

Wskaźnik położenia zwierciadła wód podziemnych w ocenie aktualnego zagrożenia niedoborem wody i suszy w skali europejskiej

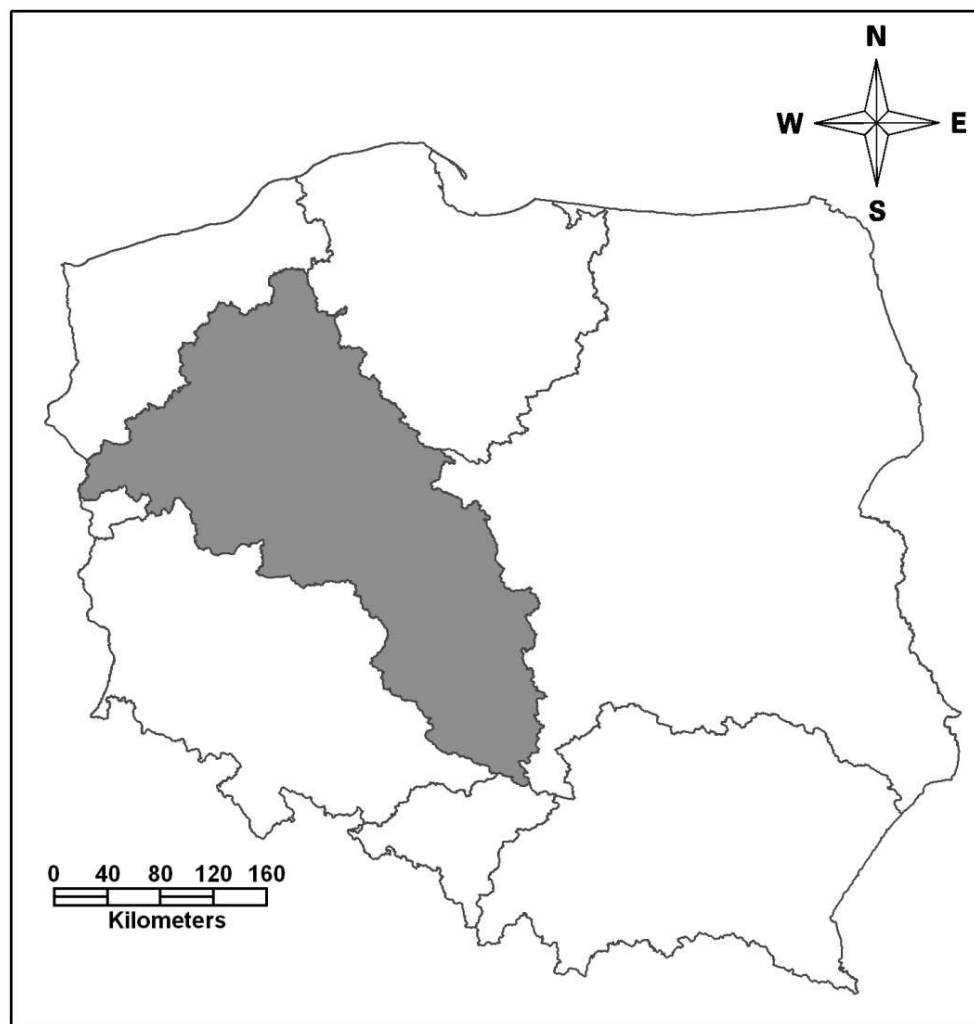
Wyniki polskich testów pilotażowych

Jolanta Cabalska, Agnieszka Kowalczyk, Anna Mikołajczyk

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Od czerwca 2011 r. przedstawiciele PIG-PIB biorą udział w pracach grupy roboczej przy KE ds. niedoborów wody i suszy.

Jednym z wielu wskaźników, służących do oceny aktualnej sytuacji w tym zakresie jest wskaźnik położenia zwierciadła wód podziemnych (GWL **GroundWater Level**).

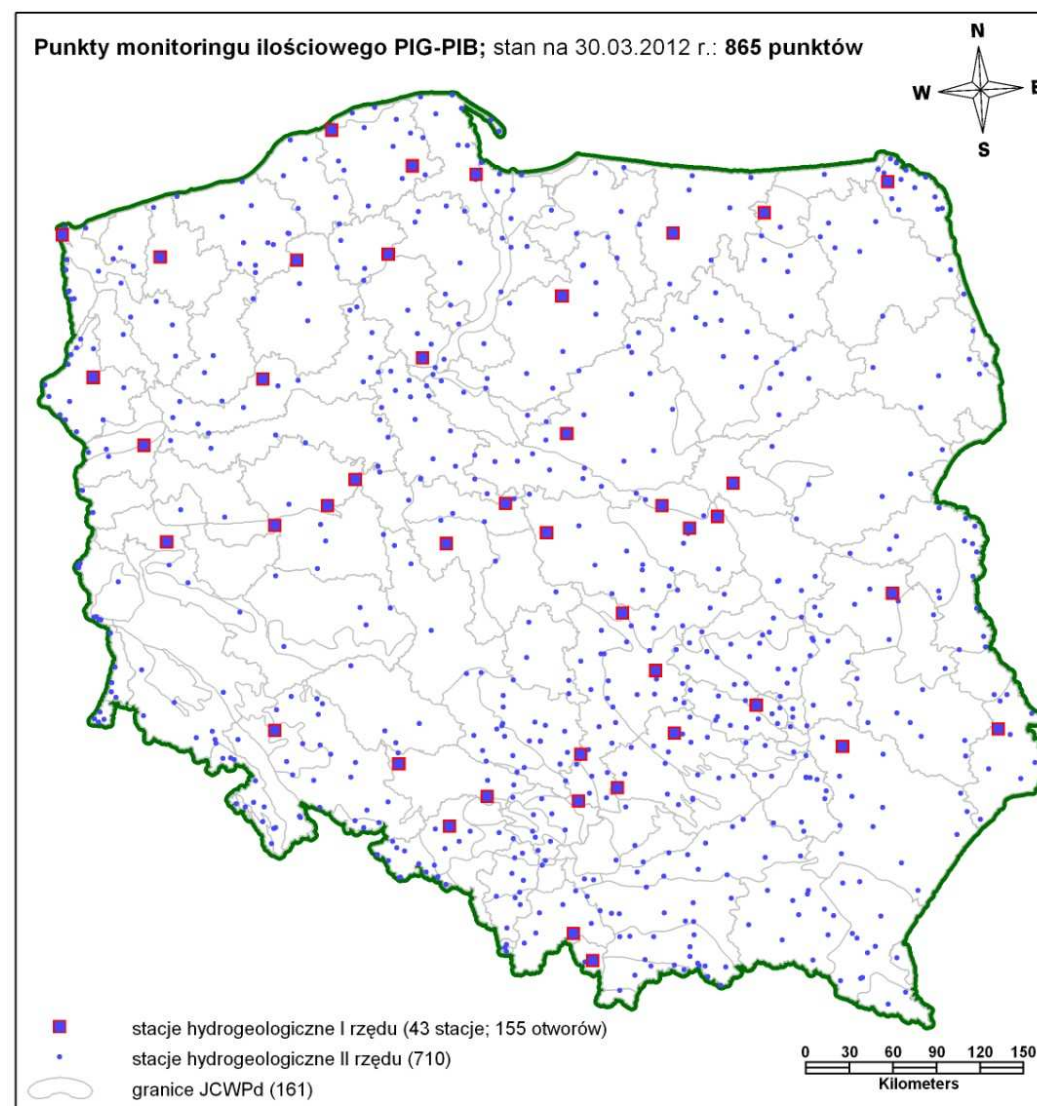


Do celów testów pilotażowych wybrano dorzecze Warty - ze względu na charakter obszaru, który uważany jest za najbardziej narażony na skutki suszy hydrogeologicznej.

Potwierdza to wysoka częstość występowania susz glebowych i hydrogeologicznych na tym terenie oraz niedobór opadów - na przeważającej części dorzecza Warty opad przyjmuje wartości w granicach 500-550 mm/rok (H. Lorenc, 2005). Duże straty (parowanie) wpływają na powstawanie znaczących deficytów wodnych w tym rejonie. O niekorzystnej strukturze bilansu wodnego obszaru świadczy również wartość średniego odpływu jednostkowego, który kształtuje się poniżej $q = 3,0 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$ i zaliczany jest do najniższych w kraju (Kowalczak i in., 2007).

Średnia wartość modułu odpływu dla Polski wynosi $475 \text{ m}^3/\text{dkm}^2$ czyli $5,5 \text{ dm}^3/\text{skm}^2$ (Herbich i in., 2007).

W porównaniu z innymi krajami członkowskimi, takimi jak Francja czy Wielka Brytania, dysponujemy znacznie krótszymi ciągami obserwacji położenia zwierciadła wody. Długość okresu pomiarów w większości punktów nie przekracza 10 lat. Najstarsze dane pochodzą z 1966 roku. Jednak ze względu na zmienne losy samej sieci obserwacyjnej, liczne zmiany własnościowe oraz problemy techniczne, liczba punktów nie jest stała. Punkty niejednokrotnie różnią się długością i okresem obserwacji. Obecnie, od roku 2009, ze względu na ideę podziału kraju na jednolite części wód podziemnych sieć jest reorganizowana do wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej.

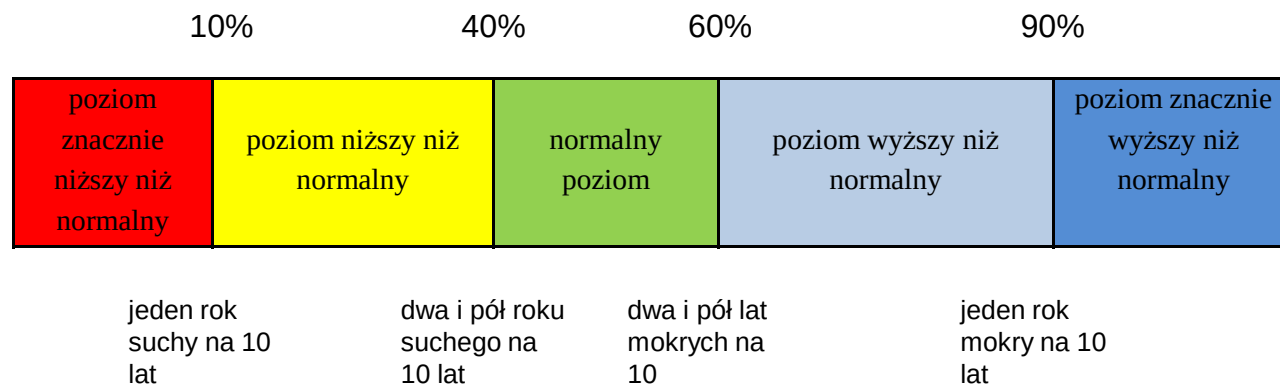


Do wyliczenia wskaźnika GWL służą pomiary głębokości zwierciadła wody z poszczególnych punktów obserwacyjnych (piezometrów, studni).

Przyjęto założenie, że długość ciągów pomiarowych obserwacji zmian poziomu zwierciadła wody powinna być nie krótsza niż 11 kolejnych lat, a obserwacje dotyczą wszystkich obserwowanych poziomów wodonośnych niezależnie od charakteru zwierciadła wody. Przy czym w przypadku stacji hydrogeologicznych I rzędu, gdzie obserwowanych jest jednocześnie kilka poziomów wodonośnych, do obliczeń brano dane z poziomu najpłytszego.

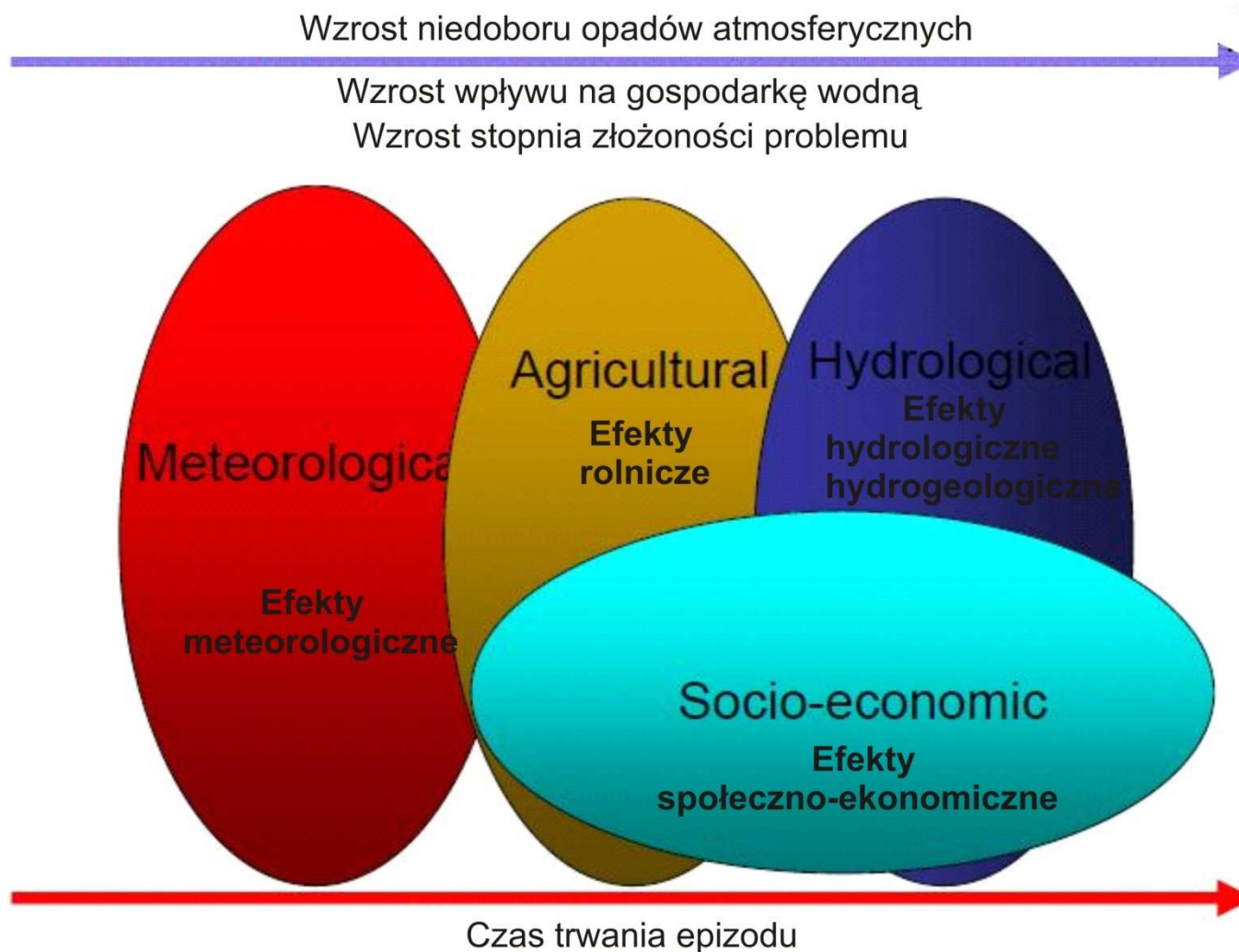
Na 126 punktów aktualnie obserwowanych w sieci PIG-PIB na terenie zlewni Warty 48 spełniało powyższe kryteria (co stanowi 38% punktów aktualnie obserwowanych) i mogło posłużyć za dane wejściowe dla testu.

Wskaźnik poziomu wód podziemnych jest liczony jako średnia miesięczna z cotygodniowych pomiarów głębokości zwierciadła wody w odniesieniu do wszystkich otrzymanych wyników średnich z danego miesiąca w wieloleciu, podzielonych na klasy. Zbiór danych podzielono na 5 klas. Granice klas wyznaczone są przez wartości kwantyli rzędu 1/10, 4/10, 6/10, 9/10 średnich miesięcznych z wielolecia. Na tle w ten sposób uzyskanych przedziałów rozpatruje się średnie miesięczne bieżącego roku.



Porównanie bieżącej wartości średniej poziomu zwierciadła wody z miesiąca z wartościami średnich miesięcznych z wielolecia w układzie opisanych klas wskazuje w analizowanym miesiącu na możliwość lub brak wystąpienia niedoboru wody lub zjawiska suszy hydrogeologicznej z przyczyn naturalnych lub antropogenicznych (zależnie od tego czy dane odzwierciedlają naturalny poziom zwierciadła wody odizolowany od fluktuacji poboru wody czy nie).

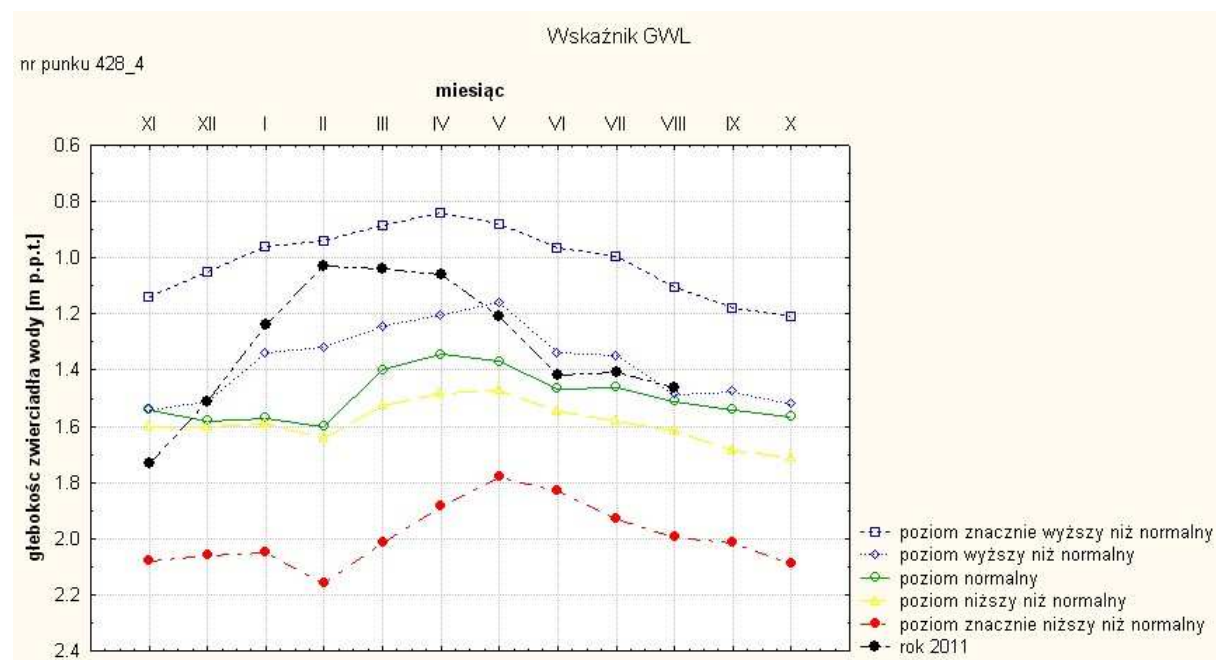
Środowiskowy i społeczny wymiar suszy



wg Wilhite 2006 vide Stefanski, 2011

Prezentowana metodyka pozwala na identyfikację miesięcy z najniższym położeniem zwierciadła wody (szczególnie suchych), a także na wskazanie trendów wzniosu lub spadku położenia zwierciadła w poszczególnych miesiącach na tle wyników wieloletnich.

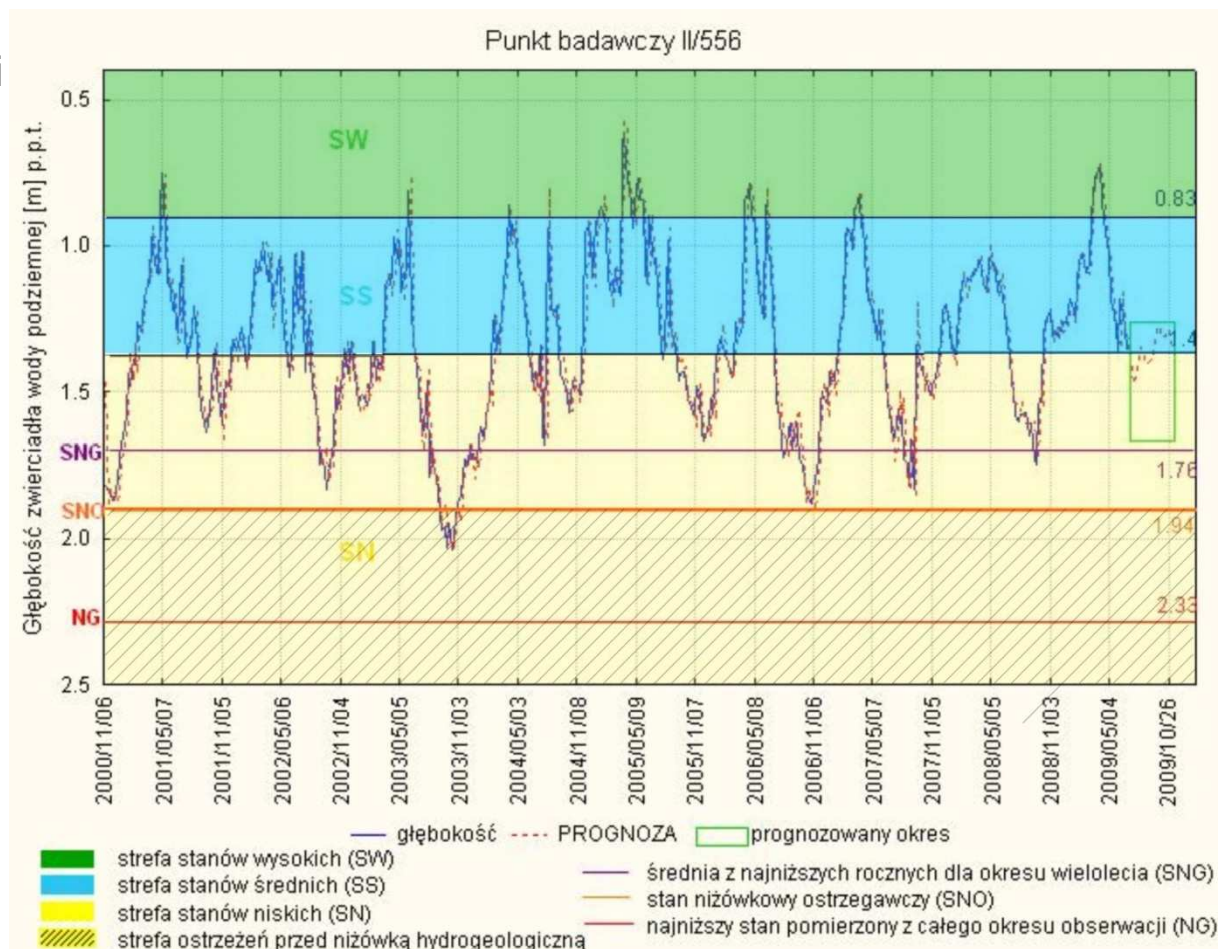
Wyniki oceny przedstawiane są na wykresach.



Przykład wykresu powstałego w oparciu o wyliczony wskaźnik GWL, gdzie średnie wartości miesięczne bieżącego roku (2011) – kolor czarny przedstawione są na tle klas przedziałów opisanych w tekście. Kolorem zielonym zaznaczono środek klasy poziomu normalnego zwierciadła wody (mediana).

W Polsce dla potrzeb prognozowania stanów wód podziemnych wykorzystywana jest nieco odmienna metodyka, oparta na wyliczeniach analogicznych do stosowanych w hydrologii.

Na podstawie obserwacji z wielolecia dla reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych wyznacza się stany charakterystyczne: **NG, SNG, SNO**. Obok przykład wykresu wykorzystywanego w Komunikatach i Prognozach PSH.



Prognozy i komunikaty PSH

Na podstawie wartości charakterystycznych oblicza się dla poszczególnych reprezentatywnych punktów obserwacyjnych:

- **wskaźnik zagrożenia niżówką hydrogeologiczną (kn)** określony jako odniesienie bieżącego poziomu położenia zwierciadła wody (PG) do średniego niskiego z wielolecia (SNG), który jest obliczany jako średnia z wybranych minimalnych rocznych stanów położenia zwierciadła wody (NG), wg wzoru:

$$kn = 1 - PG/SNG$$

gdzie: PG [m] - średnia miesięczna wartość głębokości zwierciadła wody, obliczona dla ostatniego miesiąca sprzed terminu sporządzenia prognozy,
SNG [m] - średnia z najniższych rocznych głębokość zwierciadła wody podziemnej dla okresu wielolecia

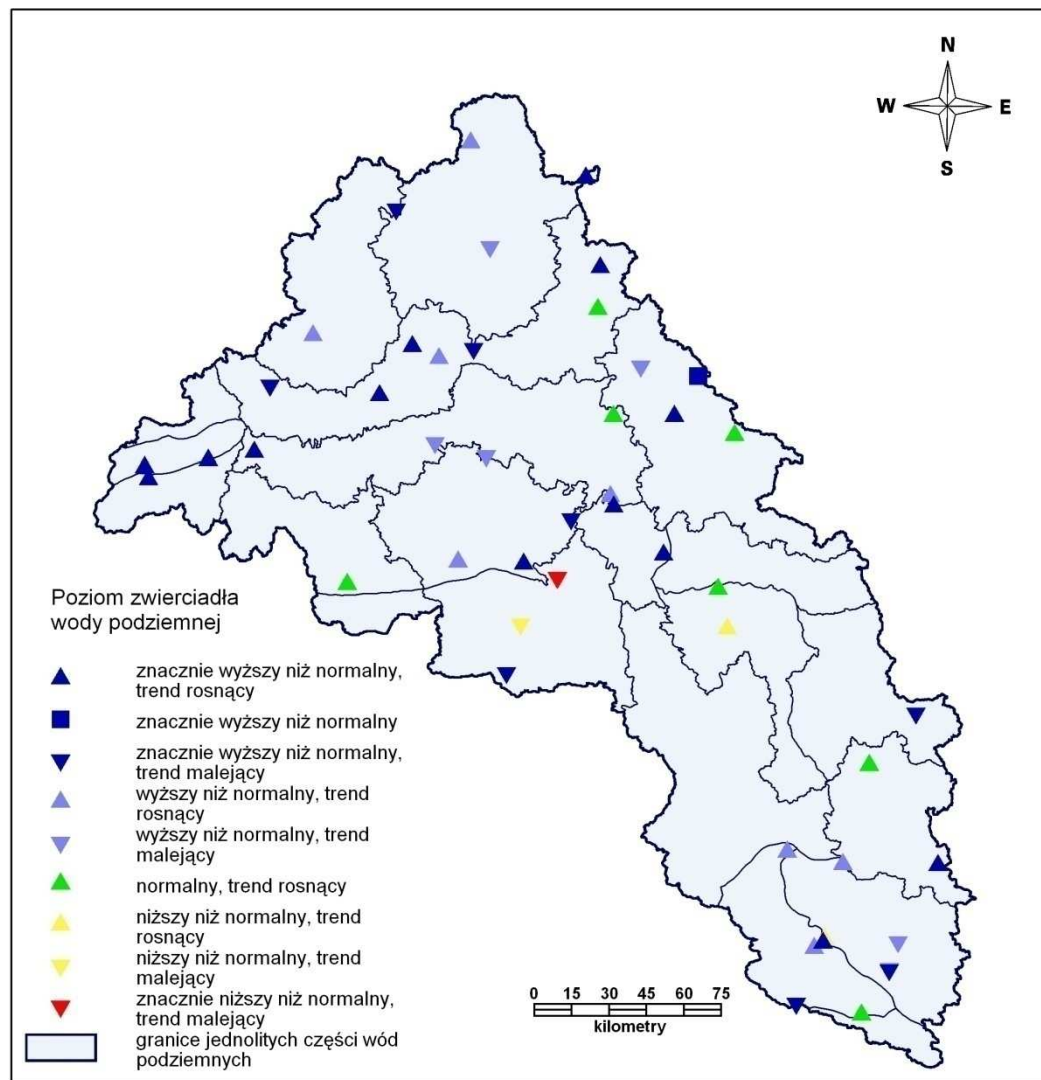
- **wskaźnik zmiany retencji (Rr)**, tj. poziomu rezerw odniesionych do najniższego zaobserwowanego w wieloleciu położenia zwierciadła wody (NG)

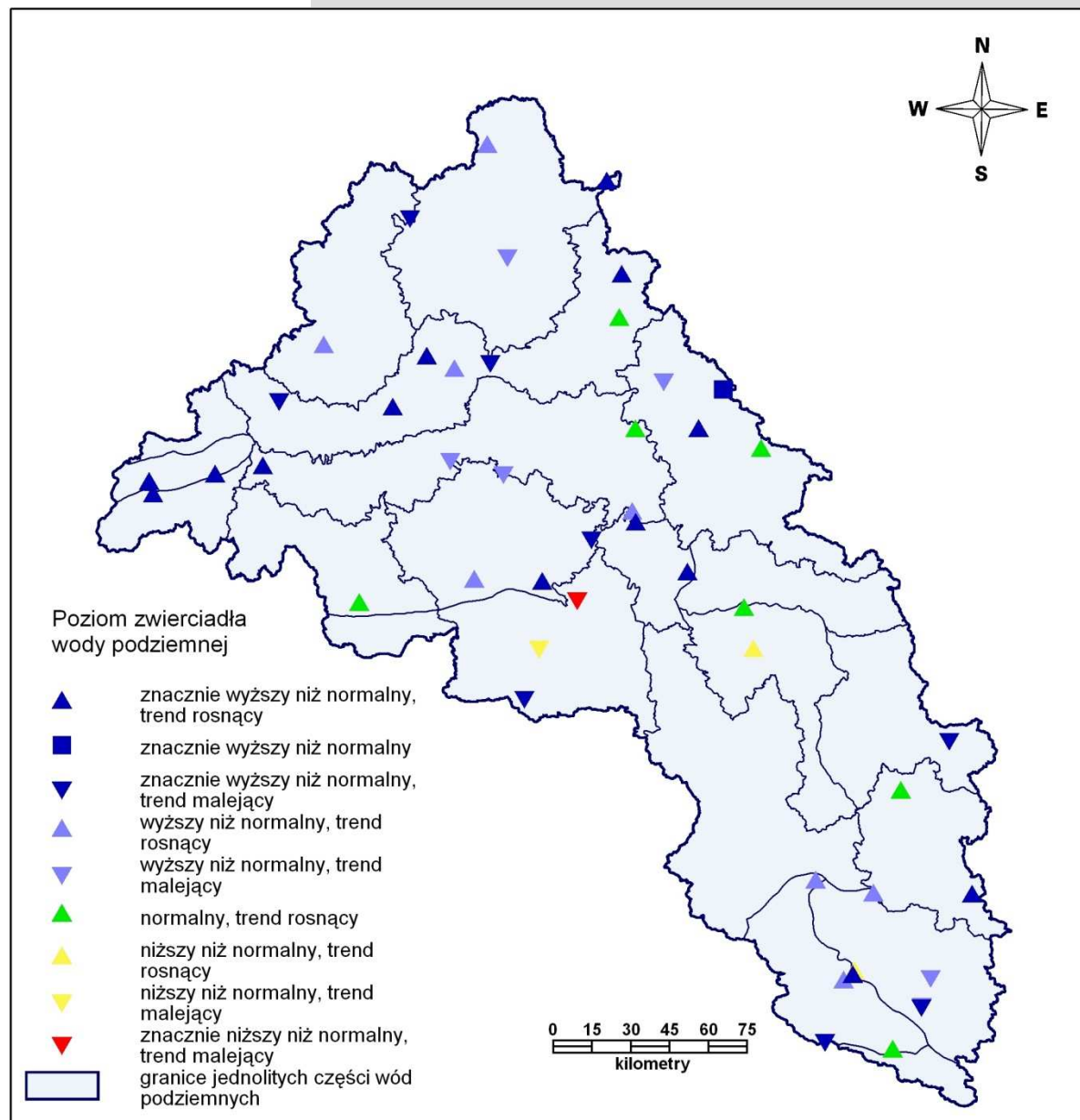
$$Rr = (NG - PG)/(NG - SSG)$$

gdzie: NG [m] – najniższa roczna wartość głębokości zwierciadła wody z okresu wielolecia,
PG [m] – średnia miesięczna prognozowana wartość głębokości zwierciadła wody, obliczona dla ostatniego miesiąca sprzed terminu sporządzenia prognozy,
SSG [m] – głębokość położenia zwierciadła wody, obliczona jako średni z wielolecia stan położenia zwierciadła wody

W trakcie testu analizowano kolejne miesiące roku 2011 na tle wielolecia 2000-2010. Przeanalizowano w ten sposób 48 punktów z obszaru zlewni Warty, czyli wszystkie czynne punkty z sieci badawczo-obszerwacyjnej PIG-PIB na tym terenie, których okres pomiarów był nie krótszy niż 11 lat.

Przykładowo przeanalizowano wyniki z miesiąca sierpnia 2011. Na 48 punktów poziom znacznie wyższy niż normalny stwierdzono w 48% punktów, poziom wyższy niż normalny – 29%, poziom normalny – 15%, poziom niższy niż normalny – 6%, a poziom znacznie niższy niż normalny jedynie w 2% punktów badawczych. Oznacza to, że w 92% punktów badawczych nie zaobserwowano przejawów suszy hydrogeologicznej i niedoborów wody podziemnej. Ponadto w 65% punktów stwierdzono trend podnoszenia się poziomu zwierciadła wody w stosunku do poprzedniego miesiąca, a w 33% punktów zjawisko odwrotne. W pozostałych punktach (2%) nie stwierdzono zmian





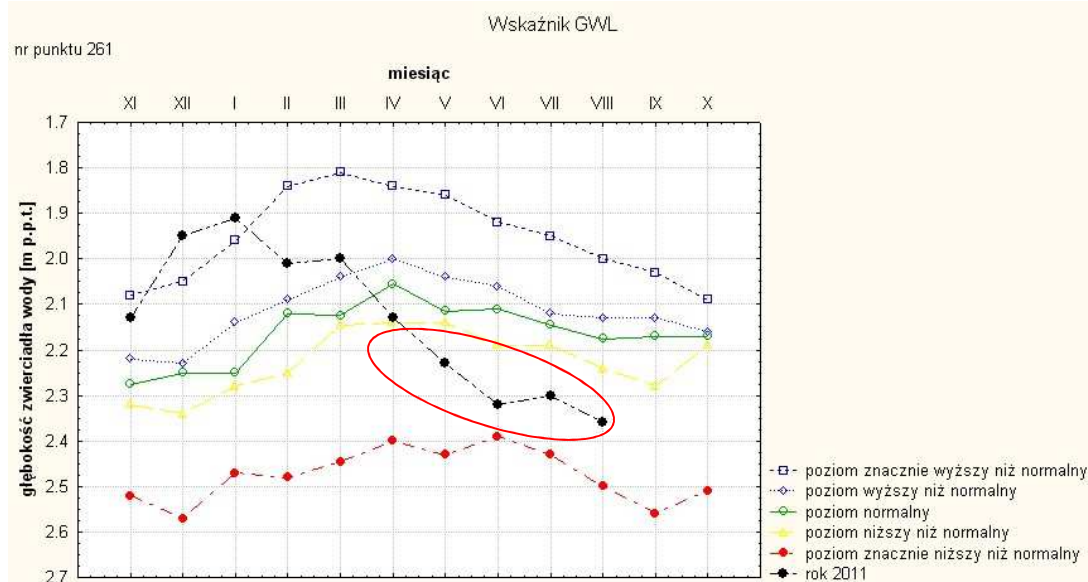
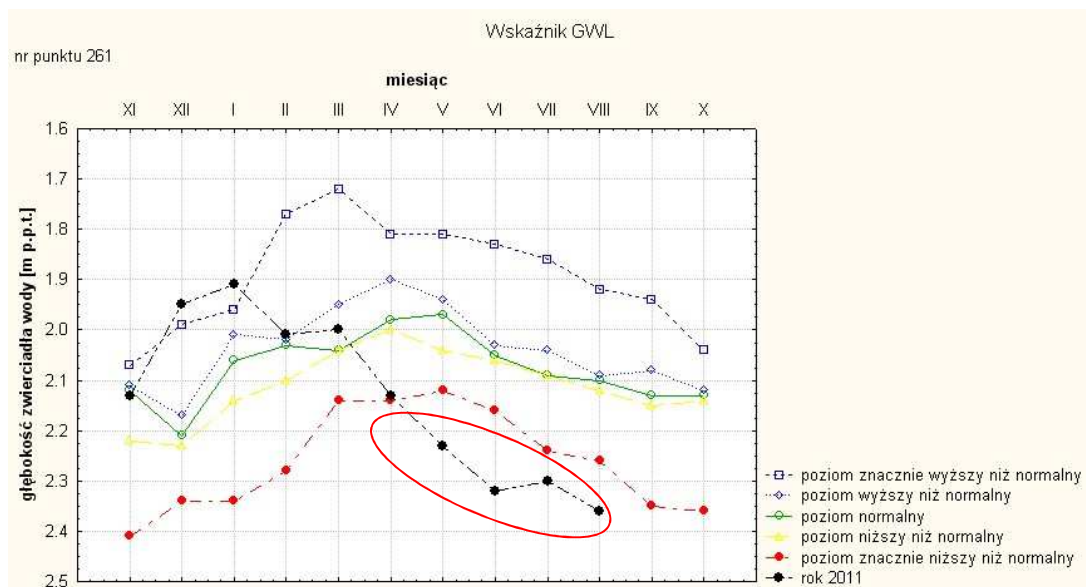
Dla podkreślenia wyników – jeszcze raz rycina z wynikami.

Poziom wód podziemnych w dorzeczu Warty w sierpniu 2011 roku w stosunku do wyników z lat 2000-2010; zaznaczono granice jednolitych części wód podziemnych; trójkąt skierowany ku górze – trend rosnący, kwadrat - sytuacja stabilna, trójkąt skierowany w dół – trend malejący; kolor granatowy oznacza poziom znacznie wyższy niż normalny, kolor niebieski oznacza poziom wyższy niż normalny, kolor zielony oznacza poziom normalny, kolor żółty oznacza poziom niższy niż normalny, kolor czerwony oznacza poziom znacznie niższy niż normalny.

Zmiana okresu obserwacji

Ponieważ metodyka unijna nie jest do końca dopracowana i zakłada jedynie, że okres pomiarów nie powinien być krótszy niż 10-11 lat, przeprowadzono też test dla dłuższego wielolecia o długości 22 lat, czyli 1988-2010 i również analizowano na tym tle rok 2011. Tym razem kryterium długości okresu pomiarów spełniało 11 punktów badawczych, na których wykonano test.

Na 11 punktów poziom znacznie wyższy niż normalny stwierdzono w 18% punktów, poziom wyższy niż normalny – 64%, poziom normalny – 9%, poziom niższy niż normalny – 9%, poziom znacznie niższy niż normalny nie stwierdzono. Oznacza to, że w 91% punktów badawczych nie zaobserwowano przejawów suszy hydrogeologicznej i niedoborów wody podziemnej. Ponadto w 82% punktów stwierdzono trend podnoszenia się poziomu zwierciadła wody w stosunku do poprzedniego miesiąca, a w 9% punktów zjawisko odwrotne. W pozostałych punktach (9%) nie stwierdzono zmian.

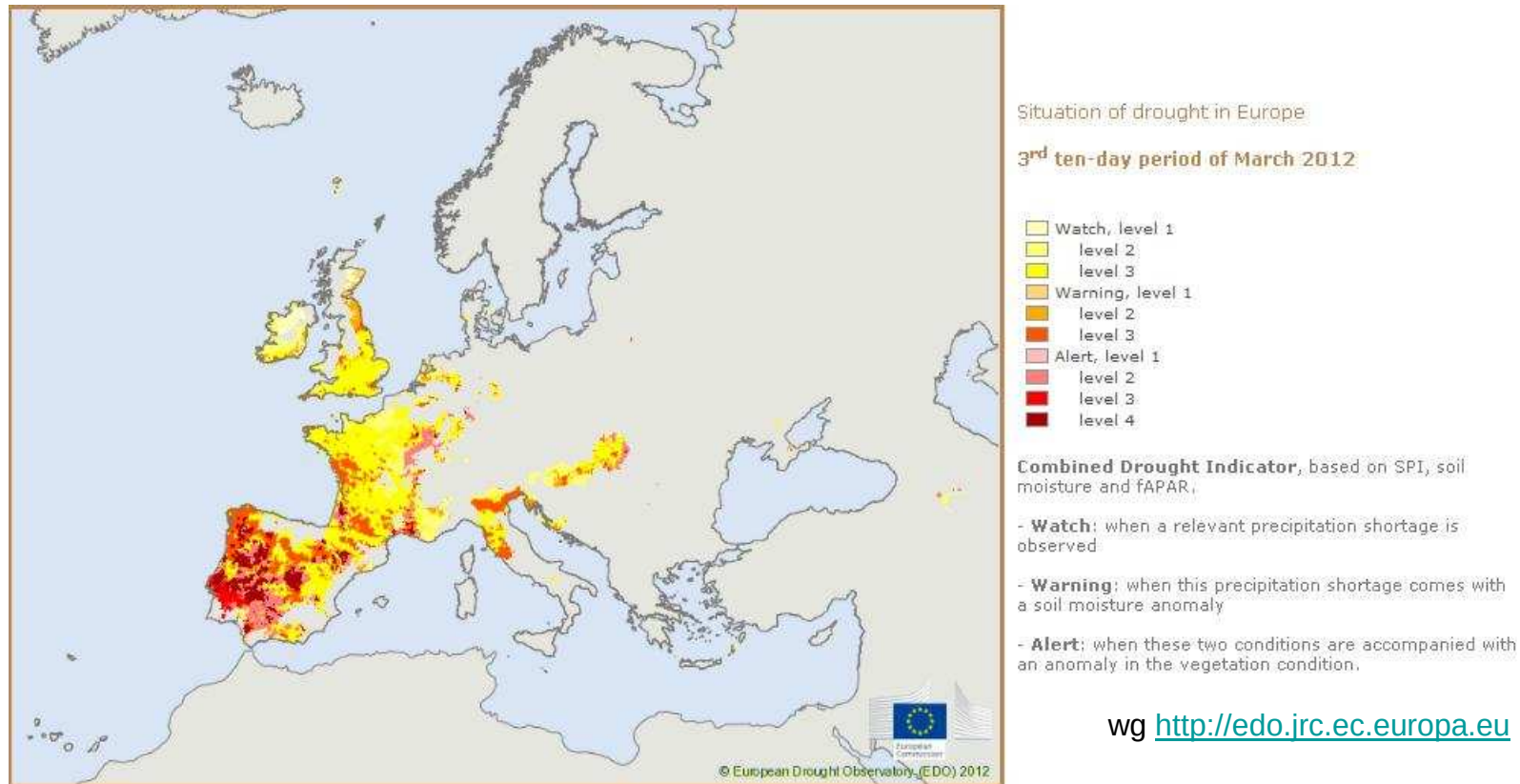


Zmiana wielolecia ma wpływ na wyniki interpretacji. Dla zobrazowania tego problemu przedstawiono obok wykresy powstałe z analizy danych z punktu II/261/1 w Środzie Wielkopolskiej.

Wyniki pomiarów głębokości zwierciadła wody z 2011 roku (kolor czarny) na tle danych z 11 (powyżej na rysunku) i 22 lat (poniżej na rysunku) obserwacji.

W przypadku analizowania wartości z 2011 roku na tle wyników z 11 lat wykres począwszy od kwietnia znajduje się w obszarze przedziału poziomów znacząco niższych niż normalne, a w przypadku analizy na tle wyników z 22 lat – znajduje się w przedziale poziomów niższych niż normalne w wieloleciu.

Susza w Europie



W latach 2010-2011 na terytorium Polski, w przeciwieństwie do znacznych obszarów Europy (m.in. Francja, Włochy, Holandia) zwierciadło wód podziemnych, układało się znacznie powyżej średniego poziomu z wielolecia 1990-2005 (Kazimierski i in., 2011, 2012). Znalazło to wyraźne odzwierciedlenie w wynikach uzyskanych w wykonanym teście.

Wnioski:

- ❑ Dążąc do porównywalności wyników z różnych punktów należy stosować w obliczeniach przedziałów ten sam okres wielolecia. Przy czym wydłużanie długości okresu pomiarów wpływa na „wygładzenie” i „spłaszczenie” wykresu obserwacji aktualnych zdarzeń na tle przedziałów wyliczonych z wielolecia.
- ❑ Powyższe założenie bardzo trudno spełnić ze względu na różne okresy obserwacji położenia zwierciadła wód podziemnych w państwach członkowskich UE.
- ❑ Poza wspomnianą kwestią długości wielolecia przedstawiona metodyka wymaga jeszcze wielu innych uściśleń. Wymienić tu można, niesprecyzowany, jak do tej pory, charakter zwierciadła punktów badawczych, które mają być uwzględniane w wyliczeniach, a także to czy obliczenia mają bazować jedynie na pierwszym zwierciadle wodonośnym czy nie.
W kontekście porównywalności w przyszłości otrzymywanych wyników z różnych krajów wydaje się konieczne doprecyzowanie tych szczegółów.

Dziękuję za uwagę

W przypadku pytań prosimy o kontakt z autorkami artykułu:

Jolanta.Cabalska@pgi.gov.pl

Agnieszka.Kowalczyk@pgi.gov.pl

Anna.Mikolajczyk@pgi.gov.pl