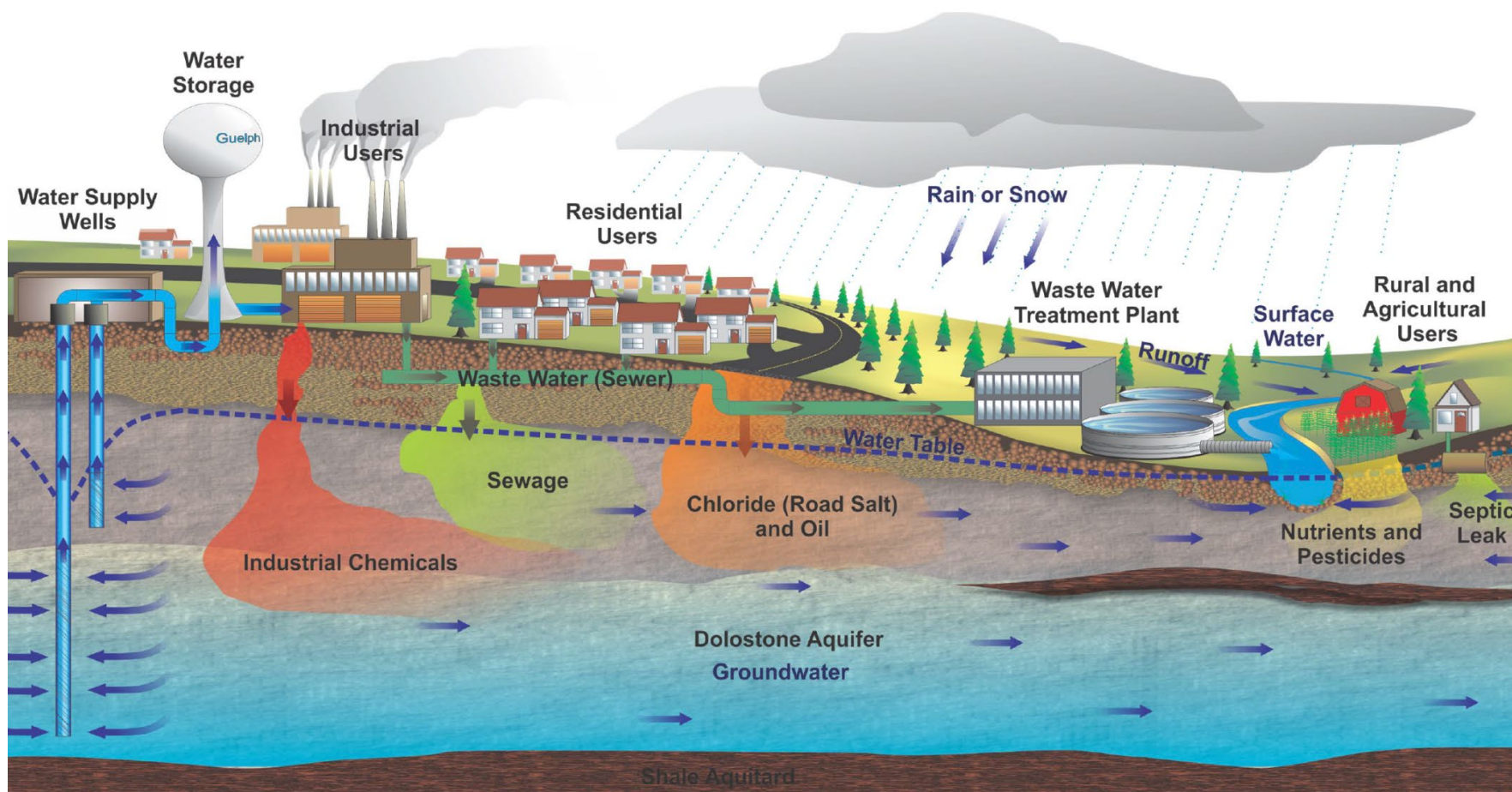
**ZAGROŻENIE ZDROWOTNE
DLA 1000 MIESZKAŃCÓW
ORAZ DLA CENNYCH
PRZYRODNICZO OBSZARÓW
NATURA 2000, RZĘKI WISŁY
I MORZA BAŁTYCKIEGO**



**PRZEDOSTANIE SIĘ
ZANIECZYSZCZEŃ DO
PŁYTKICH WÓD
PODZIEMNYCH I WÓD
POWIERZCHNIOWYCH
NA TERENIE
ZAMIESZKANYM
I UŻYTKOWANYM
ROLNICZO**

**ROZPRZESTRZENIANIE SIĘ ZANIECZYSZCZEŃ
W STRUMIENIU WÓD PODZIEMNYCH
NA ZNA CZNYM OBSZARZE (NA ODLEGŁOŚĆ
2 – 2,5 KM OD ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ)**

WODA NA OBSZARACH SILNEJ ANTROPOPRESJI



źródło: University of Guelph

**WYSTĘPOWANIE LICZNYCH OGNISK ZANIECZYSZCZEŃ
WYSTĘPOWANIE ODZIAŁYWAŃ SKUMULOWANYCH**



ANALIZA RYZYKA DLA UJĘCIA WODY

Analiza ryzyka dla ujęcia wody jest **nowym elementem wprowadzonym do praktyki ochrony zasobów wód** ujmowanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia przez Ustawę z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz.U. 2017 poz. 1566).

Analiza ryzyka dla ujęcia wody jest dokumentem **kluczowym w sytuacji planowanego ustanowienia strefy ochronnej ujęcia** na którą składają się **teren ochrony bezpośredniej oraz teren ochrony pośredniej**.

Analiza ryzyka **nie jest literalnie wymagana** w przypadku planowanego ustanowienia strefy ochronnej ujęcia złożonej **tylko z terenu ochrony bezpośredniej, ale należy ją wykonać aby udowodnić że strefa ochrony pośredniej nie jest merytorycznie zasadna**

ANALIZA RYZYKA DLA UJĘCIA WODY

Konieczność wykonania analizy ryzyka dla ustanawiania strefy ochronnej zawierającej teren ochrony pośredniej dotyczy **ujęć wody wykorzystywanych dla zbiorowego zaopatrzenia ludności o wydajności $>10 \text{ m}^3/\text{d}$ lub zaopatrujących >50 osób.**

Obowiązek wykonania analizy ryzyka dotyczy też **ujęć indywidualnych, o wydajności $<10 \text{ m}^3/\text{d}$ lub służących zaopatrzeniu <50 osób** jeśli woda dostarczana jest jako pitna w ramach działalności handlowej, usługowej, przemysłowej albo do budynków użyteczności publicznej.

Analiza ryzyka dla ujęć dostarczających wodę w ilości **$>1000 \text{ m}^3/\text{rok}$** powinna być **aktualizowana nie rzadziej niż co 10 lat**, a w przypadku ujęć o wydajności **$<1000 \text{ m}^3/\text{rok}$** , nie rzadziej niż **co 20 lat.**

ANALIZA RYZYKA DLA UJĘCIA WODY

Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne **bardzo lakonicznie** odnosi się do **kwestii metodycznych** wykonywania analizy ryzyka dla ujęcia wód oraz **zakresu i zawartości** tego opracowania. Zagadnienia te zostały przedstawione jedynie w Art. 133. ust. 3, gdzie wspomniano że analiza ryzyka:

- a) obejmuje ocenę zagrożeń zdrowotnych z uwzględnieniem czynników negatywnie wpływających na jakość ujmowanej wody,
- b) jest przeprowadzana w oparciu o analizy hydrogeologiczne lub hydrologiczne oraz dokumentację hydrogeologiczną lub hydrologiczną, analizę identyfikacji źródeł zagrożenia wynikających ze sposobu zagospodarowania terenu, a także wyniki badania jakości ujmowanej wody.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA

Proponowany zakres analizy ryzyka dla ujęcia wód podziemnych opracowany został w nawiązaniu do rozwiązań przedstawionych w:

1. PN-EN 15975-1:2011 Bezpieczeństwo zaopatrzenia w wodę do spożycia – Wytyczne zarządzania kryzysowego i ryzyka – Część 1: Zarządzanie kryzysowe.
2. PN-EN 15975-2:2013 - Bezpieczeństwo zaopatrzenia w wodę do spożycia. Wytyczne dotyczące zarządzania kryzysowego i ryzyka. Część 2: Zarządzanie ryzykiem.
3. World Health Organisation, Guidelines for drinking-water quality.
4. World Health Organisation, Water Safety Plan manual (WSP manual): Step-by-step risk management for drinking-water suppliers.
5. **Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016 poz. 2033).**

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG ROZPORZĄDZENIA MŚ

Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016 poz. 2033).

Zawiera wymagania i wskazówki metodyczne dla potrzeb wyznaczania strefy ochronnej ujęcia obejmującej teren ochrony bezpośredniej i teren ochrony pośredniej, w ramach dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych (§6 ust. 2 Rozporządzenia):

- 1. Powinna składać się z części tekstowej i graficznej,**
- 2. Powinna opierać się na aktualnych danych z badań jakości ujmowanych wód podziemnych oraz innych badań i pomiarów hydrogeologicznych,**
- 3. Powinna opierać się na metodach analitycznych i modelowaniu numerycznym.**

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG ROZPORZĄDZENIA MŚ

Zakres koniecznych do uwzględnienia danych:

1. pomiarów poziomu zwierciadła wód podziemnych w dostępnych otworach hydrogeologicznych w **zasięgu spływu wód do ujęcia wód podziemnych**;
2. wyznaczenia na podstawie mapy hydroizohips, metodami analitycznymi lub na podstawie badań modelowych, **obszaru spływu wody do ujęcia wód podziemnych (OSW)**, a w przypadku poziomów wodonośnych izolowanych od powierzchni utworami słaboprzepuszczalnymi – **izochrony 25-letniego czasu dopływu wody w warstwie wodonośnej do ujęcia wód podziemnych, z uwzględnieniem czasu przesączania wód przez utwory izolujące**;
3. tendencji zmian jakości wód podziemnych eksploatowanego ujęcia wód podziemnych;

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG ROZPORZĄDZENIA MŚ

Zakres koniecznych do uwzględnienia danych:

4. oceny zagrożenia uwzględniającej **analizę naturalnej podatności poziomów wodonośnych** oraz **szczegółową inwentaryzację istniejących i potencjalnych ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych w granicach proponowanej strefy ochronnej**;
5. szczegółowej charakterystyki **stanu zagospodarowania terenu** oraz postanowień **miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego** dotyczącego obszaru proponowanej strefy ochronnej ujęcia, a w przypadku braku tego planu – na podstawie **studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy**;

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG ROZPORZĄDZENIA MŚ

Zakres koniecznych do uwzględnienia danych:

6. **oceny planowanego efektu ekologicznego** w stosunku do szacunkowych kosztów proponowanych działań ochronnych oraz **oceny wpływu planowanych zakazów, nakazów i ograniczeń** na sposób funkcjonowania społeczności lokalnych;
7. **badań modelowych**, przy zastosowaniu których wyznaczono granice proponowanej strefy ochronnej, biorąc pod uwagę eksploatację wszystkich ujęć wód podziemnych zlokalizowanych w rejonie badań – **w przypadku obszarów o intensywnej eksploatacji wód podziemnych i silnym współoddziaływaniu różnych ujęć tych wód.**

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG ROZPORZĄDZENIA MŚ

Zakres części graficznej:

1. **mapę dokumentacyjną proponowanych granic strefy ochronnej**, sporządzoną na podkładzie map topograficznych, w skali co najmniej 1:25 000, z zaznaczonymi jej proponowanymi granicami, **podziałem obszaru strefy na rejony o zróżnicowanym stopniu naturalnej podatności poziomu wodonośnego** na zanieczyszczenie oraz **lokalizacją zinwentaryzowanych ognisk zanieczyszczeń**;
2. mapę poglądową **czasu przesączania wód z powierzchni terenu do ujętego poziomu wodonośnego**, prezentującą naturalną podatność poziomu na zanieczyszczenie;

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG ROZPORZĄDZENIA MŚ

Zakres części graficznej:

3. **mapę hydroizohips eksploatowanego poziomu wodonośnego** z zaznaczeniem **obszaru spływu wód do ujęcia** oraz **izochrony 25-letniego czasu dopływu wody** w warstwie wodonośnej do ujęcia wód podziemnych;
4. **mapę pogładową sumarycznego czasu dopływu wody** do dokumentowanego ujęcia wód podziemnych z powierzchni terenu i w warstwie wodonośnej;
5. **mapę aktualnego stanu zagospodarowania terenu** oraz przeznaczenia terenu, przy uwzględnieniu **miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego**, a w przypadku braku tego planu – przy uwzględnieniu **studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy**.

KLUCZOWE ELEMENTY ANALIZY RYZYKA WG SHP

OBSZAR SPŁYWU WÓD DO UJĘCIA (OSW)

STREFA ZASOBOWA UJĘCIA (SZU)

**INWENTARYZACJA ISTNIEJĄCYCH I POTENCJALNYCH
OGNISK ZANIECZYSZCZEŃ**

**NATURALNA PODATNOŚĆ WARSTWY WODONOŚNEJ
NA ZANIECZYSZCZENIE**

**CZAS PRZEPŁYWU WÓD W WARSTWIE WODONOŚNEJ
(STREFA SATURACJI)**

**CZAS PRZESĄCZANIA SIĘ WÓD PRZEZ WARSTWY
IZOLUJĄCE (STREFA AERACJI)**

RAMOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

**WYKONYWANIE PRZEZ SPECJALISTÓW Z ZAKRESU
HYDROGEOLOGII**

**WYKONYWANIE W OPARCIU O AKTUALNĄ DOKUMENTACJĘ
HYDROGEOLOGICZNĄ UJĘCIA TJ. NIE STARSZĄ NIŻ SPRZED
10-15 LAT (OBOWIĄZEK AKTUALIZACJI DOKUMENTACJI)**

**WYKONYWANIE W OPARCIU O AKTUALNE BADANIA
I POMIARY TERENOWE**

**WYKONYWANIE Z ZASTOSOWANIEM NOWOCZESNYCH
METOD ANALITYCZNYCH I MODELOWAŃ NUMERYCZNYCH**

USTANAWIANE DLA OCHRONY JAKOŚCI I ILOŚCI ZASOBÓW

WDRAŻANIE MONITORINGU OSŁONOWEGO UJĘĆ

**MOŻLIWOŚĆ DEFINIOWANIA INDYWIDUALNYCH ZAKAZÓW
I NAKAZÓW W STREFIE/PODSTREFACH**

**WYDŁUŻENIE TERMINU NA OPRACOWANIE
/ WDROŻENIE ROZWIĄZAŃ**

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

BADANIA TERENOWE (AKTUALNE DANE)

aktualne warunki hydrodynamiczne – mapa hydroizohips
inwentaryzacja ognisk zanieczyszczeń

METODY ANALITYCZNE

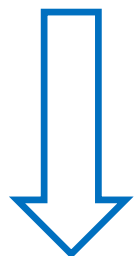
proste i dające wyniki obarczone istotnym błędem, niemożliwe
do zastosowania dla skomplikowanych przypadków

METODY MODELOWANIA NUMERYCZNEGO

skomplikowane ale możliwe do zastosowania nawet w złożonych
przypadkach, wymagające dłuższego czasu na wykonanie jak
również odpowiedniego oprogramowania oraz wiedzy
i doświadczenia

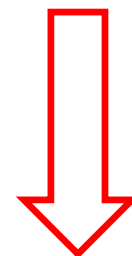
SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

METODY ANALITYCZNE



POJEDYŃCZE UJĘCIE,
UJĘCIE O MAŁEJ
WYDAJNOŚCI (<50 m³/h),
PROSTE WARUNKI
HYDROGEOLOGICZNE

METODY MODELOWANIA



UJĘCIE ZESPOŁOWE,
UJĘCIE O DUŻEJ
WYDAJNOŚCI (>50 m³/h),
ZŁOŻONE WARUNKI
HYDROGEOLOGICZNE

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

**OPRACOWANIE WYTYCZNYCH METODYCZNYCH DLA
POTRZEB WYKONYWANIA ANALIZ RYZYKA DLA UJĘĆ
WÓD PODZIEMNYCH (WAŻNA CZĘŚĆ PLANÓW
BEZPIECZEŃSTWA WODNEGO)**

KONSULTACJE MERYTORYCZNE WYTYCZNYCH

**DYSKUSJA MERYTORYCZNA NA ŁAMACH CZASOPISMA
SHP „HYDROGEOLOGIA”**

**ORGANIZACJA WARSZTATÓW Z CYKLU „PRAKTYCZNY
WARSZTAT HYDROGEOLOGA” NA TEMAT: „WODY
PODZIEMNE W ANALIZIE RYZYKA” – 14.06.2019 R.
SOSNOWIEC, UNIWERSYTET ŚLĄSKI**

**ORGANIZACJA I PARTRONAT NAD WARSZTATAMI
I SZKOLENIAMI**

SZKOLENIE – GAMBIT COiS, Kraków

„PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIA PROGRAMU VISUAL MODFLOW FLEX W ANALIZIE RYZYKA DLA UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH”

Ramowy plan szkolenia:

- 1) Identyfikacja zagadnień problemowych koniecznych do określenia w ramach analizy ryzyka dla ujęć wód podziemnych,
- 2) Wymagania w zakresie tworzenia hydrogeologicznych modeli numerycznych dla potrzeb analizy ryzyka dla ujęć wód podziemnych z wykorzystaniem programu Visual Modflow FLEX,
- 3) Określenie zasięgu obszaru spływu wód do ujęcia (OSW),
- 4) Określenie zasięgu strefy zasobowej ujęcia (ograniczonej izochroną $t=25$ lat czasu przepływu wody w warstwie wodonośnej),
- 5) Określenie zasięgu leja depresji studni ujęciowej lub sumarycznego leja depresji ujęcia zespołowego,
- 6) Określenie czasu przepływu wód przez strefę aeracji z wykorzystaniem programu MODFLOW-SURFACT,
- 7) Szacowanie ryzyka dla ujęcia wód podziemnych z tytułu dopływu zanieczyszczeń niereaktywnych i reaktywnych z ogniska krótkotrwałego (wyciek do około 20-30 m³ substancji chemicznej w wyniku awarii lub wypadku drogowego) oraz z ogniska ciągłego (typu składowisko odpadów, nieskanalizowany obszar zamieszkały, teren działalności rolniczej i in.),
- 8) Projektowanie monitoringu osłonowego i ewentualnych działań ochronnych w rejonie ujęcia wód podziemnych.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
1.	Wprowadzenie	-
2.	Charakterystyka techniczna ujęcia wód podziemnych	Szczegółowe dane dotyczące konstrukcji technicznej studni ujęciowych, dotyczące: średnicy otworu wiertniczego, głębokości otworu, zarurowania otworu, głębokości lokalizacji oraz rodzaju części filtrowej, charakterystyki obsypki oraz parametrów technicznych agregatu pompowego.
3.	Identyfikacja jednolitej części wód podziemnych (JCWPd) oraz zlewni powierzchniowej w obrębie której znajduje się potencjalna strefa zasobowa ujęcia	Konieczna do wykonania w oparciu o bogaty zasób materiałów źródłowych, w tym w szczególności syntetyczne charakterystyki poszczególnych JCWPd oraz opracowanie monograficzne pt. „Hydrogeologia regionalna Polski”.
4.	Identyfikacja obszaru spływu wód do ujęcia (OSW) oraz strefy zasobowej ograniczonej izochroną czasu dopływu wód do ujęcia w warstwie wodonośnej t=25 lat	Wykonana w oparciu aktualne, datowane pomiary położenia zwierciadła wód podziemnych. Możliwa do realizacji z wykorzystaniem metod analitycznych dla przypadku pojedynczych studni ujęciowych o wydajności do 50 m ³ /h, zlokalizowanych w prostych warunkach hydrogeologicznych. W przypadku ujęć złożonych z zespołu studni lub występujących w skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych lub o wydajności powyżej 50 m ³ /h obligatoryjne jest zastosowanie metody modelowania numerycznego.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
5.	Charakterystyka budowy geologicznej rejonu ujęcia	Konieczna do wykonania w oparciu o bogaty zasób materiałów źródłowych, w tym z wykorzystaniem serii Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000.
6.	Charakterystyka warunków hydrogeologicznych w rejonie ujęcia	Konieczna do wykonania w oparciu o bogaty zasób materiałów źródłowych, w tym w szczególności syntetyczne charakterystyki poszczególnych JCWPd oraz opracowanie monograficzne pt. „Hydrogeologia regionalna Polski” a także repozytorium Polskie Publikacje Hydrogeologiczne. Z uwzględnieniem zagadnień związanych z naturalną podatnością ujmowanego piętra/poziomu na zanieczyszczenie.
7.	Charakterystyka zagospodarowania terenu w strefie zasobowej ujęcia	Syntetyczny opis na podstawie dostępnych, aktualnych dokumentów planistycznych (studium uwarunkowań oraz plany zagospodarowania przestrzennego), zweryfikowanych na podstawie wizji lokalnej.
8.	Inwentaryzacja potencjalnych ognisk zanieczyszczeń i potencjalnych, prawdopodobnych zdarzeń awaryjnych i katastrof w strefie zasobowej ujęcia wraz z określaniem charakterystycznych dla nich substancji zanieczyszczających	Wykonane na podstawie analizy danych archiwalnych, w tym na podstawie serii Mapa Sozologiczna Polski oraz Mapa Geośrodowiskowa Polski, w skali 1:50 000, ale przede wszystkim w oparciu o szczegółowe kartowanie sozologiczne terenu. Analiza pod kątem prawdopodobnych zdarzeń awaryjnych i katastrof mogących spowodować zagrożenie dla ujęcia wód podziemnych (np. typowe wypadki drogowe samochodów oraz katastrofy z udziałem cystern z substancjami chemicznymi, powodzie, rozszczelnienie rurociągów paliwowych i z substancjami chemicznymi, zaprzestanie odwadniania kopalń i in.)

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
9.	Określenie warunków migracji zanieczyszczeń charakterystycznych dla potencjalnych ognisk zanieczyszczeń przez strefę aeracji	Opracowanie modelu konceptualnego migracji zanieczyszczeń przez strefę aeracji z oceną intensywności procesów dyspersji, dyfuzji, sorpcji i rozpadu zanieczyszczeń w warunkach ich migracji przez strefę aeracji. Wykonanie obliczeń tempa migracji zanieczyszczeń dla reprezentatywnego ogniska krótkotrwałego i ogniska ciągłego dla zarówno zanieczyszczeń niereaktywnych (konserwatywnych) jak i reaktywnych. Wykonywana w oparciu o metody analityczne dla przypadku pojedynczych studni ujęciowych o wydajności do 50 m³/h, zlokalizowanych w prostych warunkach hydrogeologicznych. W przypadku ujęć złożonych z zespołu studni lub występujących w skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych lub o wydajności powyżej 50 m³/h obligatoryjne jest zastosowanie metody modelowania numerycznego z wykorzystaniem dostępnego na rynku oprogramowania np. Hydrus, SEEP/W, UnSat Suite Plus, Modflow Surfact i in.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
10.	Określenie warunków migracji zanieczyszczeń charakterystycznych dla potencjalnych ognisk zanieczyszczeń w warstwie wodonośnej	Opracowanie modelu konceptualnego migracji zanieczyszczeń w strefie saturacji z oceną intensywności procesów dyspersji, dyfuzji, sorpcji i rozpadu zanieczyszczeń w warunkach ich migracji przez strefę aeracji. Wykonanie obliczeń tempa migracji zanieczyszczeń dla reprezentatywnego ogniska krótkotrwałego i ogniska ciągłego dla zarówno zanieczyszczeń niereaktywnych (konserwatywnych) jak i reaktywnych. Wykonywana w oparciu o metody analityczne dla przypadku pojedynczych studni ujęciowych o wydajności do 50 m³/h, zlokalizowanych w prostych warunkach hydrogeologicznych. W przypadku ujęć złożonych z zespołu studni lub występujących w skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych lub o wydajności powyżej 50 m³/h obligatoryjne jest zastosowanie metody modelowania numerycznego z wykorzystaniem dostępnego na rynku oprogramowania np. Visual Modflow, GMS, Groundwater Vistas, Feflow i in.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
11.	Analiza potencjalnych zmian jakości wody w ujęciu wód podziemnych w związku z dopływem zanieczyszczeń z potencjalnych ognisk zanieczyszczeń	Prognoza wpływu zanieczyszczeń niereaktywnych i konserwatywnych przenikających z reprezentatywnego ogniska krótkotrwałego i ogniska ciągłego na zmiany jakości wód w ujęciu. Prognoza wpływu innych procesów naturalnych i antropogenicznych (np. powodzie, zatapianie kopalń, zmiany klimatyczne i in.) na zmiany składu chemicznego ujmowanych wód.
12.	Ocena zagrożeń zdrowotnych z uwzględnieniem czynników negatywnie wpływających na jakość ujmowanej wody	Identyfikacja czynników negatywnie wpływających na jakość wód podziemnych, w tym substancji chemicznych, nieorganicznych i organicznych oraz czynników chorobotwórczych tj. bakterii i wirusów. Ocena realności wystąpienia krótkotrwałego (kilka dni) oraz trwałego zanieczyszczenia wód w ujęciu, z podaniem poziomu stężeń potencjalnych substancji szkodliwych i ilości organizmów bakteryjnych. W przypadku identyfikacji że tego typu zdarzenie jest w wysokim stopniu prawdopodobne konieczne jest wykonanie analizy zagrożeń zdrowotnych dla ludności z tytułu spożywania zanieczyszczonej wody w oparciu o metodykę opracowaną przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (US EPA). W przypadku związków organicznych konieczne jest dodatkowo wykonanie oceny zagrożeń zdrowotnych z tytułu kontaktu skórnoego oraz wdychania par substancji lotnych (oparów). W omawianej tematyce zaleca się wykorzystanie specjalistycznych poradników i podręczników.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
13.	Ocena ryzyka dla ujęcia wód podziemnych	Kluczowy element opracowania stanowiący syntezę całości zgromadzonych danych w zakresie oceny ryzyka dla ujęcia wód podziemnych. Zagadnieniu temu poświęcona jest dalsza część prezentacji.
14.	Określenie zasięgu strefy ochronnej ujęcia z podziałem na teren ochrony bezpośredniej i teren ochrony pośredniej	Wyznaczenie lub przedstawienie aktualnych granic stref ochronnych ujęcia, w tym obligatoryjnej strefy ochrony bezpośredniej oraz fakultatywnej strefy ochrony pośredniej. Rekomenduje się rozważenie wyznaczania stref ochrony pośredniej na terenach deficytowych w wodę oraz na obszarach o nasilonej antropopresji z uwzględnieniem przesłanek ochrony ujmowanych zasobów, tj. zabezpieczenia ich odpowiedniej ilości w warunkach aktualnych i w przyszłości. Zawierający także propozycję ustanowienia zakazów i nakazów w zakresie zagospodarowania terenu w strefie ochronnej ujęcia wraz z uzasadnieniem.
15.	Charakterystyka systemu monitoringu osłonowego ujęcia wód podziemnych	Obligatoryjny wymóg opracowania i wdrożenia założeń monitoringu osłonowego ujęcia w przypadku wyznaczania strefy ochrony pośredniej z uwzględnieniem przesłanek ochrony jakości wód podziemnych. System powinien obejmować minimalnie 3 otwory zlokalizowane na kierunku napływu wód podziemnych, przy czym jeden z nich w granicach strefy ochrony bezpośredniej, kolejny w odległości odpowiadającej czasowi dopływu w warstwie wodonośnej rzędu około 1-2 lat zaś następne w odległości odpowiadającej czasowi dopływu rzędu około 4-5 lat i ewentualnie więcej. Liczba punktów monitoringu osłonowego powinna być adekwatna rzeczywistych zagrożeń i może być zwiększona w przypadku stwierdzenia występowania ognisk zanieczyszczeń.
16.	Podsumowanie i wnioski	-

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP (CZĘŚĆ GRAFICZNA)

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
1.	Profil geologiczno-wiertniczy studni ujęciowej lub wszystkich studni tworzących ujęcie zespołowe lub innego ujęcia wód podziemnych	Powinien zawierać wszystkie istotne elementy konstrukcyjne ujęcia wód podziemnych, w zależności od jego typu wraz z danymi w zakresie litologii i stratygrafii ujmowanych i przewierconych utworów geologicznych.
2.	Przekroje geologiczne reprezentatywne dla rejonu ujęcia wód podziemnych	Zaleca się wykonanie co najmniej 2 przekrojów geologicznych przez rejon ujęcia, poprzecznego i podłużnego w stosunku do kierunku przemieszczania się strumienia wód podziemnych.
3.	Mapa dokumentacyjna z zaznaczeniem omawianego ujęcia wód podziemnych oraz sąsiednich studni ujęciowych i piezometrów a także źródeł, cieków i zbiorników powierzchniowych oraz ewentualnych kopaliń odkrywkowych i podziemnych	Jeden z istotniejszych elementów opracowania. Zaleca się wykonanie mapy dokumentacyjnej w skali 1:10 000 lub w przypadku znacznych rozmiarów obszaru spływu wód do ujęcia (OSW) lub strefy zasobowej (SZ) mapy w skali 1:25 000. Na mapie poza analizowanym ujęciem powinny zostać zaznaczone sąsiednie ujęcia oraz inne otwory wiertnicze i piezometry w tym w szczególności z możliwością wykonania badań hydrogeologicznych a także cieki i zbiorniki powierzchniowe, źródła. Dodatkowo w miarę potrzeb na mapie należy uwzględnić aktualnie odwadnianie i planowane do odwadniania w przyszłości kopalnie odkrywkowe i podziemne oraz złoża surowców mineralnych.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP (CZĘŚĆ GRAFICZNA)

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
4.	Mapa hydrogeologiczna zwierciadła wód podziemnych ujmowanego przez ujęcie piętra lub poziomu wodonośnego, wykreślona na podstawie aktualnych, datowanych pomiarów położenia zwierciadła wód podziemnych w otworach wiertniczych	Mapa hydrogeologiczna w adekwatnej skali, zalecana skala 1:10 000 lub w przypadku znacznych rozmiarów obszaru spływu wód do ujęcia (OSW) lub strefy zasobowej (SZ) skala 1:25 000. Powinna opierać się na aktualnych, datowanych pomiarach położenia zwierciadła wód podziemnych we wszystkich dostępnych studniach, piezometrach i innych otworach wiertniczych.
5.	Mapa hydrogeologiczna przedstawiająca obszar spływu wód do ujęcia (OSW) oraz strefę zasobową ujęcia (SZU)	Powinna obejmować cały obszar spływu wód do ujęcia (OSW) aż do granic zbiornika wód podziemnych lub zlewni podziemnej (lub JCWPd). Strefa zasobowa ujęcia wyznaczona powinna zostać zgodnie z obowiązującymi przepisami jako część obszaru spływu wód do ujęcia (OSW) ograniczona izochroną czasu dopływu wód do ujęcia w warstwie wodonośnej dla czasu, $t = 25$ lat.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP (CZĘŚĆ GRAFICZNA)

Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
6.	Mapa poglądowa strefy zasobowej ujęcia (SZU) z podziałem na rejony o zróżnicowanym stopniu naturalnej podatności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie i podaniem czasu przesączania wód z powierzchni terenu do ujętego poziomu wodonośnego	Graficzna prezentacji wyników analizy naturalnej podatności warstwy wodonośnej z uwzględnieniem czasu przepływu wód z powierzchni terenu (wody infiltracyjne) przez strefę aeracji (warunki niepełnego nasycenia porów wodą)
7.	Mapa poglądowa strefy zasobowej ujęcia (SZU) z sumarycznego czasu dopływu wody do dokumentowanego ujęcia wód podziemnych z powierzchni terenu i w warstwie wodonośnej	Graficzna prezentacji wyników obliczeń czasu dopływu wód do ujęcia z powierzchni terenu przez strefę aeracji (warunki niepełnego nasycenia porów wodą) oraz w strefie aeracji (warunki pełnego nasycenia porów wodą).
8.	Mapa zagospodarowania powierzchni terenu w granicach strefy zasobowej wraz ze wskazaniem potencjalnych ognisk zanieczyszczeń	Powinna zostać wykonana w oparciu o aktualne dane dotyczące zagospodarowania terenu na podstawie aktualnych dokumentów planistycznych tj. miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego (MPZP) i studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP). Identyfikacja wszystkich potencjalnych ognisk zanieczyszczeń musi być wynikiem szczegółowego kartowania sozologicznym wykonanego nie później niż 1 rok od daty wykonania analizy ryzyka.

ZAKRES ANALIZA RYZYKA WG SHP (CZĘŚĆ GRAFICZNA)

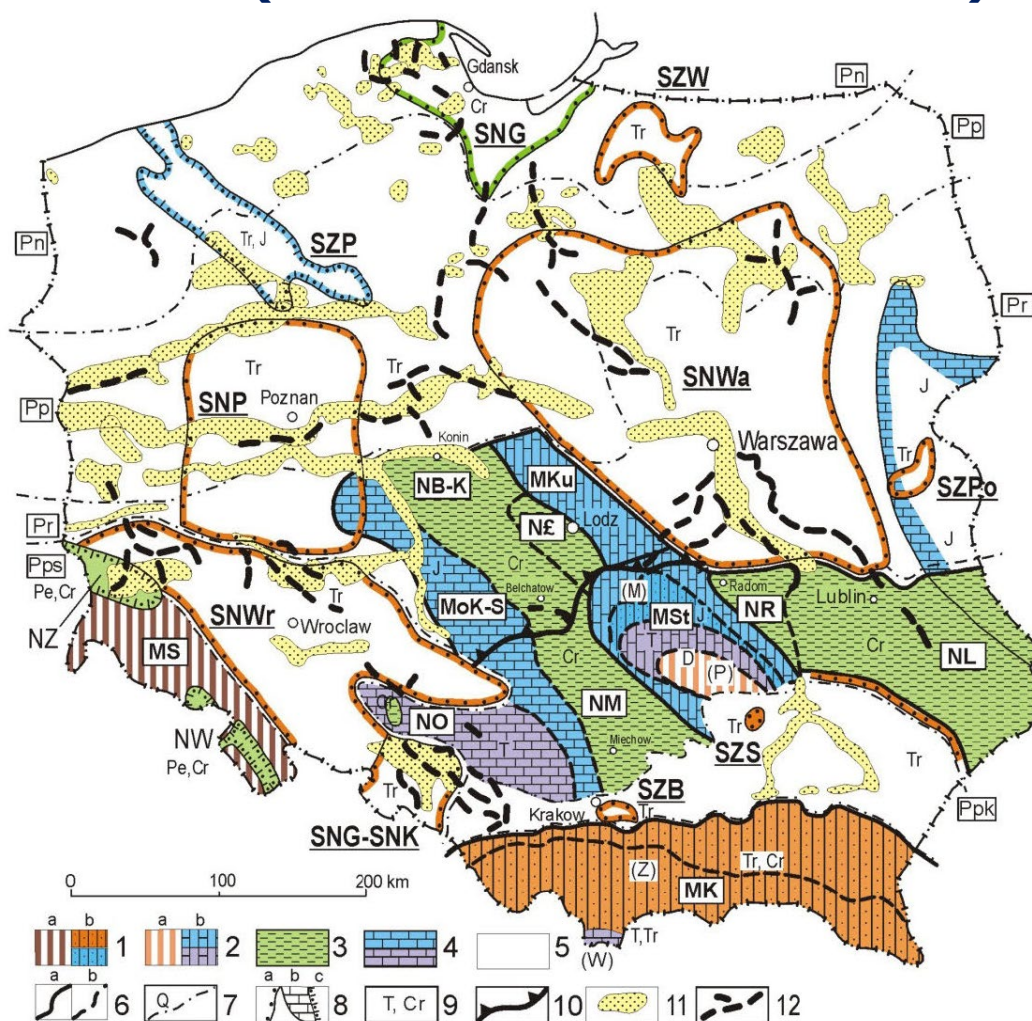
Lp.	Zakres tematyczny	Wymagania szczegółowe
9.	Mapa ewidencyjna określająca granice strefy ochronnej ujęcia, złożonej z terenu ochrony bezpośredniej oraz terenu ochrony pośredniej	Aktualna mapa ewidencyjna z granicami poszczególnych nieruchomości gruntowych w granicach strefy ochronnej ujęcia.
10.	Wykaz nieruchomości gruntowych wchodzących w skład terenu ochrony bezpośredniej i pośredniej ujęcia wód podziemnych	Aktualna wykaz nieruchomości gruntowych w granicach strefy ochronnej ujęcia.
11.	Wyniki badań składu chemicznego wód z ujęcia	Zestawienie analiz składu chemicznego wód podziemnych z ujęcia za okres ostatnich 10-15 lat. Analiza potencjalnych trendów zmian składu chemicznego wód podziemnych.



AGH

PODSTAWOWE ŹRÓDŁA DANYCH

REGIONALIZACJA HYDROGEOLOGICZNA POLSKI (WG A. KLECZKOWSKIEGO)



HYDROGEOLOGIA REGIONALNA POLSKI

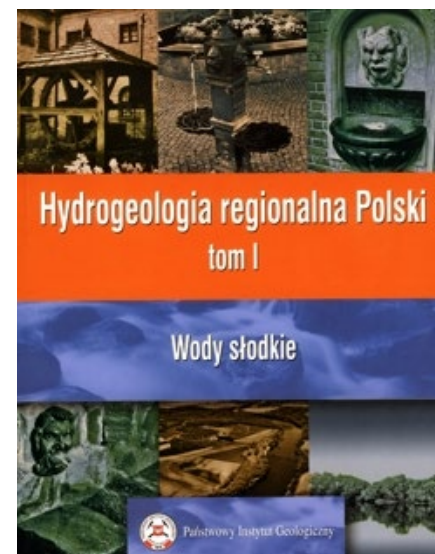
Tom I – Wody słodkie

Tom II – Wody mineralne, lecznicze
i termalne oraz kopalniane

Redakcja naukowa:

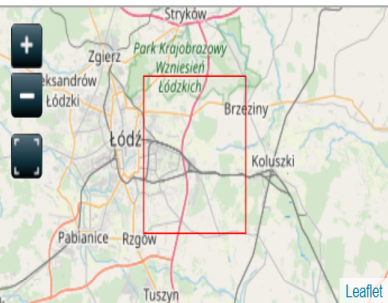
Bronisław PACZYŃSKI, Andrzej
SADURSKI

Państwowy Instytut Geologiczny,
Warszawa 2007





Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



KATEGORIE METADANYCH

- Inne
- Mapa Geośrodowiskowa Polski 1:50 000 (MGsP)
- Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000 (MHP)
- Mapa Litogenetyczna Polski 1:50 000 (MLP)
- Mapy Geoturystyczne
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000 (SMGP)

WSPÓŁRZĘDNYCH:

INFORMACJE O JAKOŚCI

POZIOM ZGODNOŚCI: Zbiór danych

TYTUŁ SPECYFIKACJI: INSPIRE Data Specification on Geology - Technical Guidelines version 3.0

ZGODNOŚĆ ZE SPECYFIKACJĄ: Niezgodny

INFORMACJE O DYSTRYBUCJI

FORMAT DYSTRYBUCJI DANYCH: JPEG

INFORMACJE NA TEMAT METADANYCH

IDENTYFIKATOR PLIKU: [ad9437c8-6680-11e4-b116-123b93f75cba](#)

IDENTYFIKATOR RODZICA: 1ee3dd0c-6680-11e4-b116-123b93f75cba

KODOWANIE: utf8

NAZWA STANDARDU: ISO 19115

WERSJA STANDARDU: 2003/cor.1:200

Kopiuje

Wyszukaj „ad9437c8-6680-11e4-b116-123b93f75cba” w Google

Drukuj...

Zablokuj element

Zablokuj element

Zbadaj

KATALOG KOLEKCJI MAPOWYCH PIG

Mapa Geośrodowiskowa

Mapa Hydrogeologiczna

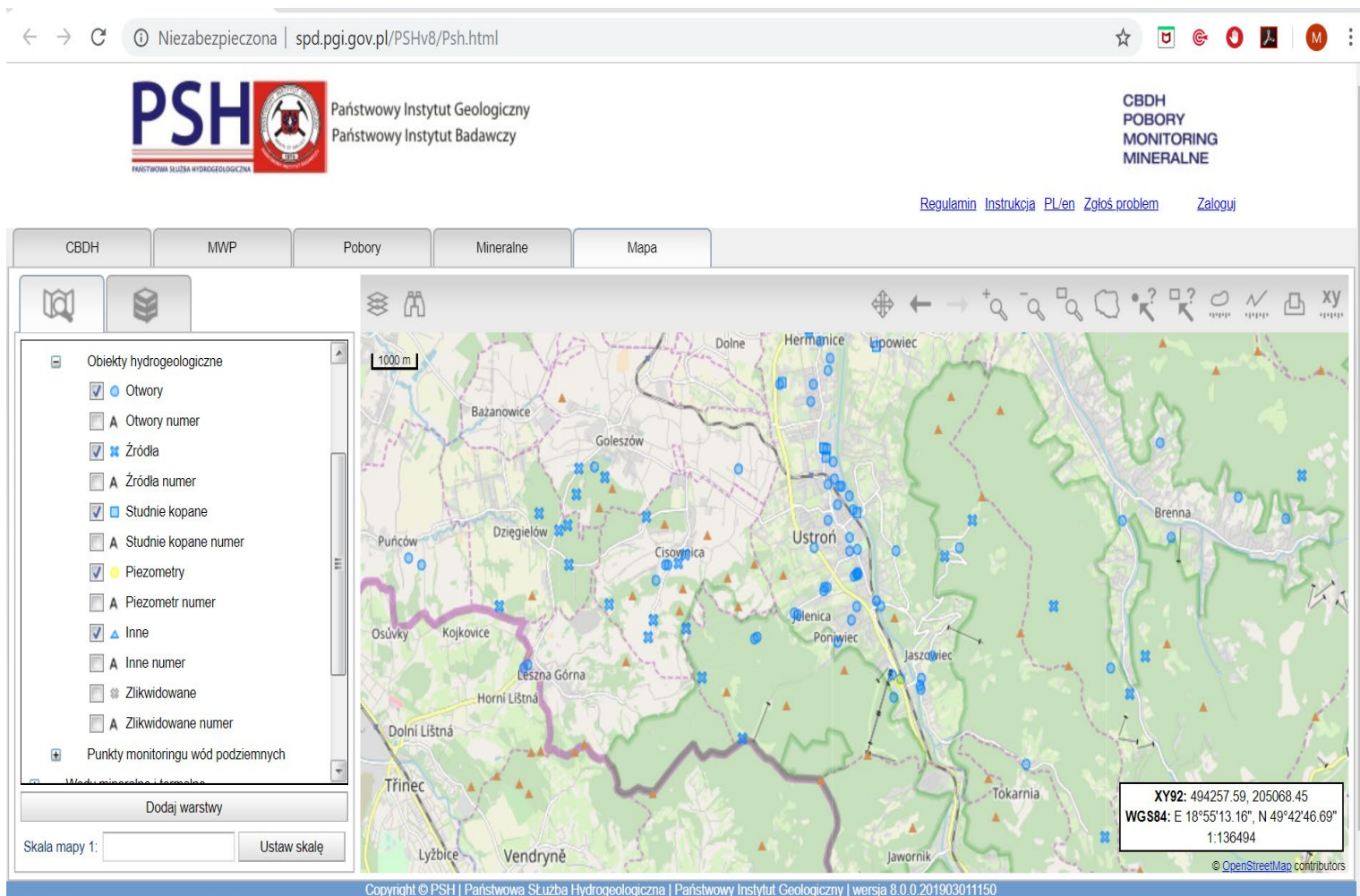
Mapa Litogeniczna

Szczegółowa Mapa
Geologiczna

Mapy Geoturystyczne

PODSTAWOWE ŹRÓDŁA DANYCH

CENTRALNY BANK DANYCH HYDROGEOLOGICZNYCH

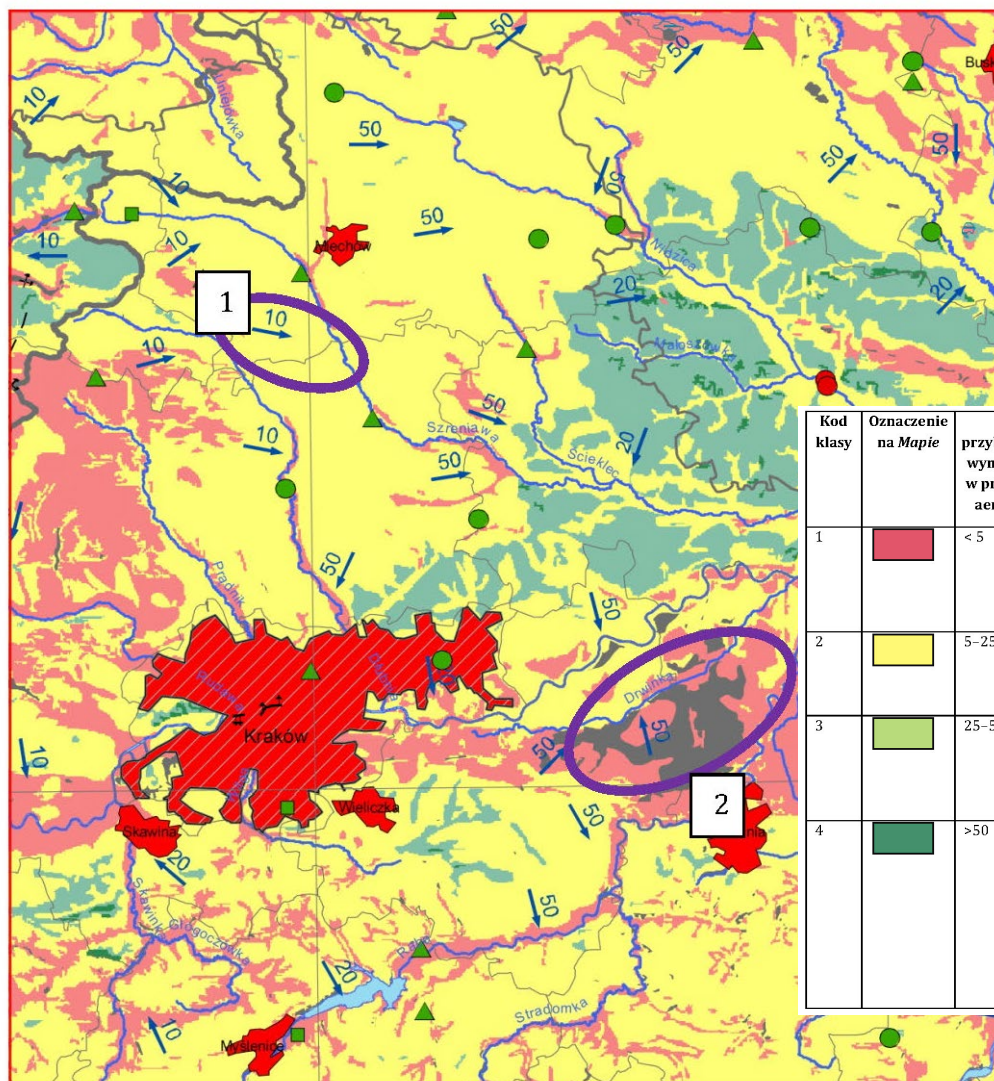


WODY ZWYKŁE
ujęcia wód
punkty monitoringu
otwory
źródła
studnie kopane
piezometry
inne

WODY MINERALNE,
LECZNICZE,
TERMALNE
I SOLANKI

PODSTAWOWE ŹRÓDŁA DANYCH

MAPA WRAŻLIWOŚCI WÓD PODZIEMNYCH NA ZANIECZYSZCZENIE W SKALI 1:500 000

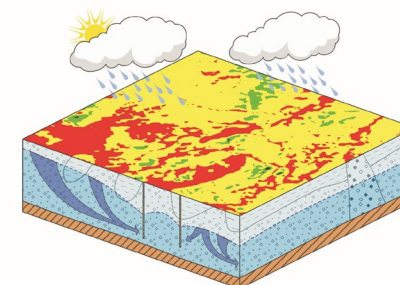


Kod klasy	Oznaczenie na Mapie	MRT przybliżony czas wymiany wody w profilu strefy aeracji [lata]	Podatność wód podziemnych na zanieczyszczenie	Charakterystyka podatności ¹⁾
1		< 5	bardzo duża	Ośrodek podatny na większość zanieczyszczeń. Szybki wzrost zanieczyszczenia dla wielu scenariuszy migracji zanieczyszczeń.
2		5–25	duża	Ośrodek podatny na wiele typów zanieczyszczeń, oprócz silnie sorbowanych (np. metale ciężkie)
3		25–50	średnia	Ośrodek podatny na niektóre typy zanieczyszczeń, ale tylko, gdy są wprowadzane lub wyługowywane w sposób ciągły
4		> 50	mała i bardzo mała	Ośrodek podatny tylko na zanieczyszczenia konserwatywne wprowadzane lub wyługowywane w sposób ciągły i na dużym obszarze. Obecne są warstwy izolujące o minimalnym przesłanianiu lub istnieje naturalna trwała bariera hydrodynamiczna

Mapa wrażliwości wód podziemnych Polski na zanieczyszczenie 1:500 000

Metodyka i objaśnienia tekstowe

Robert Duda • Stanisław Witczak • Anna Żurek

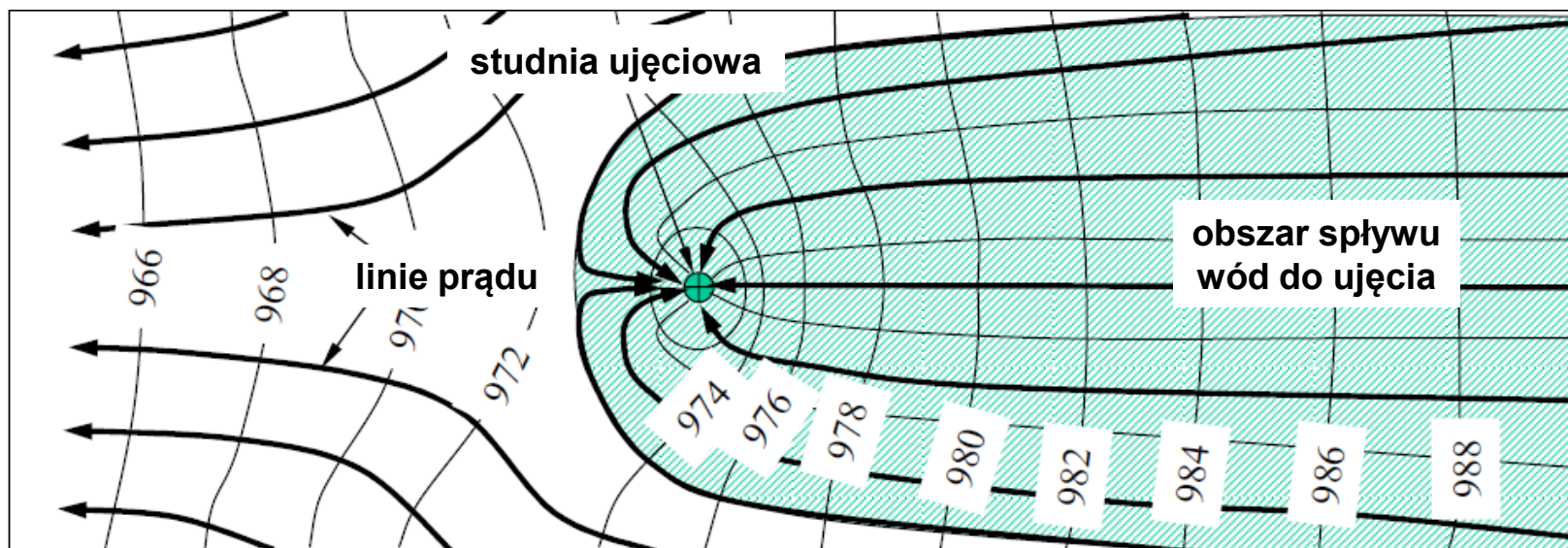
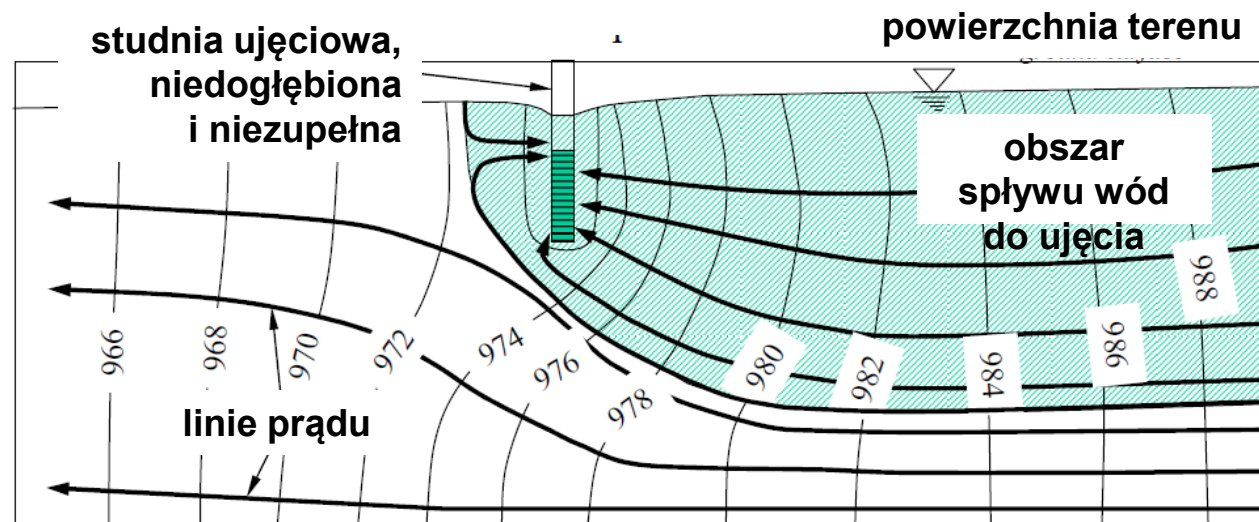


Kraków 2011

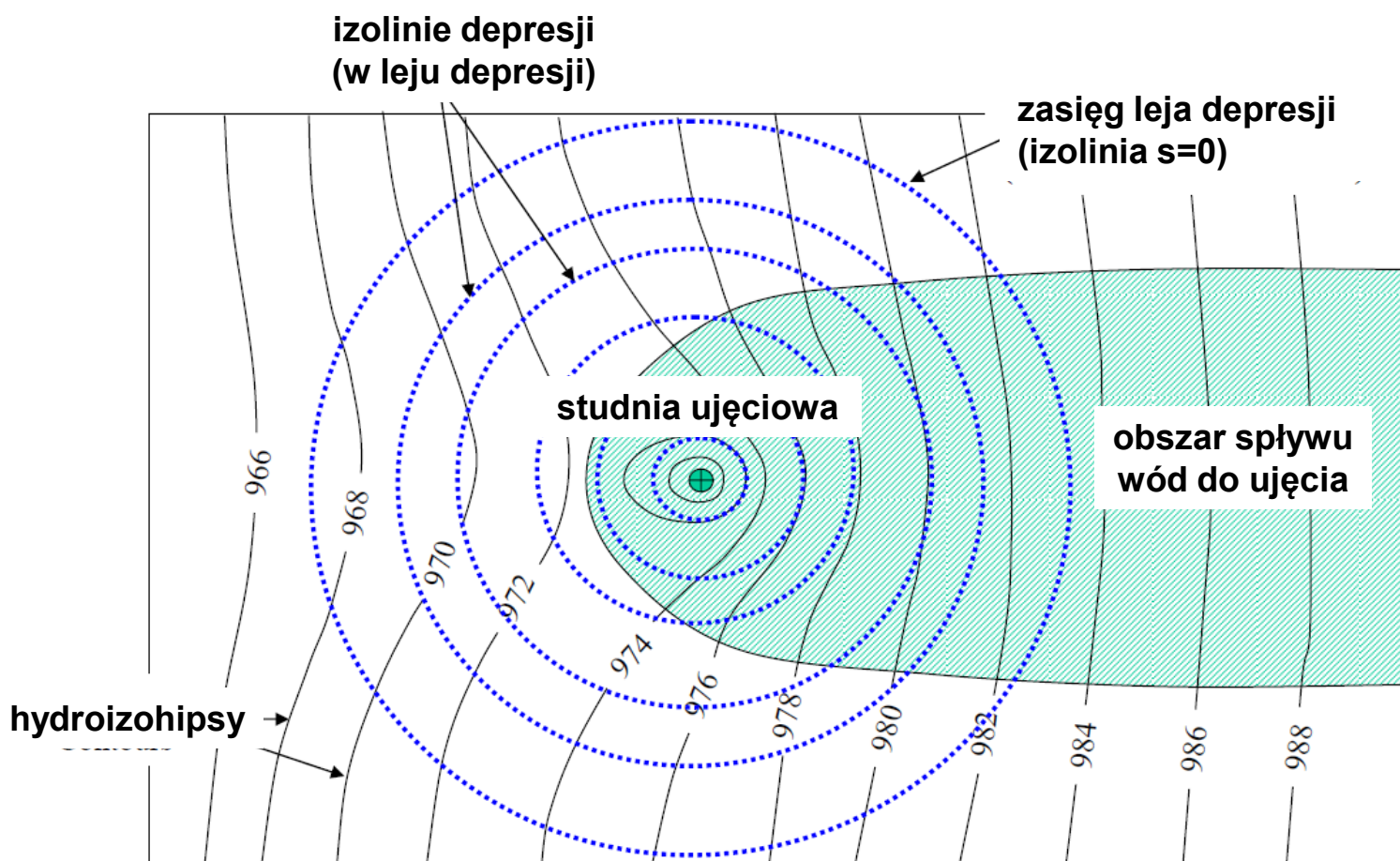


SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

OBSZAR SPŁYWU WÓD DO UJĘCIA – METODA ANALITYCZNA



SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP



OBSZAR SPŁYWU WÓD DO UJĘCIA – METODA ANALITYCZNA

obszar spływu wód do ujęcia (ang. capture zone) ma zupełnie inny zasięg niż lej depresji wokół ujęcia (ang. cone of depression)

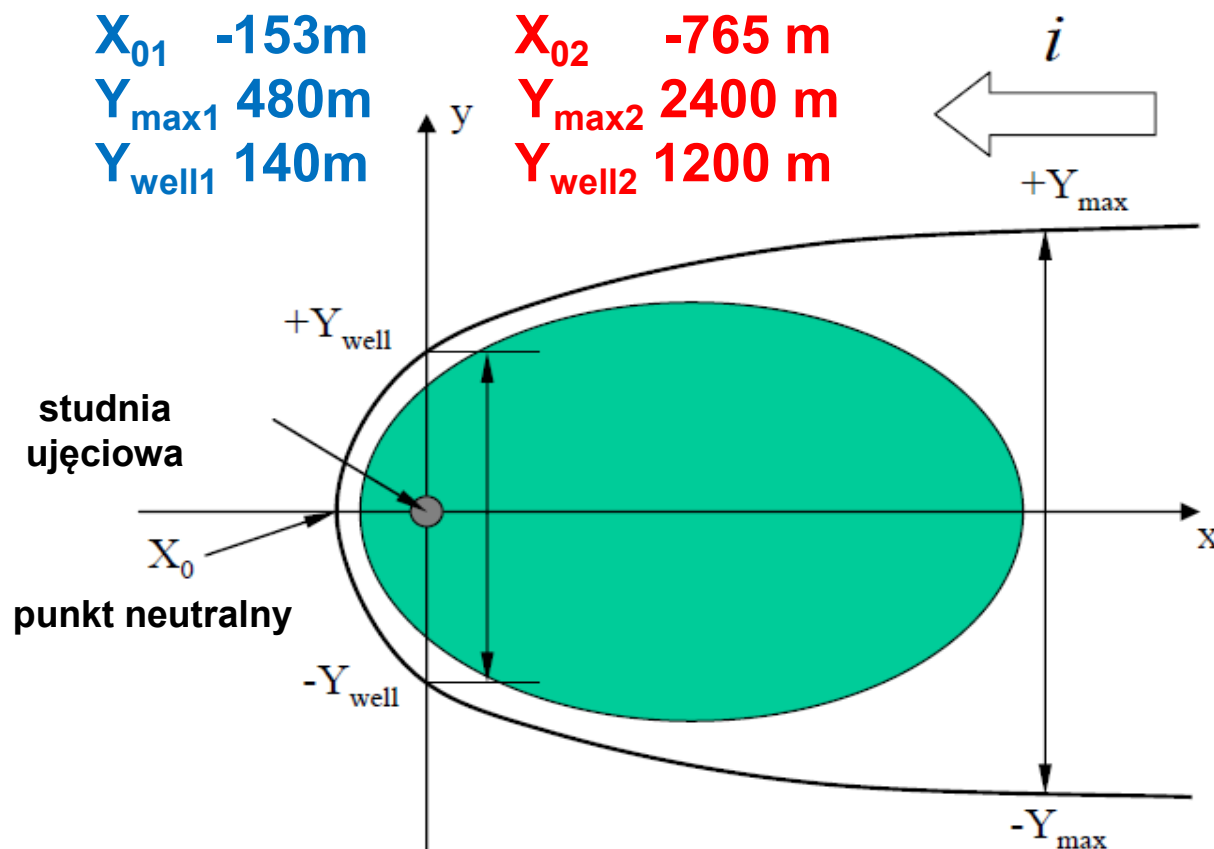


AGH

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

X_{01} -153m
 Y_{max1} 480m
 Y_{well1} 140m

X_{02} -765 m
 Y_{max2} 2400 m
 Y_{well2} 1200 m



WZORY ANALITYCZNE
DLA NAPOROWEJ
WARSTWY WODONOŚNEJ

$$X_o = \frac{-Q}{2\pi Ti}$$

$$Y_{max} = \frac{\pm Q}{2Ti}$$

$$\pm Y_{well} = \frac{\pm Q}{4Ti}$$

$$\pm Y_{well} = 0,5 Y_{max}$$

$$x = \frac{-y}{\tan(\frac{2\pi Ti}{Q} y)}$$

Q – wydajność studni [m^3/d], Q1 10 m^3/h Q2 50 m^3/h

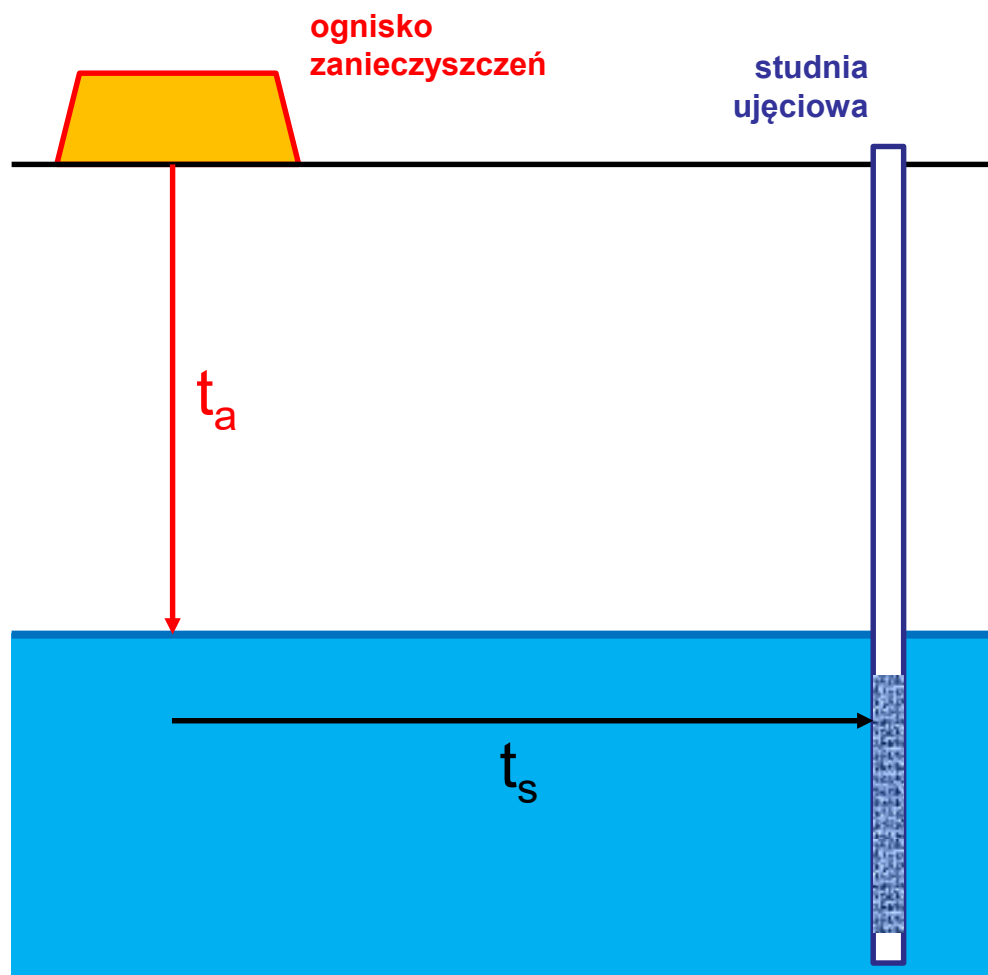
T – przewodność hydrauliczna, $T = k \cdot m$ [m^2/d], 250 m^2/d

k – współczynnik filtracji [m/d], 5 m/d

m – miąższość warstwy wodonośnej [m], 50 m

i – gradient hydrauliczny [-], 0,001

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP



CZAS PRZEPŁYWU WODY PRZEZ STREFĘ AERACJI (INFILTRACJA - PRZEPŁYW PIONOWY)

$$t_a = \frac{mw_o}{I}$$

t_a – czas przepływu wód przez strefę aeracji [lata]

m – miąższość strefy aeracji [m]

w_o – wilgotność objętościowa gruntu [-]

I – infiltracja efektywna [m/rok]

CZAS PRZEPŁYWU WODY W STREFIE SATURACJI (FILTRACJA – PRZEPŁYW W POZIOMIE)

$$t_s = \frac{Ln_e}{ki}$$

t_s – czas przepływu wód w strefie saturacji [lata]

L – liniowa odległość ogniska od ujęcia [m]

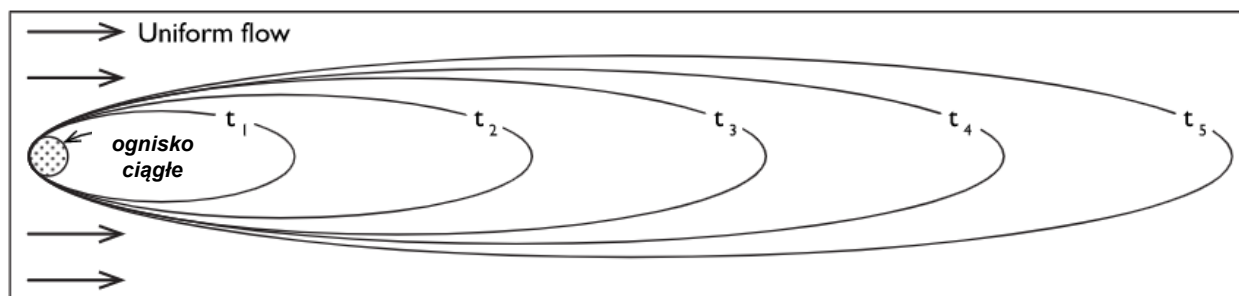
n_e – współczynnik porowatości efektywnej [-]

k – współczynnik filtracji [m/d]

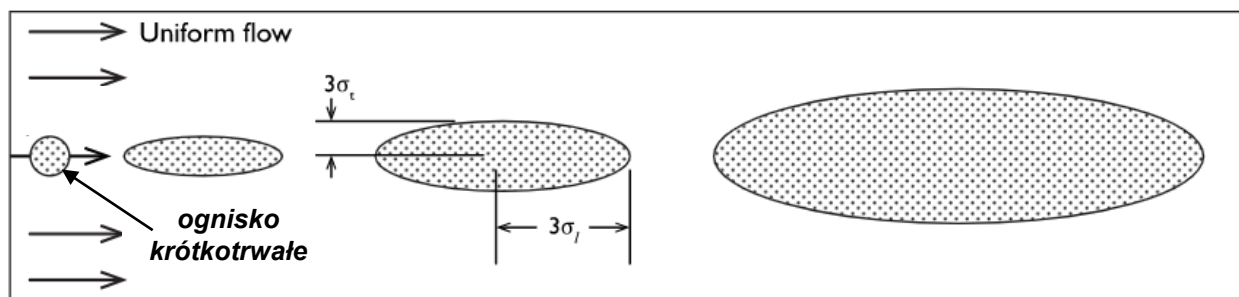
i – gradient hydrauliczny [-]

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

RÓWNANIA MIGRACJI ZANIECZYSZCZEŃ W STRUMIENIU WÓD PODZIEMNYCH



(a)



(b)

$$C = \frac{C_0}{2} \left[\operatorname{erfc} \left(\frac{L - v_x t}{2\sqrt{D_L t}} \right) \right]$$

$$D_L = \alpha_L v_x + D^*$$

C – stężenie substancji w odległości L i po czasie t
 od wystąpienia zanieczyszczenia [mg/L], **715 mg/L**
 C_0 – stężenie początkowe substancji [mg/L], **1575 mg/L**
 erfc – funkcja błędu
 L – odległość [m]
 v_x – rzeczywista prędkość przepływu wody [m/d], **125 m**
 t – czas [d], **0,5 lat**
 D_L – współczynnik dyspersji hydrodynamicznej [m²/s]
 α_L – stała dyspersji podłużnej [m]
 D^* – efektywny współczynnik dyfuzji molekularnej [m²/s]

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

OCENA RYZYKA DLA UJĘCIA WÓD PODZIEMNYCH
(WG TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK, 2017; WITCZAK I IN., 2018)

Wartość parametru - R	Poziom ryzyka
<20	akceptowalny
20-50	kontrolowany
>50	nieakceptowalny

P

Prawdopodobieństwo	Częstotliwość wystąpienia zagrożenia [awaria/rok]	Ocena parametru
Bardzo mało prawdopodobne	$\leq 0,1$	1
Mało prawdopodobne	$(0,1-0,2>$	2
Średnio prawdopodobne	$(0,2-0,5>$	3
Umiarkowanie prawdopodobne	$(0,5-12,0>$	4
Bardzo prawdopodobne	≥ 12	5

×

R = C

Dotkliwość następstw zagrożeń	Ocena parametru
Nieistotna. Straty bardzo małe lokalne pogorszenie parametrów jakości wody brak zagrożenia zdrowotnego dla konsumentów	1
Niewielka. Straty małe dostrzegalne zmiany organoleptyczne wody (zapach, zmieniona barwa i mętność), brak zagrożenia zdrowotnego dla konsumentów	2
Umiarkowana. Straty średnie znaczna uciążliwość organoleptyczna (odór, zmieniona barwa i mętność), zagrożenie zdrowotne dla konsumentów	3
Poważna. Straty duże możliwość narażenia licznej grupy konsumentów na spożycie wody o pogorszonej jakości, przesłanki do eskalacji zdarzenia, powstania tzw. efektu domina	4
Katastrofalna. Straty bardzo duże możliwość narażenia licznej grupy konsumentów na spożycie wody o pogorszonej jakości, wyniki badań ujawniające wysoki poziom substancji toksycznych, konieczność podjęcia leczenia szpitalnego osób narażonych	5

×

V

Podatność na zagrożenie	Sumaryczny czas dopływu wody od ogniska zanieczyszczeń do ujęcia [lata]	Ocena parametru
Bardzo mała	>25	1
Mała	5-25	2
Średnia	1-5	3
Duża	0,1-1	4
Bardzo duża	$<0,1$	5

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

**OCENA PODATNOŚCI WARSTWY
WODONOŚNEJ NA ZANIECZYSZCZENIE
MA CHARAKTER ANALIZY RYZYKA**

D (depth to water) - głębokość do
zwierciadła wody,

R (recharge) — infiltracja efektywna,

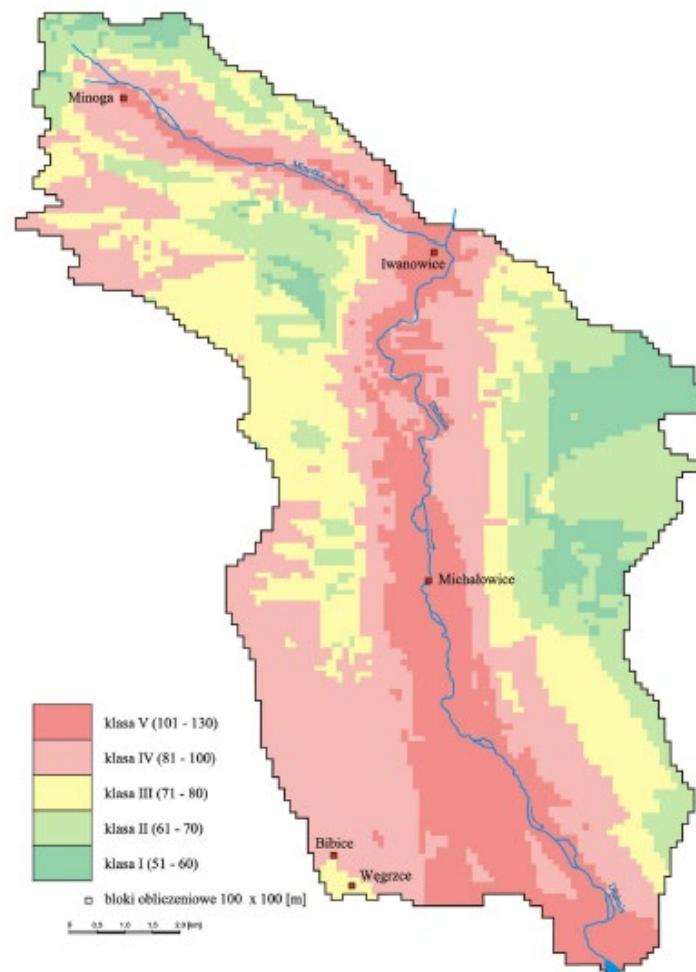
A (aquifer media) — litologia warstwy
wodonośnej,

S (soil) — rodzaj gleb,

T (topography) — nachylenie powierzchni
terenu (topografia),

I (impact of vadose zone) — wpływ strefy
aeracji,

C (conductivity) — współczynnik filtracji
warstwy wodonośnej



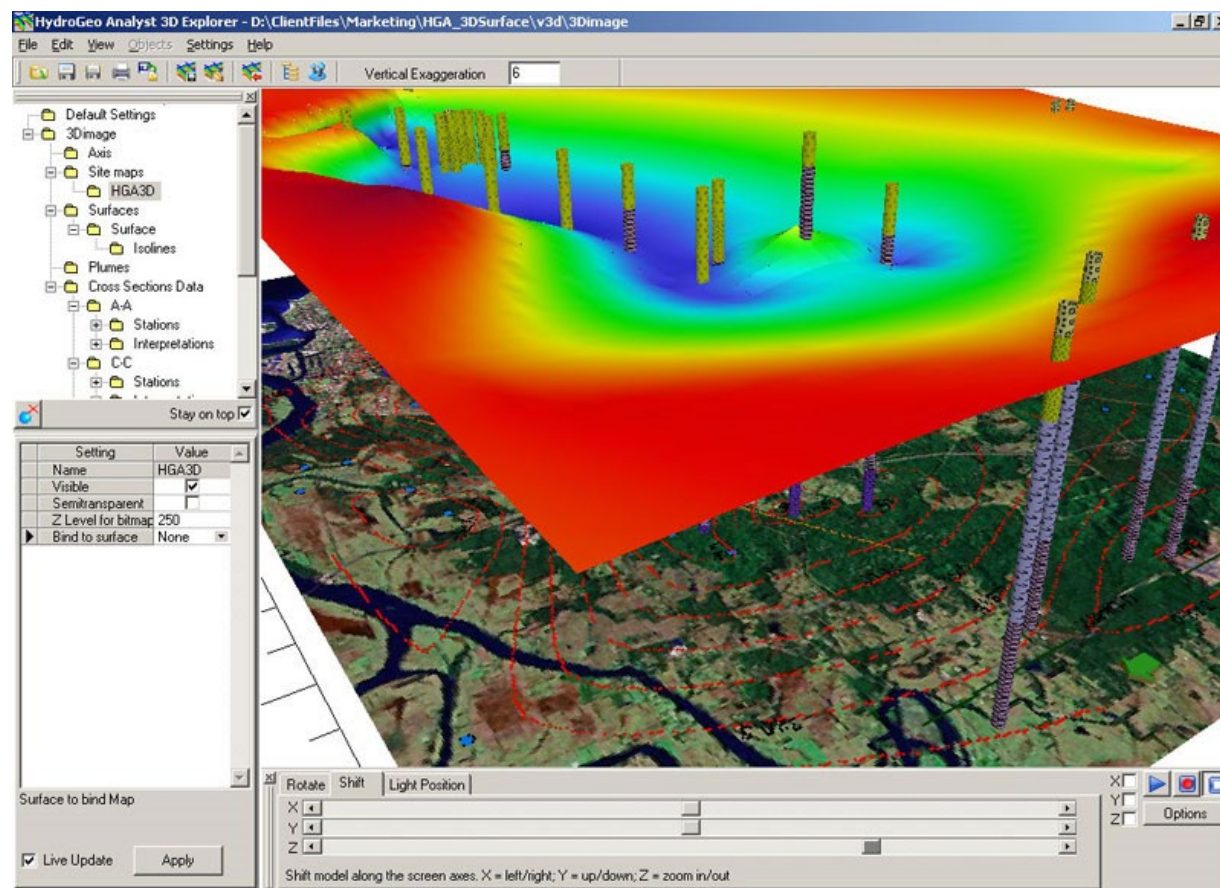
**Przykładowa mapa podatności na
zanieczyszczenia wyznaczona metodą DRASTIC**

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

WYKORZYSTANIE MODELI NUMERYCZNYCH

zastosowanie nowoczesnych metod i narzędzi dla realizacji badań hydrogeologicznych (m.in. próbne pompowania, slug testy, systemy pomiaru położenia zwierciadła wód podziemnych)

zastosowanie nowoczesnych narzędzi do interpretacji danych hydrologicznych i hydrogeologicznych, w tym obejmujących metody modelowania numerycznego



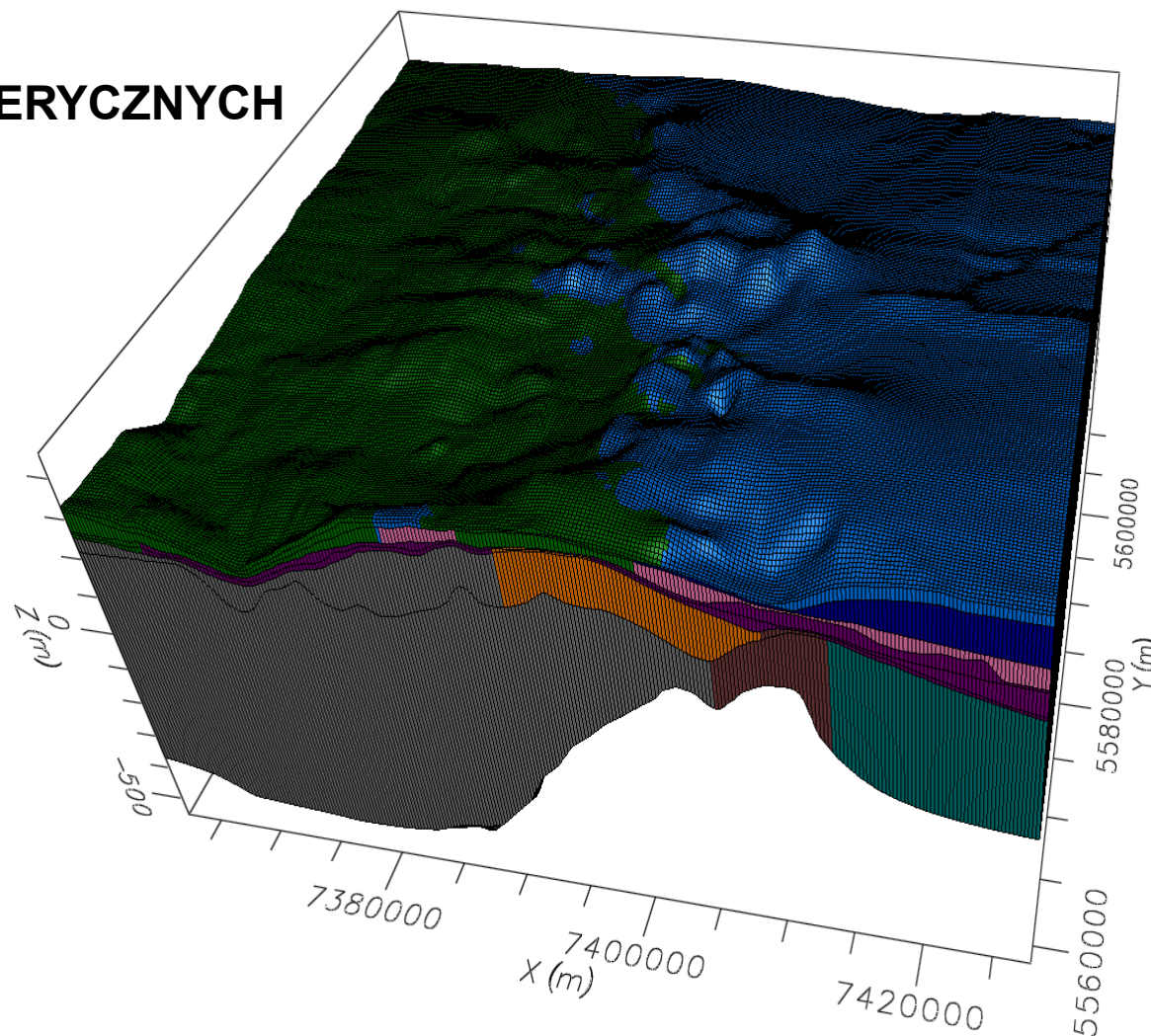
**BEZWZGLĘDNE WYMAGANIE OKRESOWEJ AKTUALIZACJI
DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ DLA UJĘĆ**

SZCZEGÓŁOWE WYTYCZNE METODYCZNE WG SHP

WYKORZYSTANIE MODELI NUMERYCZNYCH

zaawansowany 7-warstwowy
hydrogeologiczny model
numeryczny rejonu triasu
śląsko-krakowskiego
(400 tys. bloków), wykonany
z wykorzystaniem programu
Visual Modflow

możliwość odwzorowania
na modelu licznych istniejących
i projektowanych ujęć wód
podziemnych oraz planowanych
i likwidowanych odwadnianych
kopalń



**WYMÓG WYKONYWANIA MODELI NUMERYCZNYCH
DLA UJĘĆ WÓD NA TERENACH SILNEJ ANTROPOPRESJI**



KONTAKT:

dr hab. inż. Mariusz CZOP

dr inż. Ewa KRET

0048 504 794 628

mariucz@agh.edu.pl, mariucz5@o2.pl

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej

al. A. Mickiewicza 30, 30059 Kraków