



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

państwowa służba geologiczna
państwowa służba hydrogeologiczna



AKTUALIZACJA METODYKI OCENY STANU JCWPD WRAZ Z OPRACOWANIEM METODYKI ANALIZY ODWRACANIA TRENDÓW ZANIECZYSZCZEŃ

ETAP III

Zadanie nr 12

Wykonano w ramach realizacji umowy nr 25/2018/F z dnia 12.07.2018 r.,
pt. *Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu*
jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2018–2021,
na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska:

Kierownik zadania

.....
mgr Dorota Palak–Mazur
nr up. V-1618

Kierownik tematu

.....
mgr Anna Rojek
nr up. V-1621



Warszawa, wrzesień 2020



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

ZAMAWIAJĄCY:



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA,
00-922 Warszawa, ul. Wawelska 52/54

WYKONAWCA:



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY,
00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4

Państwowa Służba Hydrogeologiczna
PROGRAM HYDROGEOLOGIA I ŚRODOWISKO

ZESPÓŁ AUTORSKI:

mgr Dorota Palak-Mazur

mgr Małgorzata Stojek

mgr Agnieszka Kowalczyk

mgr Anna Mikołajczyk

mgr Agnieszka Felter

mgr Karolina Piskorek

mgr Monika Połujan-Kowalczyk

mgr Elżbieta Przytuła

dr hab. Tatiana Solovey, prof. nadzw. PIG-PIB

mgr Rafał Janica

mgr Michał Galczak

mgr Tomasz Gidziński

mgr Jolanta Cabalska

mgr Anna Rojek

dr inż. Anna Kuczyńska

dr Lidia Razowska-Jaworek

dr Małgorzata Woźnicka

Skróty i wyrażenia wykorzystane w opracowaniu:

DWP	Dyrektywa Wód Podziemnych, dyrektywa 2006/118/WE
GWQS	norma jakości wód podziemnych, zgodnie z załącznikiem I Dyrektywy Wód Podziemnych
TV	wartość progowa dobrego stanu chemicznego
LOQ	granica oznaczalności
MWP	baza danych Monitoring Wód Podziemnych
NBL	zakresy tła hydrogeochemicznego
PIG-PIB	Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
PSH	państwowa służba hydrogeologiczna
RBD	dorzecze, z ang. river basin district
REF	norma referencyjna – wartości stężeń dla wskaźników chemicznych określone przepisami odrębnymi od przepisów dotyczących jakości wód podziemnych; może to być norma jakości dla wód pitnych lub wartości graniczne wskaźników jakości wód powierzchniowych
RDW	Ramowa Dyrektywa Wodna, dyrektywa 2000/60/WE
SOBWP	sieć obserwacyjno-badawcza wód podziemnych
UE	Unia Europejska
GIOŚ	Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
GIS	system informacji przestrzennej
GWB-TV	wartość progowa stanu dobrego, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148)
CV _{ELZPd-M_n}	wartość kryterialna dobrego stanu chemicznego wód podziemnych w teście C.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych (gdzie: M – wskaźnik zanieczyszczeń, n – typ siedliska)
CV _{RMZ}	wartość kryterialna dobrego stanu chemicznego wód podziemnych w teście C.5 – Ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294).
IMGW	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
IOŚ	Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy
JCWP	jednolite części wód powierzchniowych
JCWPd	jednolite części wód podziemnych

KZGW	Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej
MhP	Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000; baza danych MhP
MhP PPW	Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000. Pierwszy Poziom Wodonośny
MIDAS	System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych MIDAS
MPHP	Cyfrowa Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
MŚ	Minister Środowiska
MWP	baza danych Monitoring Wód Podziemnych
NFOŚiGW	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
PIG-PIB	Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
PMŚ	Państwowy Monitoring Środowiska
POB_rej	rzeczywisty pobór rejestrowany wód podziemnych
POBORY	baza danych POBORY
PSH	Państwowa Służba Hydrogeologiczna
RDW	Ramowa Dyrektywa Wodna, dyrektywa 2000/60/WE
SCWP	scalone części wód powierzchniowych
SCWPd	subczęść jednolitej części wód podziemnych
SDNW	stan dobry o niskiej wiarygodności
SDDW	stan dobry o dostatecznej wiarygodności
SDWW	stan dobry o wysokiej wiarygodności
SSNW	stan słaby o niskiej wiarygodności
SSDW	stan słaby o dostatecznej wiarygodności
SSWW	stan słaby o wysokiej wiarygodności
SJCWP	scalone, jednolite części wód powierzchniowych
UM	urząd marszałkowski
US	urząd statystyczny
ZD	zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (ustalone w jednostkach bilansowych w ramach dokumentacji hydrogeologicznej)
ZDG	zasoby zwykłych wód podziemnych dostępne dla zagospodarowania w JCWPd
ZP	zasoby perspektywiczne wód podziemnych (oszacowane na podstawie metod hydrologicznych)

SPIS TREŚCI

1.	Wstęp.....	13
2.	Podstawy prawne i metodyczne opracowania	15
2.1.	Prawne definicje stanu wód podziemnych.....	15
2.1.1.	Dyrektywy Unii Europejskiej	15
2.1.2.	Prawo krajowe	16
2.1.3.	Komentarz.....	18
2.2.	Wartości progowe	18
2.3.	Wytyczne z poradników Komisji Europejskiej	21
3.	Ocena stanu wód podziemnych.....	23
3.1.	Ocena stanu chemicznego.....	28
3.1.1.	Analiza tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych	28
3.1.2.	Test C.1 – Ogólna ocena stanu chemicznego	43
3.1.3.	Test C.2/I.2 – Ocena wpływu ingresji i ascenzji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych.....	50
3.1.4.	Test C.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych	56
3.1.5.	Test C.4 – Ochrona wód powierzchniowych.....	64
3.1.6.	Test C.5 – Ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi	73
3.2.	Ocena stanu ilościowego	79
3.2.1.	Analiza położenia zwierciadła wody	79
3.2.2.	Test I.1 – Bilans wodny	87
3.2.3.	Test I.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych	103
3.2.4.	Test I.4 – Ochrona wód powierzchniowych.....	111
4.	Podsumowanie i wnioski	118
5.	Literatura	121

Spis Tabel

Tabela 1.	Zestawienie wskaźników fizyczno-chemicznych z największą liczbą przekroczeń wartości progowej, na podstawie danych z monitoringu diagnostycznego w roku 2016 (Kuczyńska i in., 2019).....	20
Tabela 2.	Kryteria i zastosowanie poszczególnych rodzajów trendów w ocenie stanu JCWPd	33
Tabela 3.	Test C.1 – Kryteria oceny stanu i jej wiarygodności JCWPd	49
Tabela 4.	Wartości kryterialne wskaźników jakości wody podziemnej indykatorywnych dla oceny ingresji lub ascenzji wód słonych	51
Tabela 5.	Kryteria wiarygodności wyników testu C.2/I.2 – ocena wpływu ingresji i ascenzji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych	55
Tabela 6.	Proponowane ekologiczne wartości kryterialne stężeń wskaźników biogenych CV_{ELZPd} w wodzie podziemnej.....	62
Tabela 7.	Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście C.3.....	63
Tabela 8.	Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście C.4.....	72
Tabela 9.	Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście C.5.....	77
Tabela 10.	Szacowanie wiarygodności oceny punktowej – stwierdzenie czy reżim wód w danym punkcie jest pod wpływem istotnej, istotnie niekorzystnej antropopresji.....	85
Tabela 11.	Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście I.3.....	110
Tabela 12.	Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście I.4.....	116

Spis Rysunków

Rysunek 1.	Schemat procedury oceny stanu jednolitych części wód podziemnych	26
Rysunek 2.	Przykładowy wykres przedstawiający przebieg zmian stężeń wybranego wskaźnika	34
Rysunek 3.	Przykładowy wykres przedstawiający analizę przebiegu zmian stężeń znaczących rosnących wybranego wskaźnika	34
Rysunek 4.	Schemat – Analiza tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń wskaźników fizyczno-chemicznych w obszarze JCWPd.....	36
Rysunek 5.	Przykładowy wykres przedstawiający odwrócenie tendencji zmian stężeń wybranego wskaźnika Objaśnienia:	39
Rysunek 6.	Schemat przeprowadzenia analizy odwrócenia tendencji wartości wskaźników fizyczno-chemicznych.....	40
Rysunek 7.	Schemat testu C.1. – Ogólna ocena stanu chemicznego JCWPd	44
Rysunek 8.	Schemat oceny wpływu ingresji i ascencji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych	53
Rysunek 9.	Schemat testu C.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych	59
Rysunek 10.	Schemat testu C.4 – Ochrona wód powierzchniowych.....	67
Rysunek 11.	Wpływ udziału dopływu wód podziemnych – zanieczyszczonych płytkich i niezanieczyszczonych wgłębnych do rzeki na rejestrowaną wielkość stężeń i wielkość odpływu zanieczyszczeń ze zlewni podczas różnych stanów wody w rzece (wg Eurogeosurveys position paper)	70
Rysunek 12.	Schemat testu C.5 – Ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi, etap I – ocena stanu chemicznego w punktach monitoringowych	75
Rysunek 13.	Wykres zmian położenia głębokości zwierciadła wody podziemnej w czasie z naniesionymi czerwonym kolorem granicami stref stanów wahań wód na przykładzie jednego z punktów monitoringowych sieci obserwacyjno-badawczej PIG-PIB; strefa stanów niskich – kolor tła pomarańczowym; objaśnienia symboli w tekście	83
Rysunek 14.	Schemat wykonania analizy; cyfry w pomarańczowych kółkach odpowiadają numerom kroków według opisu w tekście.	86
Rysunek 15.	Mapa stanu udokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w Polsce (stan na dzień 31.12.2019 r.).....	91
Rysunek 16.	Schemat testu I.1 – Bilans wodny	93
Rysunek 17.	Schemat testu I.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych	106
Rysunek 18.	Schemat testu I.4 – Ochrona wód powierzchniowych.....	114

1. WSTĘP

Zgodnie z wytycznymi Ramowej Dyrektywy Wodnej i Dyrektywy Wód Podziemnych (2006/118/WE) kluczowym elementem polityki wodnej w kraju, jest systemowa analiza i ocena stanu wód podziemnych, mająca na celu ochronę i sukcesywną poprawę stanu zasobów wodnych kraju i Europy. Postawione w Ramowej Dyrektywie Wodnej (2000/60/WE) postulaty integracji wszelkich zasobów wodnych, łączących w skali dorzeczy wody powierzchniowe z podziemnymi, terenami podmokłymi oraz wodami przybrzeżnymi, wymogły zintegrowane myślenie, monitorowanie, ocenianie, zarządzanie i ochronę zasobów. Dotyczy to w szczególności rozpatrywania zasobów wodnych przez pryzmat integracji celów środowiskowych, jak i użytkowych wód, a więc połączenia potrzeb wszelkiego rodzaju użytkowników wód – ludności, środowiska naturalnego, jak również poszczególnych sektorów gospodarki kraju.

Zgodnie z wymogami RDW i DWP, ocena stanu wód podziemnych dokonywana jest w cyklu planistycznym. Analiza wyników monitoringu wód podziemnych jest podstawą do podejmowania decyzji dotyczących zarządzania zasobami wodnymi w kolejnym cyklu planistycznym. Ponadto, ocena stanu wód podziemnych dokonywana pod koniec bieżącego cyklu planistycznego jest też oceną efektywności programów działań, które w danym okresie podjęto w celu ochrony i polepszenia stanu wód. Uwzględniono również warunek powtarzalności proponowanego podejścia w kolejnych cyklach planistycznych.

Aby w pełni ocenić czy wymagania wobec wód podziemnych zostają spełnione, ocena stanu musi być procedurą wielokryterialną, analizującą osobno potrzeby poszczególnych użytkowników wód. Uwzględnienie wszystkich potrzeb nie jest zadaniem łatwym i wymaga dogłębnej analizy informacji często wybiegających poza zakres danych pochodzących z monitoringu wód podziemnych. Definiując procedurę oceny stanu wód podziemnych należy mieć na uwadze dostępność danych niezbędnych do wykonania analizy, częstotliwość ich uaktualniania, jak również ich jakość i wiarygodność.

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w ramach realizacji Etapu III umowy pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym pn. „*Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2018–2021*”.

Celem opracowania, zgodnie z zapisem powyższej umowy, jest przeprowadzenie aktualizacji metodyki oceny stanu JCWPd zawartej w opracowaniu „*Adaptacja metodyk przedstawionych w poradnikach UE dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych; opracowanie procedur i "makr" dla przeprowadzenia analiz, obliczeń i ocen*” z uwzględnieniem dostępności i jakości danych, na podstawie których przeprowadzona zostanie ocena stanu JCWPd. Konieczność aktualizacji metodyki oceny stanu JCWPd wynika ze zmian w zapisach prawa krajowego dotyczących kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, dostępności danych i potrzeby uszczegółowienia lub uzupełnienia poszczególnych testów klasyfikacyjnych i analizy wspierających. Wzięto także pod uwagę doświadczenia z przeprowadzania ocen stanu JCWPd wykonywanych w poprzednich cyklach planistycznych.

Rozbudowana została metodyka analizy trendów chemicznych uwzględniająca analizę odwracania trendów oraz metodyka analizy położenia zwierciadła wody. Zweryfikowane zostały także kryteria wiarygodności oceny stanu JCWPd w poszczególnych testach klasyfikacyjnych i oceny końcowej.

Zakres opracowania ściśle nawiązuje do Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148), wymagań wdrażania Dyrektywy 2000/60/WE (RDW) oraz Dyrektywy 2006/118/WE (DWP), z uwzględnieniem wytycznych Komisji Europejskiej przedstawionych w poradnikach unijnych, a w szczególności w poradniku „Guidance on groundwater status and trend assessment” (CIS Guidance Document No. 18). Opracowanie to ma zawierać wytyczne metodyczne do wykorzystania w realizacji pozostałych zadań umowy dotyczących wykonywania oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych.

Metodyka oceny stanu opracowana została przez zespół autorski pracowników państwowej służby hydrogeologicznej.

2. PODSTAWY PRAWNE I METODYCZNE OPRACOWANIA

Zgodnie z wytycznymi Zamawiającego, niniejsze opracowanie odnosi się do aktualnych przepisów prawa krajowego i unijnego. Zasadne wydaje się więc przytoczenie poszczególnych zapisów prawnych i definicji w nich zapisanych. Szereg definicji znajduje interpretację w odpowiednich poradnikach opracowywanych na zlecenie Komisji Europejskiej przez ekspertów pracujących nad interpretacją i implementacją RDW w krajach Unii Europejskiej, w ramach działalności tzw. working group C. Opracowywane przez grupę wytyczne oparte są na wiedzy i doświadczeniu krajów UE wynikających z wdrażania RDW. Ponieważ przepisy prawa krajowego ustalone zostały w konsekwencji implementacji dyrektyw europejskich, w pierwszej kolejności przedstawione są zapisy prawa europejskiego.

2.1. PRAWNE DEFINICJE STANU WÓD PODZIEMNYCH

2.1.1. DYREKTYWY UNII EUROPEJSKIEJ

Podstawowym aktem prawnym Unii Europejskiej dotyczącym szeroko pojętej polityki wodnej jest Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, zwana Ramową Dyrektywą Wodną (RDW, ang. WFD). Jednym z nadrzędnych celów Dyrektywy jest „zapewnianie stopniowego ograniczenia zanieczyszczenia wód podziemnych i zapobieganie ich dalszemu zanieczyszczaniu”, co jest realizowane przez szereg ustaleń dotyczących zasad zachowania dobrego stanu wód podziemnych.

„Stan wód podziemnych” jest definiowany w RDW jako stan „części wód podziemnych, wyznaczony przez gorszy ze stanów ilościowego lub chemicznego”. „Dobry stan ilościowy” wód podziemnych oznacza „stan określony w tabeli 2.1.2 załącznika V”, zaś „Dobry stan chemiczny wód podziemnych” oznacza stan chemiczny części wód podziemnych, który „spełnia wszystkie warunki wymienione w tabeli 2.3.2 załącznika V”.

Wskaźnikiem, który podlega pomiarom w celu określenia stanu ilościowego jest, według wspomnianej tabeli, poziom wód podziemnych. Stan dobry jest wtedy, gdy poziom ten „zapewnia nieprzekraczanie dostępnych zasobów wód podziemnych przy długoterminowej średniorocznej wartości poboru wód”. Takie przekroczenie mogłoby spowodować:

- znaczne obniżanie poziomu tych wód;
- niespełnienie celów środowiskowych przez powiązane wody powierzchniowe;
- szkody w powiązanych ekosystemach lądowych;
- intruzję wód słonych.

Osiągnięcie dobrego stanu chemicznego wód podziemnych wymaga (według załącznika V, tabela 2.3.2) pomiarów przewodności oraz elementów „ogólnych”, tj. szeregu parametrów fizyczno-chemicznych, wskazanych w aktach pochodnych względem RDW. Podobnie jak przy dobrym stanie ilościowym, do osiągnięcia dobrego stanu chemicznego jest wymagane, aby stężenie zanieczyszczeń nie spowodowało:

- niespełnienia celów środowiskowych przez powiązane wody powierzchniowe;

- szkody (tj. obniżenia jakości chemicznej lub ekologicznej) w powiązanych ekosystemach lądowych;
- intruzji wód stonych.

Istotnym kryterium osiągnięcia dobrej jakości chemicznej wg RDW jest wymaganie, aby stężenia zanieczyszczeń nie przekraczały „norm jakości mających zastosowanie na mocy właściwego prawodawstwa wspólnotowego zgodnie z art. 17”, który to definiuje „Strategie zapobiegania i ochrony przed zanieczyszczeniem wód podziemnych” i zawiera wezwanie do podjęcia działań, mających na celu zapobieżenie zanieczyszczaniu wód podziemnych (tworzenie programów działań). Odpowiedzią na to wezwanie było przyjęcie w 2006 roku Dyrektywy 2006/118/WE w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (DWP, ang. GWD). Celem tej dyrektywy jest uzupełnienie przepisów RDW oraz ustanowienie szczególnych środków, obejmujących także kryteria oceny dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Ocenę wykonuje się dla wszystkich JCWPd uznanych za zagrożone, a jej wyniki publikuje się w planach gospodarowania wodami na obszarze dorzeczy. Zgodnie z zapisami Dyrektywy (art. 3) w celu oceny stanu chemicznego należy zbadać poziom zanieczyszczeń i porównać wynik z wartością progową. Wartość ta albo podana jest wprost (załącznik I DWP), albo musi zostać ustalona przez Państwa Członkowskie. W Dyrektywie podanych jest szereg zaleceń dotyczących tego, jakie zanieczyszczenia należy wziąć pod uwagę oraz jak ustalić dla nich dopuszczalne wartości progowe. Zgodnie z tymi zaleceniami, substancje, które powinny być badane, to te, które zidentyfikowano jako „przyczyniające się do uznania jednolitej części wód podziemnych (...) za zagrożoną”. Konieczne jest także uwzględnienie wpływu stanu wód podziemnych na „sąsiadujące wody powierzchniowe i ekosystemy naziemne oraz tereny podmokłe będące bezpośrednio zależne od nich”. Minimalny wykaz zanieczyszczeń oraz wskaźników zanieczyszczeń, których badanie musi zostać rozważone przez każde Państwo Członkowskie zawarty jest w załączniku II, część B i obejmuje 9 pozycji oraz przewodność elektrolityczną właściwą (której pomiar jest nakazany przez RDW). Dyrektywa 2006/118/WE podaje także jak powinna odbywać się „procedura oceny stanu chemicznego wód podziemnych”. Przede wszystkim, procedura powinna opierać się na wynikach z reprezentatywnego monitoringu wód podziemnych. W sytuacji, gdy warunki z RDW i DWP są spełnione w każdym punkcie obserwacyjnym w danej jednolitej części wód podziemnych, to tę część uważa się za będącą w dobrym stanie chemicznym. W sytuacji, gdy warunki z DWP są przekroczone w jednym lub wielu punktach, nadal możliwe jest uznanie JCWPd za będącą w stanie dobrym, ale taka diagnoza musi być wydana przy zachowaniu szeregu warunków, opisanych w załączniku III DWP.

2.1.2. PRAWO KRAJOWE

W chwili aktualizacji opracowania obowiązującym przepisem prawa krajowego określającym zasady oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych było Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148). W odniesieniu do oceny stanu chemicznego, Rozporządzenie określa pięć klas jakości wód podziemnych. Kryterium wydzielenia są stężenia wskaźników fizyczno-chemicznych, których obecność w wodzie może być lub jest wynikiem wpływu działalności człowieka. Dopuszczalne jest przekroczenie wartości stężenia progowego dobrego stanu chemicznego wskaźników fizyczno-chemicznych w sytuacji, gdy wynika to z przebiegu naturalnych procesów hydrogeochemicznych. Rozporządzenie odróżnia ocenę dokonaną dla punktu pomiarowego od oceny dla jednolitej części wód podziemnych. Ocena dla punktu jest wynikiem porównania wyniku pomiaru (lub

średniej wyników, jeśli zachodzi wiele pomiarów w ciągu roku) z wartościami granicznymi – przy czym dopuszczalne jest przekroczenie wartości granicznej i pozostanie w dobrej (niższej) klasie, jeśli łącznie spełnione są 3 warunki:

- przekroczenie jest spowodowane naturalnymi procesami;
- przekroczenie nie dotyczy jednego z 25 elementów wskazanych jako niebezpieczne dla zdrowia ludzi;
- stężenie wskaźnika mieści się w kolejnej niższej klasie jakości.

W załączniku do rozporządzenia podane są wartości graniczne dla 55 wskaźników – wartości te decydują, do jakiej klasy jakości woda jest zakwalifikowana.

Ocena przeprowadzona w odniesieniu do JCWPd polega na określeniu jej stanu chemicznego. Rozporządzenie definiuje dwa stany chemiczne wód podziemnych: dobry i słaby, przy czym za granicę stanu dobrego ustalono granicę III klasy jakości wód, którą jest jednocześnie wartość progowa dobrego stanu wód podziemnych (TV). Dodatkowo, sformułowano ogólne kryteria, według których stan dobry osiągnąć jest wtedy, gdy:

- nie stwierdzono dopływu wód słonych lub „innych wód o jakości zagrażających zanieczyszczeniem”;
- „stężenia substancji zanieczyszczających nie przekraczają standardów jakości ustalonych (...) w przepisach odrębnych”;
- nie zachodzi obniżenie jakości w powiązanych z wodami podziemnymi wodach powierzchniowych lub ekosystemach lądowych.

Dalej w rozporządzeniu stwierdza się, że stan chemiczny JCWPd może być określony jako dobry nawet przy przekroczeniu wartości progowych, ale gdy spełniony jest jeden z warunków:

- przekroczenie jest spowodowane naturalnymi procesami;
- przekroczenie nie stanowi ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych;
- skutki przekroczenia stężenia progowego w odniesieniu do wód ujmowanych w celu zaopatrzenia ludności w wody do spożycia mogą być zniwelowane przez odpowiednie jej uzdatnianie.

W odniesieniu do oceny stanu ilościowego JCWPd, rozporządzenie definiuje, że należy jej dokonać w oparciu o ustalenie wielkości rezerw zasobów wód podziemnych poprzez porównanie średniego wieloletniego poboru rzeczywistego z wielkością dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych oraz interpretację położenia zwierciadła wód podziemnych. Interpretacja powinna doprowadzić do ustalenia, czy na skutek działalności człowieka:

- zagrożone są powiązane z wodami podziemnymi wody powierzchniowe;
- zagrożone są powiązane z wodami podziemnymi ekosystemy lądowe;
- występuje znaczne obniżenie zwierciadła wód podziemnych;
- następują zmiany kierunku przepływu mogące powodować napływ wód słonych lub innych.

Dobry stan ilościowy określa się, gdy „zasoby dostępne do zagospodarowania są wyższe od średniego wieloletniego rzeczywistego poboru z ujęć wód podziemnych” i interpretacja wyników badań położenia zwierciadła nie prowadzi do wniosków, że zachodzi któraś z 4 sytuacji opisanych powyżej. Zły stan ilościowy zachodzi gdy nie spełniony jest któryś z powyższych warunków.

2.1.3. KOMENTARZ

Ramowa Dyrektywa Wodna akcentuje konieczność rozpatrywania zasobów wodnych nie jako jednego ze składników środowiska naturalnego, lecz jako dynamiczny proces obiegu wody w przyrodzie. Stąd też RDW, zamiast określać sztywne ramy ograniczające stan wód podziemnych, podaje kryteria środowiskowe lub funkcyjne, jakie muszą te wody spełnić w poszczególnych jednostkach – jednolitych częściach wód podziemnych.

Zgodnie z założeniami RDW i DWP ocena stanu wód podziemnych jest wypadkową dwóch równoległe do siebie przeprowadzonych ocen, mianowicie oceny stanu chemicznego i ilościowego. Konieczne jest jednak zwrócenie uwagi na fakt, że zarówno w przypadku oceny stanu chemicznego, jak i stanu ilościowego, nacisk kładzie się na ocenę skutków przekroczenia wartości progowych wskaźników zanieczyszczeń lub obniżenia zwierciadła wody poprzez analizę wzajemnych oddziaływań pomiędzy wodami podziemnymi i powierzchniowymi oraz ekosystemami lądowymi od wód podziemnych zależnymi. Tym samym, podstawą oceny stanu chemicznego wód podziemnych powinna być nie tylko analiza właściwości fizyczno-chemicznych wód podziemnych w kontekście tła hydrogeochemicznego, lecz analiza wpływu jakości wód podziemnych na wody powierzchniowe oraz ekosystemy zależne od wód podziemnych, uwzględniająca opóźnienie czasowe związane z powolnym przepływem wód podziemnych. Podobnie w przypadku oceny stanu ilościowego, analiza bilansu wodnego oraz zmian położenia zwierciadła wody powinna być rozpatrywana w kontekście spełnienia potrzeb wszystkich użytkowników wód, w tym również i co jest bardzo ważne – potrzeb środowiskowych.

2.2. WARTOŚCI PROGOWE

Ze względu na szeroko zakrojoną presję rolniczą, którą zidentyfikowano w krajach Unii dużo wcześniej zanim ustanowiono RDW, szczególny nacisk przy ocenie stanu wód podziemnych kładziony jest na związki odzwierciedlające tę presję, tj. azotany i pestycydy. Dla tych dwóch wskaźników Unia zdecydowała określić sztywne granice stężeń, tzw. normy jakości wód podziemnych (załącznik I Dyrektywy Wód Podziemnych 2006/118/WE), których przekroczenie wskazuje na zanieczyszczenie wód podziemnych. Ponadto, RDW nakazuje określić tzw. wartości progowe dla tych substancji, które na etapie wstępnej charakterystyki jednolitych części wód podziemnych i analizy presji na wody podziemne uznane zostały jako zanieczyszczenia wód podziemnych. Konsekwencje przekroczenia norm jakości wód podziemnych i wartości progowych są identyczne. W DWP wskazano dziesięć wskaźników, dla których należało rozważyć ustalenie tzw. wartości progowych dobrego stanu (arsen, kadm, ołów, rtęć, jony amonowe, jony chlorkowe, jony siarczanowe, tri chloroetylen, tetra chloroetylen i przewodność elektrolityczna właściwa). Normy jakości i wartości progowe są wykorzystywane przy ocenie stanu chemicznego wód podziemnych JCWPd oraz analizie tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń. Zgodnie z zapisem art. 4 pkt. 2 c) RDW, zarówno normy jakości wód podziemnych jak i wartości progowe są traktowane jako stężenie, których przewyższenie powinno inicjować dalsze badania mające na celu sprawdzenie czy wszystkie kryteria oceny stanu wód podziemnych opisane w załączniku V RDW są spełnione. Tak więc norm jakości i wartości progowych nie należy traktować jako granicę pomiędzy dobrym i słabym stanem wód podziemnych, lecz jako element składowy tej oceny.

W Polsce przyjęto dość obszerną listę 55 wskaźników zanieczyszczeń dla których wyznaczono wartości progowe. Lista ta zawiera wszystkie wskaźniki wskazane przez RDW i DWP. Lista 55 wskaźników dla których

wyznaczono wartości progowe w pełni obejmuje elementy presji antropogenicznej mogącej wywierać negatywny wpływ na wody podziemne.

Wg aktualnej metodyki oceny stanu chemicznego wód podziemnych (Kuczyńska i in., 2015), oprócz wartości progowych dobrego stanu chemicznego, w poszczególnych testach klasyfikacyjnych, wykorzystywane są również ustalane indywidualnie tzw. wartości kryterialne (CV – Criterion Value). W teście C5 – ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi wartości kryterialne odpowiadają maksymalnym dopuszczalnym wartościom stężeń substancji określonym w załączniku do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, Dz.U. 2017 poz. 2294). W teście C3 – ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych wartość kryterialna stężenia NO_3 , w zależności od typu siedliska, ustalono od 13 do 26 mg NO_3/l , a więc niższą od wartości progowej. Natomiast w teście C.2/I.2 Ocena wpływu ingresji i ascencji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych ustalono, że wartości kryterialne stanowią 75% wartości progowych dobrego stanu chemicznego wód podziemnych.

Warto w tym miejscu wspomnieć również o opracowanym w 2019 r. na zlecenie GIOŚ, raporcie dotyczącym weryfikacji kryteriów oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych (Kuczyńska i in., 2019), którego celem było opracowanie nowych zakresów tła hydrogeochemicznego oraz propozycji nowych wartości granicznych elementów fizyczno-chemicznych w klasach jakości dla punktów pomiarowych oraz wartości progowych dobrego stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych.

Celem tego opracowania była weryfikacja kryteriów oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych, uwzględniająca opracowanie propozycji nowych wartości naturalnego tła hydrogeochemicznego elementów fizyczno-chemicznych stanu wód podziemnych, wartości granicznych elementów fizyczno-chemicznych w klasach jakości dla punktów pomiarowych oraz wartości progowych dobrego stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych.

Tło hydrogeochemiczne określone w tym opracowaniu jest naturalnym tłem hydrogeochemicznym, opartym na współczesnych wynikach badań monitoringowych, z wykluczeniem, w miarę możliwości, danych pochodzących z obszarów oddziaływania presji antropogenicznej. Wyznaczone wartości tła oznaczają przedziały stężeń substancji, lub wartości wskaźników, charakterystyczne dla występowania wód podziemnych w warunkach naturalnych niezmienionych, lub w bardzo nieznacznym stopniu zmienionych, działalnością człowieka.

Dla wskaźników oznaczanych w terenie oraz nieorganicznych opracowano trzy warianty wartości progowych dobrego stanu chemicznego, uwzględniające poziomy tła hydrogeochemicznego oraz właściwości poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych. W wariantie pierwszym wartości progowe ustalono na poziomie górnej granicy tła hydrogeochemicznego. W wariantie II wartość progowa stanowi ok. 130% tła hydrogeochemicznego. W wariantie III wyszczególniono łącznie cztery grupy wskaźników o różnych właściwościach i szkodliwości dla zdrowia człowieka i środowiska, dla których wypracowano różne wartości progowe stanowiące 100, 130 lub 170% granicy tła hydrogeochemicznego.

Zaproponowane zmiany w wartościach progowych wskazują znaczące zmiany w stosunku do obecnie obowiązujących wartości progowych. We wszystkich zaproponowanych wariantach wyraźnie kształtują się tendencje zaostrzające wartości progowe w przypadku istotnych wskaźników zanieczyszczeń takich jak

azotany, azotyny, chlorki, siarczany, beryl, chrom, kadm, antymon, bar, bor, cyjanki, cyna, fluorki, kobalt, miedź, molibden, nikiel, ołów, rtęć, sód, srebro, tal, tytan, uran, wanad. Mniej restrykcyjnie proponuje się podejść do wskaźników geogenicznych, dla których w większości przypadków zaproponowano podwyższenie wartości progowych, bądź pozostawienie ich na dotychczasowych poziomach. Dotyczy to między innymi takich wskaźników jak żelazo, wodorowęglany, węgiel organiczny, wapń, potas, jon amonowy.

Uzyskane w opracowaniu wartości progowe oparte na tle hydrochemicznym urealniają identyfikację oddziaływania presji na jakość wód podziemnych a przeprowadzona symulacja oceny punktowej na danych w 2016 r. wskazuje na wzrost liczby punktów, w których stan jakości wód podziemnych określić należy jako słaby. Istotne w tej symulacji jest również to, że w dziesiątce każdego z wariantów najwięcej przekroczeń wartości progowej mają następujące wskaźniki: NO₃, Cl, pH, SO₄, NH₄, O₂, B, PEW, K, Ca, NO₂, Na i Be. Zestaw wskaźników z największą liczbą przekroczeń wartości progowej wg aktualnego Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148) jest znacząco inny (Tabela 1). Azotany, które w każdej z symulacji są z największą liczbą przekroczeń wartości progowej tu są dopiero na szóstej pozycji.

Tabela 1. Zestawienie wskaźników fizyczno-chemicznych z największą liczbą przekroczeń wartości progowej, na podstawie danych z monitoringu diagnostycznego w roku 2016 (Kuczyńska i in., 2019).

Lp	Wskaźnik	Liczba punktów z przekroczoną wartością progową stanu dobrego – wariant I	Wskaźnik	Liczba punktów z przekroczoną wartością progową stanu dobrego – wariant II	Wskaźnik	Liczba punktów z przekroczoną wartością progową stanu dobrego – wariant III	Wskaźnik	Liczba punktów z przekroczoną wartością progową stanu dobrego – wg RMGMIŻ z dn. 11 października 2019 r. (Dz.U. 2019 poz. 2148).
1	NO ₃	247	NO ₃	210	NO ₃	130	O ₂	554
2	Cl	126	Cl	69	Cl	69	Fe	198
3	pH	96	O ₂	64	O ₂	64	NH ₄	82
4	SO ₄	94	NO ₂	59	B	58	pH	79
5	NH ₄	90	B	58	NH ₄	57	K	73
6	O ₂	89	NH ₄	57	SO ₄	51	NO ₃	65
7	B	88	K	57	Na	47	Mn	49
8	PEW	85	SO ₄	51	Be	45	TOC	43
9	K	73	Na	47	K	42	SO ₄	29
10	Ca	68	PEW	39	PEW	39	Na	27

Ten krótki opis uzyskanych w opracowaniu „Weryfikacja kryteriów oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych” (Kuczyńska i in., 2019), pokazuje wyraźnie, że konieczna jest aktualizacja wartości progowych. Jak wspomniano wcześniej, niezależnie od przyjętego ostatecznie wariantu, wyznaczone w opracowaniu wartości progowe urealniają identyfikację oddziaływania presji na jakość wód podziemnych. Nie mniej jednak, aktualizacja wartości progowych jest decyzją strategiczną i powinna zostać poprzedzona szerszą dyskusją określającą długofalową strategię ochrony jakości wód na poziomie krajowym oraz działań, jakie Państwo polskie jest w stanie wdrożyć w celu poprawy bądź utrzymania jej jakości na określonym poziomie.

2.3. WYTYCZNE Z PORADNIKÓW KOMISJI EUROPEJSKIEJ

Europejskie regulacje prawne podają definicje i kryteria jakie muszą być spełnione, aby stan badanej jednolitej części wód podziemnych można było zaklasyfikować jako dobry. Sposób, w jaki poszczególne kraje Unii wykażą, że te kryteria są spełnione, jest dowolny. Niemniej jednak, w celu zapewnienia spójności we wdrażaniu założeń RDW i DWP w krajach Wspólnoty, pod auspicjami Komisji Europejskiej opracowywane są przez ekspertów Unii Europejskiej poradniki z zakresu realizacji poszczególnych zadań i założeń dyrektyw RDW i DWP. W odniesieniu do oceny stanu wód podziemnych powstało wiele poradników europejskich, m.in.:

1. Common Implementation Strategy for The Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 18. Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment (Technical Report – 2009 – 026);
2. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and the Floods Directive. Technical report on groundwater quality trend and trend reversal assessment. Procedures applied by Member States for the first RBMP cycle – January 2019;
3. Common Implementation Strategy for The Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical Report No. 6. Technical Report on Groundwater Dependent terrestrial Ecosystems (Technical Report – 2011 – 056).

Pierwszy z powyższych poradników w sposób szczegółowy przedstawia metodykę oceny stanu wód podziemnych. Mając na uwadze kryteria dobrego stanu wód podziemnych podane w załączniku V RDW, opracowana metodyka polega na analizie kryterialnej, odnoszącej się do każdego z podanych kryteriów osobno, sprawdzając, czy zostało ono spełnione czy nie. Powstała w ten sposób metodyka oparta na tzw. testach klasyfikacyjnych ukierunkowanych na tzw. odbiorcę/użytkownika wód (tzw. receptora), czyli albo wody powierzchniowe, albo ekosystemy, itd. Mając na uwadze poszczególne kryteria dobrego stanu chemicznego i ilościowego, poradnik przedstawia 5 testów klasyfikacyjnych dla oceny stanu chemicznego i 4 testy klasyfikacyjne dla oceny stanu ilościowego. Każdy z testów przeprowadza się niezależnie od pozostałych testów i może jako wartość końcową przyjąć wynik 'dobry' lub 'słaby'. Procedura ta wymaga, by osobno ocenić stan chemiczny i stan ilościowy wód podziemnych, zaś ostateczna ocena stanu wód podziemnych w jednostce przyjmuje gorszy wynik obu testów. Ocena stanu jednolitej części wód podziemnych w rozumieniu RDW i DWP jest wyrывkową kontrolą środowiska wodnego w określonych odstępach czasu. Należy mieć też na uwadze, że ocena stanu nastawiona jest głównie na zidentyfikowanie wielkoobszarowych zagrożeń i ich wpływu na środowisko wodne (ocena skutków), w związku z czym pomimo ogólnej klasyfikacji stanu JCWPd jako o stanie dobrym może w danej jednostce istnieć ognisko zanieczyszczeń/ujęcie wody mające negatywny skutek na zasoby wód podziemnych o zasięgu lokalnym, nie mające znaczenia w skali całej JCWPd. Aktualnie obowiązująca metodyka oceny stanu JCWPd (Kuczyńska i in., 2015) bazuje na założeniach przytoczonego poradnika.

Warto również tutaj poddać analizie wartości kryterialne ustalane dla testów klasyfikacyjnych. Zgodnie z wytycznymi Guidance Document No. 18. *Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*, wartości kryterialne dla każdego testu klasyfikacyjnego powinny być ustalane indywidualnie na podstawie potrzeb i wymogów poszczególnych odbiorców, np. w teście klasyfikacyjnym analizującym wpływ jakości wód podziemnych na jakość wód powierzchniowych, wartości kryterialne dobrego stanu wód podziemnych

powinny być pochodną wartości progowej dobrego stanu wód powierzchniowych, po uwzględnieniu działania takich czynników jak rozcieńczenie, dyspersja i procesy samooczyszczania. W przypadku testu dotyczącego ochrony wód pitnych – wartości kryterialne powinny odpowiadać stężeniom, jakie uznaje się za maksymalne dopuszczalne wartości zgodnie z RMZ 466 z dn. 10 kwietnia 2010 r. zmieniające Rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Sposób, w jaki dane z monitoringu wód podziemnych będą wykorzystane i porównane z wartościami kryterialnymi w poszczególnych testach klasyfikacyjnych, tzn. czy będą dotyczyć danych zagregowanych czy punktowych, zależy od struktury poszczególnego testu. Wartości kryterialne będą szczegółowo omawiane przy opisie poszczególnych testów klasyfikacyjnych. Zgodnie z sugestią/propozycją autorów Guidance Document No. 18. *Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*, każdy test powinien zostać również oceniony pod kątem wiarygodności jego wyników.

Drugi poradnik został opracowany w ramach współpracy państw członkowskich, krajów EFTA i innych zainteresowanych stron, w tym Komisji Europejskiej. Dokument ten koncentruje się wyłącznie na ocenie trendów i odwróceniu trendów w wodach podziemnych i ma na celu ułatwienie wdrożenia dyrektywy 2000/60/WE. Istotnym elementem tego dokumentu są propozycje i przykłady identyfikacji, monitorowania, oceny i potrzeby wdrożenia wszelkich niezbędnych środków w celu odwrócenia znaczących i utrzymujących się tendencji wzrostowych stężeń zanieczyszczeń wód podziemnych w częściach lub grupach części wód podziemnych. Określenie metodyki odwrócenia znaczących i utrzymujących się tendencji wzrostowych stężeń zanieczyszczeń wód podziemnych jest jednym z ważniejszych wymogów RDW (2000/60/WE) oraz dyrektywy DWP (2006/118 / WE).

Istotnym elementem tego opracowania jest przegląd prac poszczególnych państw nad oceną trendów i ich odwróceniu. Wykazano, że większość państw członkowskich zdecydowała się na zastosowanie metod statystycznych, ale stosowane metody różnią się znacznie między kolejnymi cyklami wodnymi, w zależności od długości rozważanych szeregów czasowych lub zastosowanej metodologii odwrócenia trendu.

Trzeci poradnik, Common Implementations Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), 2011 – Technical report No. 6: Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems, uszczegóławia procedurę testu klasyfikacyjnego odnoszącego się do badania zależności pomiędzy wodami podziemnymi i ekosystemami lądowymi zależnymi od wód podziemnych. Złożoność tej zależności oraz samych ekosystemów spowodowała, że niemal we wszystkich krajach wspólnoty pojawiły się problemy z wykonaniem oceny wpływu wód podziemnych na jakość ekosystemów, co zainicjowało wspólne opracowanie metodyki dla tego testu.

3. OCENA STANU WÓD PODZIEMNYCH

Proponowana w niniejszym opracowaniu metodyka oceny stanu wód podziemnych stanowi aktualizację metodyki oceny stanu JCWPd opracowanej przez PIG-PIB w roku 2015 i wykonana/sporządzona została w nawiązaniu do aktualnie obowiązujących formalnych wytycznych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148) oraz w unijnych dyrektywach w zakresie gospodarowania i ochrony wód. Podczas pracy uwzględniono również wieloletnie doświadczenia metodyczne i wyniki z dotychczasowych opracowań i publikacji z zakresu ocen stanu wód podziemnych w JCWPd (Herbich i in., 2007; Hordejuk i in., 2007, 2008; Kuczyńska, Hordejuk, 2010; Kuczyńska, 2010; Mitrega i in., 2010; Gałkowski i in., 2011, 2012a, 2012b; Palak i in., 2011, Kuczyńska i in. 2013, Kuczyńska i in. 2017). Metodyka oparta jest w dużym stopniu na wytycznych proponowanych przez Komisję Europejską (CIS Guidance Document No.18; CIS Technical Report No. 1; CIS Technical Report No. 6, UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive Paper 11b(i) Groundwater Chemical Classification for the purposes of the Water Framework Directive and the Groundwater Directive. 2019) z uwzględnieniem specyfiki danych pomiarowych dostępnych w krajowych realiach. Prace nad ocenami stanu wg danych za 2012 i 2016 r. pokazały, że kompletność i wiarygodność poszczególnych elementów oceny stanu zależy w dużej mierze od możliwości pozyskania danych zewnętrznych, ich zakresu i częstotliwości uaktualniania.

Ocena stanu w rozumieniu RDW to proces nie tyle skomplikowany, co kompleksowy i jako taki wymaga dużej ilości informacji, wybiegającej poza ramy monitoringu wód podziemnych. Wykonanie pełnej oceny stanu na podstawie testów klasyfikacyjnych wymaga m.in. pozyskania informacji dotyczących jakości wód powierzchniowych, jakości wód na ujęciach komunalnych oraz stanu zachowania ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych. Jednym z istotnych problemów zidentyfikowanych w trakcie realizacji pracy jest brak zgrania czasowego pomiędzy poszczególnymi zasobami danych oraz zmiennym w czasie zakresem przestrzennym uaktualnianych danych w poszczególnych monitoringach. Przyjęty w Polsce tryb realizacji monitoringu jakości wód podziemnych zakłada wykonanie monitoringu diagnostycznego „przynajmniej raz w ciągu 6-letniego cyklu aktualizacji planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza” (§18 pkt.1. RMGMIŻŚ z dnia 9 października 2019 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych, Dz.U. 2019 poz. 2147) a monitoringu operacyjnego „przynajmniej raz w roku, z wyłączeniem roku, w którym jest prowadzony monitoring diagnostyczny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych” (§18 pkt.2. wyżej wymienionego RMGMIŻŚ). Zakres badanych wskaźników w monitoringu diagnostycznym i operacyjnym był do tej pory identyczny co znacząco ułatwiało interpretację danych i analizę zmian jakości wody w czasie.

Monitoring wód powierzchniowych prowadzony jest w zupełnie innym trybie. Monitoring diagnostyczny, którego celem jest dostarczenie ogólnej oceny stanu wód powierzchniowych każdej zlewni i podzlewni wewnątrz obszaru dorzecza oraz umożliwienie oceny długoterminowych zmian w warunkach naturalnych, realizowany jest w wybranych JCWP z częstotliwością od 1 do 12 razy w roku. W związku z tym ocena stanu/potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych objętych monitoringiem diagnostycznym dokonywana jest na podstawie pełnego zakresu wskaźników. Zakres oceny w jednolitych częściach wód powierzchniowych objętych monitoringiem operacyjnym uzależniony jest od zrealizowanego w danym roku programu. Ocena ta sporządzona jest na podstawie ograniczonej liczby wskaźników i ukierunkowana na oddziaływującą na daną jednolitą część wód presję. Ocena ta nie świadczy

więc w pełni o rzeczywistym stanie ekologicznym, ale o skuteczności wdrożonych programów działań, tak więc ma ograniczone wykorzystanie do analizy relacji pomiędzy wodami podziemnymi i powierzchniowymi.

Dyskusyjna jest kwestia wykorzystania wyników monitoringu siedlisk przyrodniczych, które niezbędne są do interpretacji skutków ekologicznych w sytuacji obniżenia zwierciadła wód podziemnych w ELZPd. Przyjętą miarą znaczenia ekologicznego obniżenia zwierciadła wód podziemnych w ELZPd powinno być stwierdzenie stanu złego w zakresie parametru „specyficzna struktura i funkcje siedliska przyrodniczego” na podstawie danych monitoringu stanu zachowania siedlisk przyrodniczych. Jednak warto zaznaczyć, że obecnie metodyka oceny uwodnienia siedliska nie jest obligatoryjnie oparta na wynikach monitoringu zwierciadła wód w ELZPd, a zaleca się wizualną jednorazową ocenę uwodnienia, na przykład występowanie wody na powierzchni przy chodzeniu po torfowisku. Ograniczenie metodyczne stosowanego podejścia skutkuje brakiem wiarygodnego poziomu odniesienia się w teście I.3. Dodatkowo uniemożliwia wprowadzenie algorytmów obliczenia, bazujących na zależnością między położeniem zwierciadła wody w ELZPd i ilością dopływu do nich wód podziemnych.

Ocena stanu wód podziemnych składa się z oceny stanu chemicznego i ilościowego. Obie oceny są w stosunku do siebie równorzędne, a za ostateczny stan wód podziemnych przyjmuje się gorszą z tych dwóch ocen. W ramach oceny wykonuje się łącznie dziewięć testów klasyfikacyjnych, które przeprowadza się w odniesieniu do wszystkich JCWPd, niezależnie od wyników pozostałych testów klasyfikacyjnych. Oprócz testów klasyfikacyjnych wykonuje się również dwie analizy wspierające, dotyczące zmian długoterminowych. Są to analiza tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych oraz analiza położenie zwierciadła wody. Ponieważ obie analizy zasilają testy klasyfikacyjne, proponuje się je wykonywać na początku procedury oceny stanu. Wyniki tych analiz będą miały status wspierający pozostałe testy ilościowe i jakościowe, zwłaszcza końcową ocenę stanu JCWPd.

Metodyka oceny stanu JCWPd nie rozróżnia JCWPd zagrożonych i niezagrożonych – wszystkie JCWPd traktowane są jednakowo. Ocena stanu JCWPd powinna dostarczyć informacji o stanie wód podziemnych we wszystkich JCWPd w dorzeczach – nie tylko w zagrożonych. Ma to szczególne uzasadnienie w przypadku wykonywania oceny stanu raz w cyklu planistycznym.

Zgodnie z wytycznymi unijnymi (Guidance Document No. 18. *Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*) każdy z testów wykonywany jest w odniesieniu do wartości granicznych stężeń, które są ustalone odpowiednio dla każdego testu, w zależności od analizowanego problemu. W celu rozróżnienia od wartości progowych, które stosuje się jedynie w trakcie realizacji testu C.1. – Ogólna ocena stanu chemicznego, wartości graniczne w pozostałych testach klasyfikacyjnych nazwano wartościami kryterialnymi. Na podstawie wartości kryterialnych stwierdza się, czy jakość wód podziemnych może potencjalnie negatywnie oddziaływać na receptor, jakim może być ekosystem lądowy zależny od wód podziemnych, wody powierzchniowe bądź też jakość wód przeznaczonych do spożycia. Wartości kryterialne oparte są na przepisach odpowiednich rozporządzeń bądź wyników ocen stanu i badań naukowych dotyczących poszczególnych receptorów. Z reguły są one bardziej rygorystyczne od wartości progowych określonych w obecnie obowiązującym Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148), a ich zastosowanie w testach klasyfikacyjnych zależy od (a) identyfikacji receptorów w poszczególnych JCWPd oraz (b) diagnozy stanu receptorów.

Ważnym elementem procedury oceny stanu jednolitych części wód podziemnych jest ekspercka analiza wyników, która wykorzystywana jest we wszystkich testach klasyfikacyjnych. Doświadczenia zebrane w trakcie realizacji oceny stanu (Kuczyńska i in., 2013 i 2017) wykazały, że poddanie wyników krytycznej analizie wykonanej przez eksperta jest konieczne ze względu na nie zawsze zadawalającą ilość i jakość danych wykorzystywanych w testach klasyfikacyjnych oraz na stosunkową małą elastyczność testów klasyfikacyjnych. Mała elastyczność testów klasyfikacyjnych jest konieczna ze względu na cel jaki przyświeca ocenie stanu JCWPd, która ma być procedurą systematyczną i powtarzalną. Nie mniej jednak, na wynik oceny bardzo duży wpływ ma jakość i przede wszystkim ilość danych ją zasilających, w tym głównie liczba punktów monitoringowych w jednolitych częściach wód podziemnych reprezentatywnych dla oceny w poszczególnych testach klasyfikacyjnych. Konieczne jest również skonfrontowanie wyników poszczególnych testów klasyfikacyjnych ze zdefiniowaną presją i przyczynami zagrożenia JCWPd z rozróżnieniem przyczyn geogenicznych i antropogenicznych. Wykorzystanie wiedzy eksperckiej pozwala na uwzględnienie w procesie oceny doświadczenia osób wykonujących analizy hydrogeologiczne, zarówno na poziomie lokalnym jak i regionalnym.

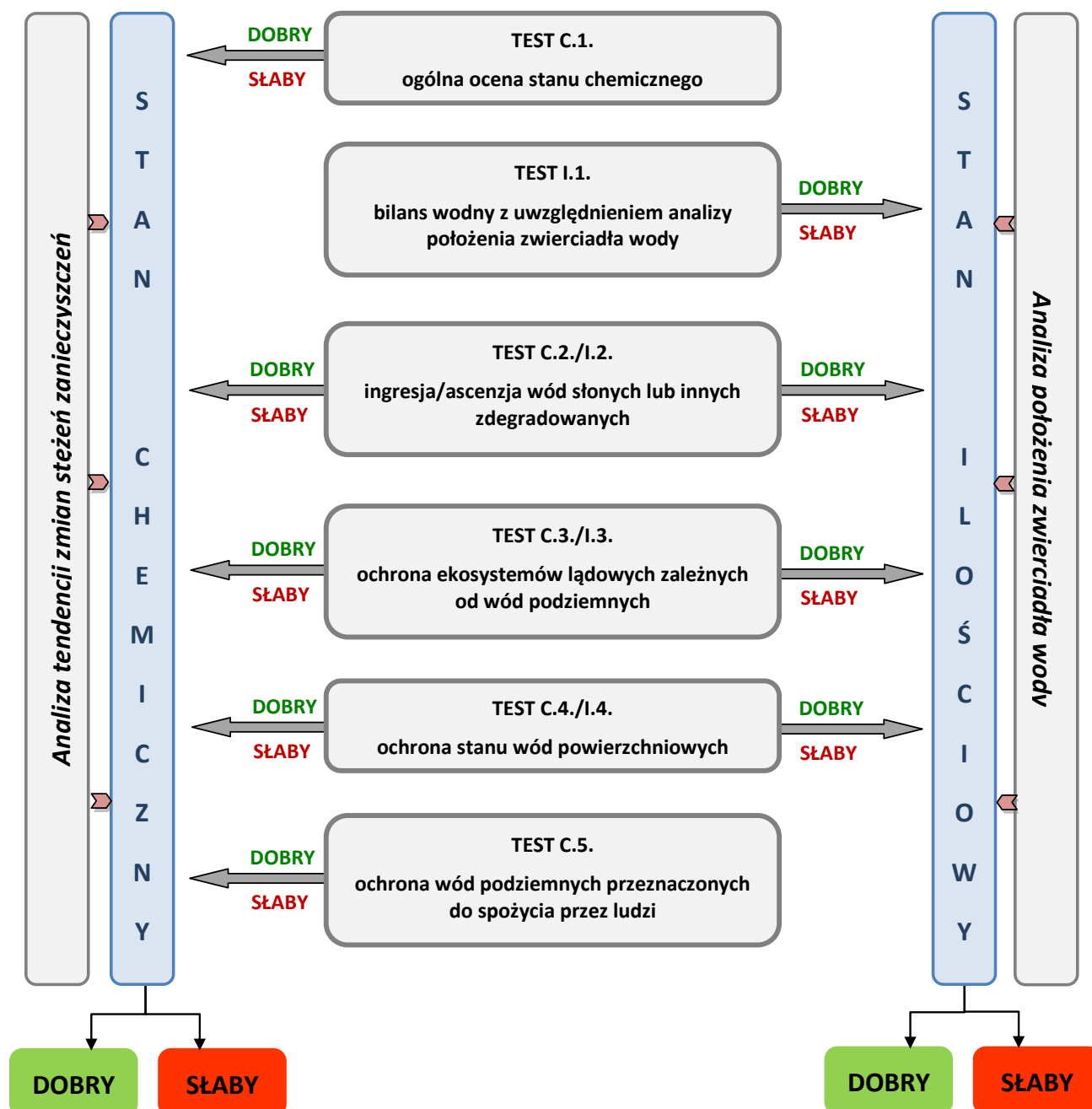
Analiza ekspercka bazuje zatem na śledzeniu, kojarzeniu faktów i stawianiu tez, które następnie należy udowodnić lub obalić. Opiera się na informacjach i zaleceniach (np. przepisach prawa, metodykach, założeniach projektowych itp.). Wykonując analizę ekspercką wykorzystuje się wiedzę eksperta i zgromadzone informacje o badanej JCWPd, w tym z modelu pojęciowego który syntetyzuje informacje nie tylko o strukturze ale również procesach w niej zachodzących. Ekspert stawia tezy i opierając się na wiedzy i danych ocenia czy są prawdziwe, czy nie, przez przeprowadzenie dowodu. Zakres oceny eksperckiej powinien być ograniczony do udzielania odpowiedzi na pytania pojawiające się w trakcie wykonywania oceny stanu JCWPd nie znajdujące procedur postępowania w opracowanej metodyce oceny. Analiza ta powinna być wykonywana przez hydrogeologa posiadającego wiedzę dotyczącą budowy geologicznej warunków hydrologicznych i środowiskowych, w tym presji wywieranej przez działalność gospodarczą człowieka, odnoszącą się do ocenianej JCWPd oraz o wynikach badań i pomiarów monitoringowych.

Zgodnie z wytycznymi przedstawionymi w poradnikach unijnych, integralnym elementem oceny stanu JCWPd jest ocena jej wiarygodności. Z tego względu przedstawiona metodyka zawiera również kryteria wiarygodności poszczególnych testów klasyfikacyjnych, które zależne są od charakteru danych potrzebnych do ich wykonania. Stosuje się podział na wiarygodność dostateczną (DW) i niską (NW) a w nielicznych sytuacjach autorzy zdecydowali się na wprowadzenie dodatkowej kategorii – wysokiej wiarygodności (WW). Ze względu na kompleksowość procedury oceny stanu, która wymaga wykonania łącznie 11 różnych analiz w odniesieniu do każdej jednolitej części wód podziemnych z osobna, należy przyjąć ostateczną wiarygodność oceny stanu za dostateczną.

Procedura kompleksowej oceny stanu JCWPd polega na wykonaniu, jeśli to możliwe wszystkich testów klasyfikacyjnych ukierunkowanych na potrzeby poszczególnych komponentów środowiska, użytkowników lub konsumentów wód podziemnych. Realizacja testów wymaga często korzystania z informacji lub wyników oceny stanu ekosystemów powiązanych z wodami podziemnymi, informacji na temat stanu wód powierzchniowych. W procedurze oceny stanu JCWPd uwzględniono dostępność danych niezbędnych do wykonania oceny, częstotliwość ich uaktualniania, jak również ich jakość i wiarygodność. Przyjęto, że punktem wyjścia w kompleksowej ocenie stanu chemicznego, polegającej na przeprowadzeniu wszystkich testów klasyfikacyjnych, będą dane z monitoringu diagnostycznego, w trakcie którego opróbowywane są punkty monitoringowe na terenie całego kraju. W analizie tendencji zmian stężeń i wartości pomiarów

wskaźników fizyczno-chemicznych wspomagającej testy w ocenie stanu chemicznego wykorzystywane będą dane z monitoringu operacyjnego.

Stosując się do wytycznych przedstawionych w poradnikach unijnych oraz krajowych i europejskich wymogów prawnych, jak również przeprowadzonej analizy oceny stanu, w celu weryfikacji spełnienia kryteriów dobrego stanu w rozumieniu RDW i DWP proponuje się zastosowanie następującej procedury, przedstawionej graficznie na Rysunek 1.



Rysunek 1. Schemat procedury oceny stanu jednolitych części wód podziemnych

Prezentacja wyników oceny stanu JCWPd

Zgodnie z zapisami Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE; Załącznik V, pkt. 2.2.4 i 2.4.5) otrzymane wyniki oceny stanu Jednolitych Części Wód Podziemnych zostaną przedstawione na mapach w następujący sposób:

- Stan dobry: **barwa zielona**
- Stan słaby: **barwa czerwona.**

Taki sam system kolorów będzie zastosowany w zestawieniach tabelarycznych.

Na mapach, w postaci czarnych punktów, w JCWPd, w których zostanie określona znacząca i trwała tendencja wzrostu stężeń wszelkich zanieczyszczeń wynikających z działalności człowieka. Odwrócenie takich tendencji oznaczone zostanie na mapie w postaci niebieskiego punktu (RDW 2000/60/WE; Załącznik V, pkt. 2.2.4 i 2.4.5).

3.1. OCENA STANU CHEMICZNEGO

Procedura oceny stanu chemicznego składa się pięciu testów klasyfikacyjnych: ogólnej oceny stanu chemicznego, testu ingresji/ascenzji, testu ochrony ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych, testu ochrony stanu wód powierzchniowych oraz testu ochrony wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi. Dodatkowo, ze względu na wymóg art. 5 DWP, w ramach oceny stanu chemicznego wykonywana jest analiza tendencji zmian zanieczyszczeń wód podziemnych, a więc identyfikacja znaczących i utrzymujących się trendów wzrostowych. Analiza ta jest wykonywana dla każdego wskaźnika zanieczyszczeń i w odniesieniu do każdego punktu pomiarowego, niezależnie od wyniku porównania stężeń z wartościami progowymi. Wynik analizy tendencji zmian służy zarówno identyfikacji trendów wzrostowych, jak również zasila niektóre testy klasyfikacyjne jako kryterium oceny. Z tego względu metodyka analizy tendencji zmian omówiona zostanie przed testami klasyfikacyjnymi.

3.1.1. ANALIZA TENDENCJI ZMIAN STĘŻEŃ WSKAŹNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH

WPROWADZENIE

Celem analizy tendencji wartości stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych jest identyfikacja znaczących i utrzymujących się trendów wzrostowych stężeń zanieczyszczeń. Znaczący i utrzymujący się trend wzrostowy oznacza każdy statystycznie i pod względem środowiskowym istotny wzrost stężenia zanieczyszczeń w wodach podziemnych, w związku z którym istnieje konieczność odwrócenia tego trendu. Zgodnie z zapisami Dyrektywy Wód Podziemnych 2006/118/WE (DWP, Załącznik IV, część B, punkt 1), punktem początkowym inicjowania działań mających odwrócić znaczące i utrzymujące się trendy wzrostowe jest stan, kiedy stężenie zanieczyszczenia osiąga 75% wartości parametrów norm jakości wód podziemnych określonych w załączniku I i wartości progowych ustalonych zgodnie z art. 3 DWP (2006/118/WE) i określonych w RMG MiŻS z dnia 9 października 2019, w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz. U. 2019, poz. 2147). Wybrana metoda do analizy trendu powinna mieć możliwość określenia istotności statystycznej mierzonego trendu, która wynika bezpośrednio z wartości p zastosowanych testów statystycznych. Na podstawie powyższych zapisów, jako znaczące trendy wzrostowe uznano istotne statystycznie trendy rosnące, dla których stwierdzono przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego. Znaczące i utrzymujące się tendencje wzrostowe identyfikuje się zarówno w pojedynczych punktach, jak i na obszarach jednolitych części wód podziemnych. Analizę tendencji zmian wartości wskaźników fizyczno-chemicznych w punktach przeprowadza się dla tych wskaźników, które mogą występować jako potencjalne zanieczyszczenia wód podziemnych oraz dodatkowo dla wskaźników geogenicznych, które są potrzebne przy interpretacji wyników w wybranych testach np. w teście C.5 (mangan i żelazo). Dla analizy tendencji zmian stężeń wykonywanej dla obszaru jak i odwrócenia trendu bierze się pod uwagę tylko wskaźniki pochodzenia antropogenicznego.

Dodatkowo zostanie wykonana analiza tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń w punktach z prognozą poprzez przedłużenie linii trendu do końca danego cyklu planistycznego. Wyniki podane zostaną w formie tabelarycznej, gdzie dla każdego wskaźnika określony będzie rodzaj trendu. W przepisach prawnych nie ma odniesienia do prognozowania analiz szeregów czasowych. Nie mniej jednak przewidywanie znaczących i utrzymujących się trendów wzrostowych w kolejnych cyklach wodnych jest ważnym elementem w śledzeniu zmian stężeń zanieczyszczeń i daje możliwość oceny ryzyka nieosiągnięcia dobrego stanu. Uzasadnione wydaje się rozszerzenie analizy tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń w postaci niezależnego

raportu w ramach oddzielnego tematu, który obejmowałby wykonanie analizy tendencji zmian w cyklach gospodarowania wodami na podstawie danych półrocznych, otrzymanych z monitoringu operacyjnych.

Dyrektywy Unijne i Rozporządzenia krajowe wskazują, że do identyfikacji trendów należy określić rok bazowy i poziomy początkowy. W Ramowej Dyrektywie Wodnej jest zapis, że zostanie określony rok lub okres bazowy, od którego obliczane będą wieloletnie trendy wzrostowe zanieczyszczeń oraz odwrócenie tych trendów (RDW, Załącznik V, 2.4.4), zaś w definicji zastosowano nazwę „poziom początkowy” jako przeciętne stężenie, zmierzone przynajmniej w latach referencyjnych 2007 i 2008 na podstawie programów monitorowania wdrożonych zgodnie z art. 8 dyrektywy 2000/60/WE lub, w przypadku substancji wykrytych po upływie lat referencyjnych, w pierwszym okresie, dla którego dostępne są reprezentatywne dane z monitorowania” (DWP, Artykuł 2, pkt. 6).

Dyrektywa Wód Podziemnych określa zasady stosowania poziomów początkowych: „przy określaniu znaczącego i utrzymującego się trendu wzrostowego w stężeniach substancji, które występują zarówno naturalnie, jak i w wyniku działalności człowieka, uwzględniane będą poziomy początkowe oraz, o ile takie dane będą dostępne, dane zgromadzone przed rozpoczęciem programu monitorowania w celu sporządzenia sprawozdania dotyczącego określania trendu w ramach pierwszego planu gospodarowania wodami w dorzeczu, o którym mowa w art. 13 dyrektywy 2000/60/WE” (DWP, Załącznik IV, Część A, 3). Rozporządzenia krajowe nazywają „rokiem bazowym rok 2007 albo 2008, w zależności od dostępności danych monitoringowych w ramach monitoringu diagnostycznego lub operacyjnego, przy czym przy obliczeniu tych trendów będą uwzględniane poziomy początkowe, które oznaczają przeciętne stężenia zmierzone w roku bazowym albo w przypadku substancji wykrytych po upływie lat bazowych – w pierwszym okresie, dla którego są dostępne reprezentatywne dane z monitoringu” (RMGMIŻS Poz. 2147, § 15, pkt.3). Z powyższych zapisów wynika, że w I cyklu gospodarowania była możliwość przyjęcia za rok bazowy roku 2007 lub 2008 i miał on wskazywać moment rozpoczęcia wykonywania analizy trendów w I cyklu gospodarowania wodami. W związku z ustalonymi zasadami na poziomie europejskim i aktualnym brakiem możliwości ich zmiany i uaktualnienia, w metodyce analizy tendencji zmian stężeń za rok bazowy przyjmuje się rok 2007.

Mając jednak na uwadze założenia metody użytej do wykrycia trendów bazowanie cały czas na tym samym wyznaczonym roku bazowym prowadzi do osłabienia jej mocy i wiarygodności pozyskanych wyników. Zebrane informacje z raportów/wytocznych wskazują, iż należy dopasować długości szeregów czasowych do metodyki i rodzaju analizy trendów. W przypadku analizy trendu w punkcie i obszarze zalecane jest stosowanie minimum 8 rocznych pomiarów, natomiast stosując analizę odwrócenia trendu należy posiadać minimum 14 rocznych wartości stężeń. Przy ocenie wieloletnich szeregów czasowych istnieje ryzyko otrzymania wyników dotyczących trendu, na które wpłynęły zmiany w poprzednich latach danego szeregu. Ograniczenie długości serii czasowych do oceny trendów zmian jakości wód ma duże znaczenie, gdyż w przypadku zarówno zbyt długich jak i za krótkich serii pomiarowych można wyciągnąć błędne wnioski co do tendencji zmian jakości wód w czasie. W Raporcie przedstawiającym szczegółowe algorytmy do identyfikacji analizy trendów zanieczyszczeń jak i w danych literaturowych (Szczepańska, Kmiecik, 2005) dla celów identyfikacji trendów przyjmuje się ograniczenie przedziału czasowego identyfikacji trendu w punkcie i obszarze do ostatnich 15 lat a w metodyce odwrócenia trendu do 30 lat (*Raport końcowy "Ramowa Dyrektywa Wodna UE: Statystyczne aspekty identyfikacji trendów zanieczyszczeń wód podziemnych oraz agregacja wyników monitoringu, 2001"*). Zgodnie z powyższym satysfakcjonujące było by w przyszłości dostosowanie zakresu czasowego do przyjętych założeń i możliwość zmiany roku bazowego oraz poziomu początkowego co 6 lat. Zmiana byłaby kompatybilna z możliwością uaktualnienia i modyfikacji punktu

początkowego dla jednolitej części wód podziemnych uznanej za zagrożoną, który nie podlega zmianie w ciągu sześcioletniego cyklu objętego planem gospodarowania wodami na obszarze dorzecza, wymagany na podstawie art. 13 dyrektywy 2000/60/WE (Dyrektywa Wód Podziemnych Załącznik IV, Część B, pkt. 2);

Poza ustaleniem punktu początkowego, roku bazowego i długości szeregów czasowych należy określić częstotliwość badania trendu. Wytyczne zalecają ograniczyć badanie trendu do maksimum trzech testów po 8, 14 i 20 latach (*Raport końcowy "Ramowa Dyrektywa Wodna UE: Statystyczne aspekty identyfikacji trendów zanieczyszczeń wód podziemnych oraz agregacja wyników monitoringu, 2001"*). Biorąc pod uwagę minimalne wymagania dotyczące monitorowania częstotliwości (raz do roku), harmonogram realizacji Ramowej Dyrektywy Wodnej, możliwość istotnego wykrycia tendencji zmian wybraną metodą oraz specyfikacje trendów proponuje się wykonywanie analizy tendencji odwrócenia zmian zanieczyszczeń i analizy trendu dla obszaru raz w ciągu cyklu gospodarowania wodami. Wyznaczenie konkretnych zakresów czasowych będzie wymagało dostosowania się do terminów cykli wodnych oraz przeprowadzanych ocen stanu chemicznego.

3.1.1.1. ANALIZA TENDENCJI ZMIAN STĘŻEŃ WSKAŹNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH W PUNKTACH MONITORINGU WÓD PODZIEMNYCH

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w poradnikach UE (*Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and the Floods Directive. Technical report on groundwater quality trend and trend reversal assessment. Procedures applied by Member States for the first RBMP cycle – January 2019*), minimalna długość szeregu czasowego potrzebna do wykrycia trendu, przy próbkach wód pobieranych raz na rok, wynosi 8 lat. W przypadku, gdy w danym roku wykonano więcej niż jedno oznaczenie składu chemicznego wód podziemnych w punkcie, dla każdego wskaźnika fizyczno-chemicznego należy obliczyć średnią arytmetyczną, tzw. „wartość regularyzowaną”. Wartość tę należy wykorzystywać do dalszych obliczeń.

W przypadku wyników oznaczeń wskaźników fizyczno-chemicznych, zapisanych jako wyniki poniżej granicy oznaczalności (<LOQ), do dalszych obliczeń, w miejsce pomiarów <LOQ, należy wstawić wartości równe połowie LOQ (<LOQ = 0,5 LOQ). Takie postępowanie jest wymagane z zapisami dyrektywy 2009/90/WE i jednocześnie jest najlepsze z możliwych podejść, gdyż nie znając dokładnie wartości <LOQ, średnio najmniejszy błąd popełni się wstawiając wartość równą połowie LOQ.

W przypadku braku danych w analizowanym ciągu pomiarowym, brakujące wartości należy uzupełnić średnią arytmetyczną obliczoną z sąsiadujących danych wskaźnika z danego punktu pomiarowego. Analizę tendencji zmian przeprowadza się jedynie dla punktów i wskaźników, dla których liczba wartości poniżej granicy oznaczalności (<LOQ) jest nie większa niż 2 a liczba braków w danych jest nie większa niż 1. Czyli w szeregu danych dopuszcza się istnienie 1 braku w pomiarach i 2 wartości <LOQ. Takie założenie pozwala rozszerzyć analizowany zbiór punktów.

Analizę przeprowadza się w odniesieniu do punktów monitoringowych, a jej wyniki wykorzystywane są w testach kwalifikacyjnych oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych:

- test C.1 – ogólna ocena stanu chemicznego JCWPd,
- test C.2/I.2 – ocena wpływu ingresji i ascenzji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych,
- test C.5 – ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA ANALIZY

Wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pochodzące z monitoringu wód podziemnych z zakresem czasowym obejmującym minimum 8 rocznych wartości pomiarowych, uzyskanych w ramach PMŚ oraz działalności PSH z punktów uznanych za reprezentatywne do oceny stanu chemicznego JCWPd.

OPIS METODYKI

Do przeprowadzenia analizy tendencji zmian wykorzystuje się metodę regresji liniowej. Na podstawie szeregu obserwacji danego wskaźnika w punkcie pomiarowym, stosując metodę najmniejszych kwadratów, należy dopasować prostą. Wynikiem tego dopasowania są następujące parametry:

- współczynnik kierunkowy prostej (nachylenie) trendu $[a]$ – informujący o tym, czy trend jest rosnący czy malejący;
- stała – współczynnik przesunięcia trendu
- współczynnik dopasowania prostej R^2

Współczynnik kierunkowy prostej decyduje o kącie nachylenia wykresu funkcji liniowej do osi X. Ujemna wartość tego współczynnika informuje o tendencji spadkowej wartości badanych stężeń a trendy określane są jako malejące. Wartość dodatnia współczynnika kierunkowego informuje zaś o tendencji wzrostowej wartości zmiennej w czasie. Wśród trendów rosnących mogą występować przypadki o nieznacznej tendencji wzrostowej, w których nie ma zagrożenia osiągnięcia słabego stanu chemicznego wód podziemnych w punkcie pomiarowym. Są one określane jako trendy wzrostowe. Mogą też być przypadki, gdzie wzrost stężeń jest znaczny i może stanowić zagrożenie dla dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Aby zidentyfikować takie sytuacje (trendy znaczące) należy określić przekroczenie punktu początkowego odwrócenia zmian, określone jako 75% wartości progowej stanu dobrego. Jeżeli na podstawie przeprowadzonej analizy obserwuje się trend wzrostowy stężeń danego wskaźnika oraz przekroczenie punktu początkowego odwrócenia zmian, trend uznaje się jako znaczący i utrzymujący się trend wzrostowy. Trendy malejące, dla których przewiduje się przekroczenie wartości 75% TV, określono jako znaczące trendy malejące.

Dla wskaźników ze zidentyfikowanym znaczącym i utrzymującym się trendem wzrostowym przeprowadza się analizę statystyczną, mającą na celu wykazanie czy dany trend jest istotny statystycznie. Za trend istotny statystycznie uznaje się trend, dla którego wartość p jest równa lub mniejsza od 0,05. Przyjęty poziom ufności wynosi 95%.

Podsumowując, na podstawie analizy tendencji zmian, dla każdego punktu i dla każdego wskaźnika uzyskuje się informacje o różnych rodzajach trendu zawartych w Tabela 2:

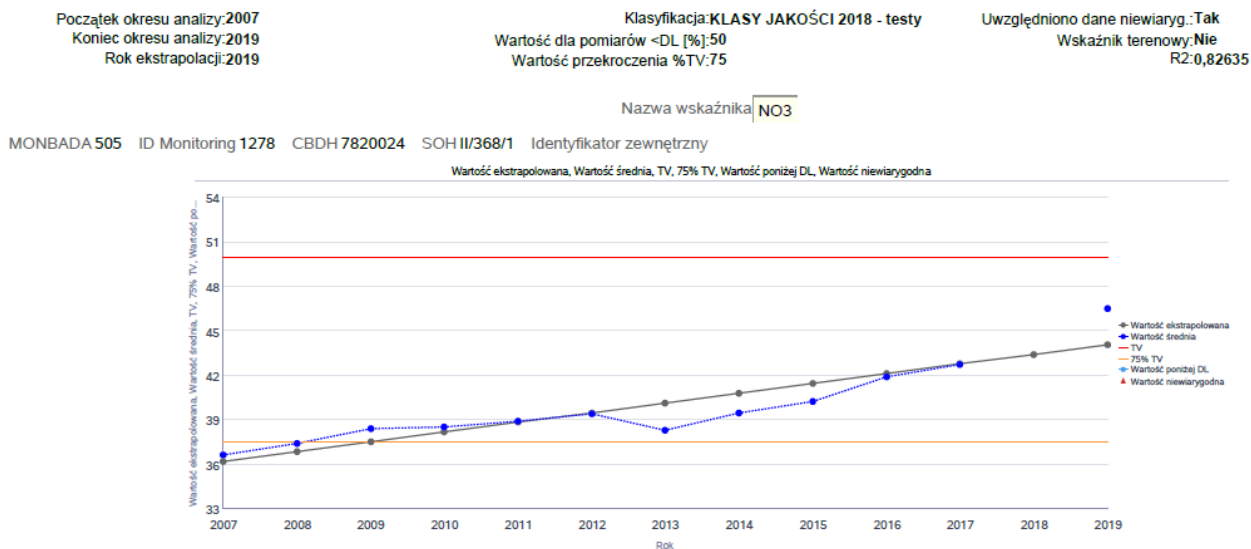
Tabela 2. Kryteria i zastosowanie poszczególnych rodzajów trendów w ocenie stanu JCWPd

Rodzaje trendu wyznaczone w analizie punktowej [Symbol]	Kryteria	Zastosowanie
malejący [M]	$R^2 > 0,6$ $a < 0$ - linia trendu nie przecina wartości 75% TV w badanym zakresie czasowym	– zestawienie ilości punktów z trendami malejącymi – przy analizie odwrócenia trendu – jako test wspierający do testu C.5
wzrostowy [W]	$R^2 > 0,6$ $a > 0$ - linia trendu nie przekracza wartości 75% TV (punktu początkowego odwrócenia trendu) w badanym zakresie czasowym	– zestawienie ilości punktów z trendami wzrostowymi
znaczący malejący [ZM]	$R^2 > 0,6$ $a < 0$ - linia trendu przecina wartość 75% TV w badanym okresie	– zestawienie ilości punktów z trendami znaczącymi malejącymi – przy analizie odwrócenia trendu
znaczący i utrzymujący się trend wzrostowy [ZW]	$R^2 > 0,6$ $a > 0$ - linia trendu przekracza wartość 75% TV (punkt początkowy odwrócenia trendu) w badanym zakresie czasowym $p \leq 0,05$	– zestawienie ilości punktów z trendami znaczącymi i utrzymującymi wzrostowo – spełnienie wymagań zawartych w Dyrektywach Unijnych i Rozporządzeniach krajowych – przy analizie trendów w obszarze JCWPd uznanych za zagrożone – przy analizie odwrócenia trendu – jako test wspierający do testu C.1 – jako test wspierający do testu C.2/I.2 – jako test wspierający do testu C.5

Wyniki przeprowadzenia analizy tendencji zmian przedstawia się w formie tabelarycznej, gdzie dla każdego wskaźnika określony będzie rodzaj trendu (malejący lub wzrostowy) oraz informacja o tym, czy trend jest znaczący.

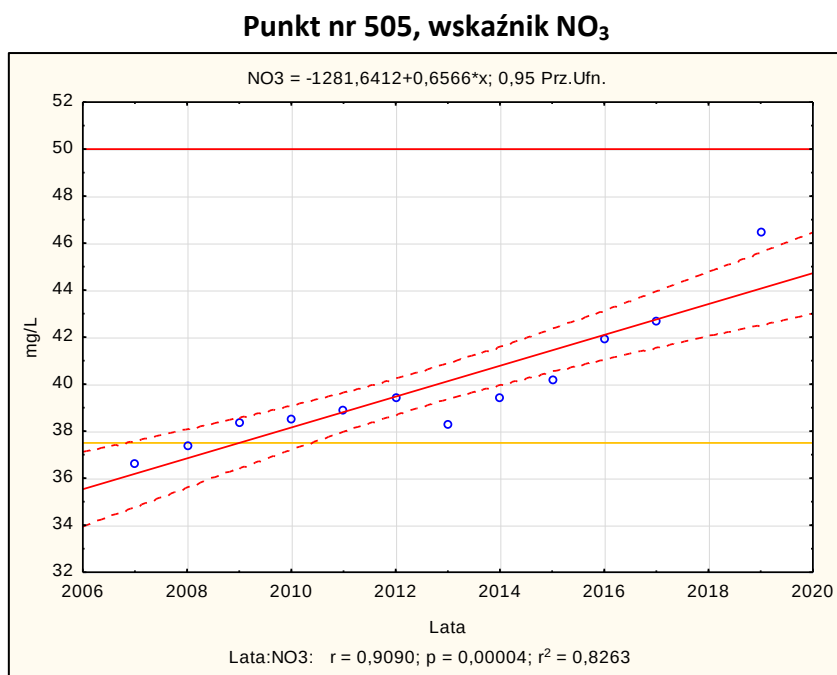
W celu graficznej prezentacji wyników, dla każdego wskaźnika, w każdym punkcie pomiarowym wykonuje się wykres przedstawiający przebieg zmian stężeń. Przykładowy wykres przedstawia Rysunek 2.

Ponadto wyniki analizy trendu prezentuje się na mapie oceny stanu chemicznego w postaci czarnych punktów, w których określono znaczące i utrzymujące się trendy wzrostowe oraz niebieskich punktów dla odwrócenia trendów wzrostowych (RDW, RMGMIŻS poz. 2148).



Rysunek 2. Przykładowy wykres przedstawiający przebieg zmian stężeń wybranego wskaźnika

Dla trendów znaczących rosnących dodatkowo sporządza się wykresy uwzględniające przedział ufności 95% i wartość p. Przykładowy wykres przedstawia Rysunek 3.



Rysunek 3. Przykładowy wykres przedstawiający analizę przebiegu zmian stężeń znaczących rosnących wybranego wskaźnika

3.1.1.2. ANALIZA TENDENCJI ZMIAN STĘŻEŃ WSKAŹNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH W JCWPd UZNANYCH ZA ZAGROŻONE NIEOSIĄGNIĘCIEM CELÓW ŚRODOWISKOWYCH

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

Zgodnie z zapisami Dyrektywy 2006/WE/118 Państwa członkowskie zobligowane są do identyfikacji znaczących i utrzymujących się trendów wzrostowych stężeń zanieczyszczeń we wszystkich JCWPd uznanych za zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych. Ma to na celu określenie czy dany obszar JCWPd nie wykazuje trwałych tendencji wzrostowych wywołanych antropogenicznie. W przypadku JCWPd zagrożonych określenie tendencji wzrostowej dla obszaru może być istotne w znaczeniu nieosiągnięcia przez zbiornik wód podziemnych jego celów środowiskowych. Minimalna długość szeregu czasowego potrzebna do wykrycia trendu, przy próbkach wód pobieranych raz na rok, wynosi 8 lat. Analiza przeprowadzana jest jedynie na danych wykorzystanych do analizy tendencji wartości wskaźników fizyczno-chemicznych w punktach pomiarowych (rozdział 3.1.1.1).

Analizę tę wykonuje się na podstawie danych zagregowanych przestrzennie z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych, z uwzględnieniem schematyzacji pionowej JCWPd na kompleksy wodonośne. Metoda analizy trendu w obszarze opiera się na średniej arytmetycznej na poziomie zbiornika wód podziemnych. W celu jej przeprowadzenia przyjmuje się, że w danym obszarze JCWPd występują minimum 2 punkty monitoringowe w obrębie jednego kompleksu wodonośnego.

Do oceny jakości dopasowania funkcji regresji wykorzystano współczynnik determinacji R^2 . Do dalszej analizy zakwalifikowano te szeregi czasowe, dla których współczynnik determinacji wynosił $R^2 > 0.6$

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA ANALIZY

Wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pochodzące z monitoringu wód podziemnych z zakresem czasowym obejmującym minimum 8 rocznych wartości pomiarowych, uzyskanych w ramach PMŚ oraz działalności PSH, z punktów uznanych za reprezentatywne do oceny stanu chemicznego JCWPd.

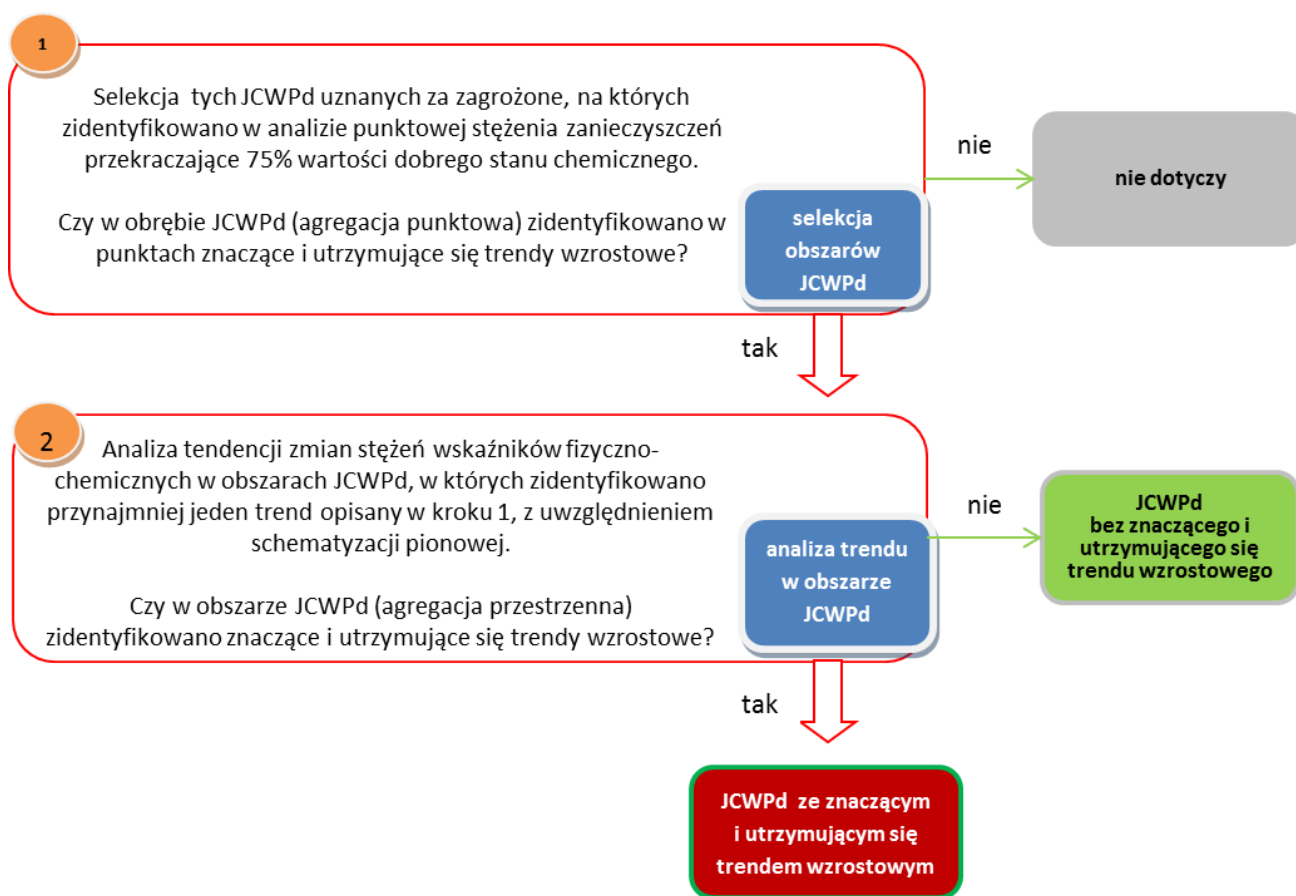
OPIS METODYKI

Do przeprowadzenia analizy tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń wskaźników fizyczno-chemicznych w obrębie JCWPd uznanych za zagrożone wykorzystuje się metodę regresji liniowej opisaną w rozdziale 3.1.1.1. Aby przeprowadzić analizę na obszarze, najpierw wymagana jest selekcja tych JCWPd uznanych za zagrożone, w których punktowo występują stężenia przekraczające 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego (wykorzystanie wyników z analizy tendencji zmian stężeń w punktach wynikających z wpływu działalności człowieka zgodnie z rozdziałem 3.1.1.1). Następnie wykonywana jest analiza zmienności stężeń w czasie na poziomie całej jednolitej części wód podziemnych (agregacja przestrzenna) tylko dla wskaźników fizyczno-chemicznych, dla których odnotowano wspomniane wcześniej przekroczenia.

Przeprowadzana analiza opiera się zatem na agregacji danych i wykonaniu średnich na kilku etapach zarówno punktowej jak i przestrzennej z zastosowaniem następujących kryteriów:

- Agregacja danych punktowych: w analizowanych ciągach pomiarowych w punktach dopuszczono istnienie jednej brakującej wartości pomiarów lub stężeń; braki te uzupełniono średnią z sąsiadujących wartości, dzięki czemu po agregacji danych punktowych, ciągi czasowe stężeń badanego wskaźnika w analizowanym kompleksie JCWPd pozbawione będą braków;
- Agregacja przestrzenna: opiera się na średniej arytmetycznej na poziomie zbiornika wód podziemnych z uwzględnieniem schematyzacji pionowej JCWPd na kompleksy wodonośne, tzn. agregacja danych następuje jedynie w obrębie jednego kompleksu wodonośnego; w JCWPd wielokompleksowych w zależności od dostępności danych analizuje się trendy w większej liczbie kompleksów. Minimalna ilość punktów w obrębie jednego kompleksu to 2 punkty.

Rysunek 4 przedstawia schemat przeprowadzenia analizy tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych w obszarze JCWPd.



Rysunek 4. Schemat – Analiza tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń wskaźników fizyczno-chemicznych w obszarze JCWPd

Krok 1 – Selekcja tych JCWPd uznanych za zagrożone, dla których wykonana zostanie analiza obszarowa tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń

Rodzaj analizy: selekcja obszarów JCWPd.

Cel: Wybór tych JCWPd, dla których w analizie punktowej zidentyfikowano stężenia przekraczające 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych

W kroku 1 wykorzystywane są wyniki otrzymane w analizie tendencji zmian w punktach (rozdział 3.1.1.1). Sprawdzane jest w którym JCWPd uznanym za zagrożone analiza punktowa wykazała trendy przekraczające 75% TV. Wskaźniki w punktach w obrębie obszaru JCWPd, dla których zidentyfikowano trendy znaczące i utrzymujące się wzrostowe wskazują, w którym JCWPd będzie wykonywana analiza trendu obszarowa i tylko te wskaźniki będą tam analizowane. Oznacza to, że w kolejnym kroku każdy obszar JCWPd będzie poddany analizie biorąc pod uwagę inny (określony w kroku 1) zestaw wskaźników fizyczno-chemicznych.

Krok 2 – Analiza tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych w JCWPd

Rodzaj analizy: analiza trendu w obszarze JCWPd.

Cel: Analiza zmienności stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych w jednolitych częściach wód podziemnych uznanych za zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych

W kroku 2 przeprowadza się analizę tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych obszarową dla tych JCWPd, w których przynajmniej jeden punkt wykazał zidentyfikowane trendy opisane w kroku 1. Do analizy trendu w obrębie obszaru stosuje się takie same kryteria czasowe jak w przypadku analizy punktowej. Uwzględnia się dodatkowo schematyzację pionową JCWPd, czyli bierze się pod uwagę pogrupowanie punktów do odpowiednich kompleksów wodonośnych i wyznacza się średnią arytmetyczną, przy czym wymagane są minimum 2 punkty w obrębie jednego kompleksu wodonośnego.

Zidentyfikowanie znaczącego i utrzymującego się trendu wzrostowego w analizowanym obszarze jest informacją i dopełnieniem końcowej oceny stanu JCWPd. Wyniki obszarowej analizy tendencji zmian mają znaczenie przy rozważaniu ewentualnego, powszechnego ryzyka dla środowiska spowodowanego przez zanieczyszczenia np. z rozproszonych ognisk zanieczyszczeń.

Wyniki analizy trendu dla obszarów JCWPd prezentuje się na mapie w postaci kodów barwnych:

- Obszar JCWP wykazujący znaczącą i utrzymującą się tendencję wzrostową – **barwa czerwona**
- Obszar JCWP nie wykazujący znaczącej i utrzymującej się tendencji wzrostowej – **barwa zielona**

Ponadto dla każdego obszaru JCWPd, dla którego zidentyfikowano znaczący i utrzymujący się trend wzrostowy wykonany zostanie wykres przedstawiający zidentyfikowaną tendencję zmian.

3.1.1.3. ANALIZA ODWRÓCENIA TENDENCJI WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

Zgodnie z wytycznymi zawartymi w poradnikach UE, minimalna długość szeregu czasowego potrzebna do wykrycia odwrócenia trendu, przy próbkach wód pobieranych raz na rok, wynosi 14 lat.

W przypadku, gdy w danym roku wykonano więcej niż jedno oznaczenie składu chemicznego wód podziemnych w punkcie, dla każdego wskaźnika fizyczno-chemicznego należy obliczyć średnią arytmetyczną, tzw. „wartość regularyzowaną”. Wartość tę należy wykorzystywać do dalszych obliczeń.

Podobnie jak w przypadku analizy tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych w punktach monitoringu wód podziemnych wartości stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych, zapisanych jako wyniki poniżej granicy oznaczalności (<LOQ), do dalszych obliczeń, należy zastąpić połową LOQ (<LOQ = 0,5 LOQ, Dyrektywa 2009/90/).

W przypadku braku danych w analizowanym ciągu pomiarowym, brakujące wartości należy uzupełnić średnią arytmetyczną obliczoną z sąsiadujących pomiarów dla danego wskaźnika z danego punktu pomiarowego. Wyjątkiem są dane na początku i na końcu badanego szeregu czasowego, wartości te nie są brane do analiz. Analizę przeprowadza się jedynie dla punktów i wskaźników, dla których liczba brakujących danych jest nie większa niż 1 a liczba wartości poniżej granicy oznaczalności (<LOQ) jest nie większa niż 2. Takie założenie pozwala rozszerzyć analizowany zbiór punktów.

Do oceny jakości dopasowania funkcji regresji wykorzystano współczynnik determinacji R^2 . Do analizy odwrócenia tendencji zmian zakwalifikowano te szeregi czasowe, dla których współczynnik determinacji $R^2 > 0,6$.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA ANALIZY

Wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pochodzące z monitoringu wód podziemnych z zakresem czasowym obejmującym minimum 14 lat pomiarowych, uzyskanych w ramach PMŚ oraz działalności PSH, z punktów uznanych za reprezentatywne do oceny stanu chemicznego JCWPd.

OPIS METODYKI

W celu wykonania analizy odwrócenia zmian stężeń zanieczyszczeń należy określić punkt początkowy odwrócenia trendu. Przyjęto, że punktem początkowym inicjowania działań mających odwrócić znaczące i utrzymujące się trendy wzrostowe jest stan, w którym stężenie substancji zanieczyszczającej osiągnęło poziom to 75% wartości progowej stanu dobrego. Jeżeli na podstawie przeprowadzonej analizy obserwuje się trend wzrostowy stężeń danego wskaźnika i przekroczenie punktu początkowego odwrócenia zmian, trend należy uznać za znaczący i utrzymujący się trend wzrostowy i należy uwzględnić go w dalszej analizie.

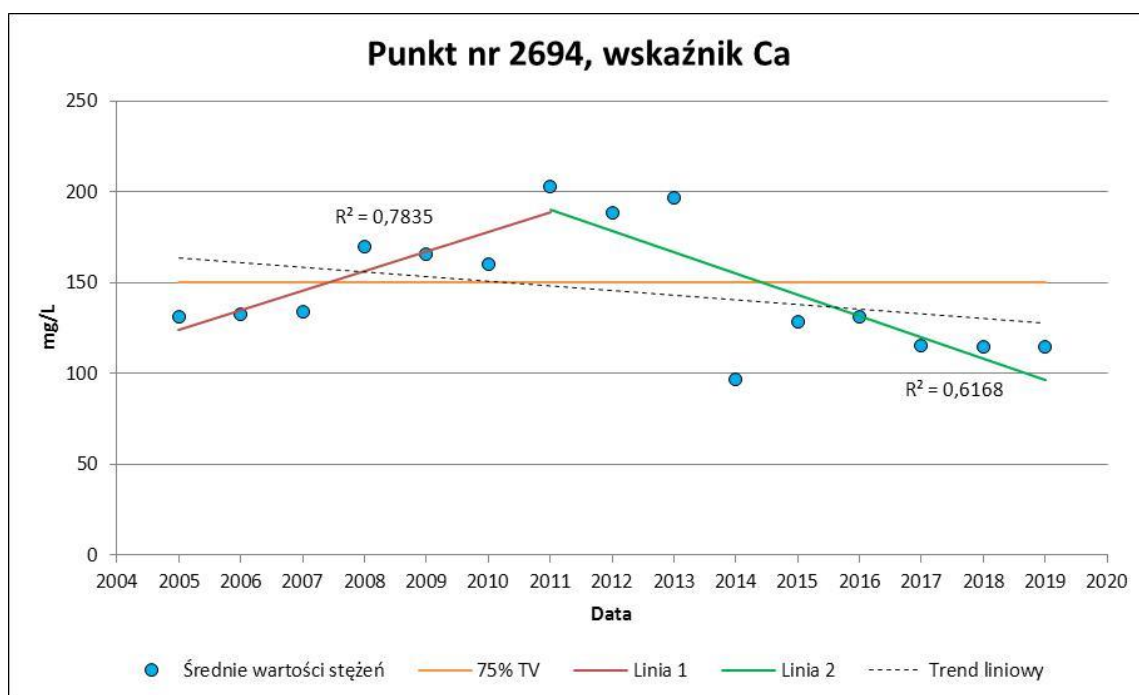
Do przeprowadzenia analizy odwrócenia tendencji zmian zastosowano poszerzoną metodę regresji liniowej. Jest to model dwuliniowy, w którym następuje jedno załamanie w badanym przedziale czasowym. Odwrócenie trendu można zrobić tylko wtedy, gdy w pierwszym okresie czasowym zaobserwowano znaczący i utrzymujący się trend wzrostowy (pierwsza linia z minimum 4 wartościami pomiarowymi) a w kolejnym

trend malejący (druga linia z minimum 4 wartościami pomiarowymi). Każda linia charakteryzuje się następującymi parametrami:

- współczynnik kierunkowy prostej (nachylenie prostej) – informujący o tym, czy trend jest rosnący czy malejący,
- stała – współczynnik przesunięcia trendu,
- współczynnik dopasowania prostej R^2 ,
- p – istotność statystyczna (wartość p).

Ujemna wartość współczynnika kierunkowego prostej informuje o malejącym trendzie stężeń danego wskaźnika, wartość dodatnia oznacza trend rosnący. Do oceny jakości dopasowania funkcji regresji wykorzystuje się współczynnik determinacji R^2 . Za trend istotny statystycznie uznaje się trend, dla którego wartość statystyczna p jest równa lub mniejsza od 0,05 ($p \leq 0,05$).

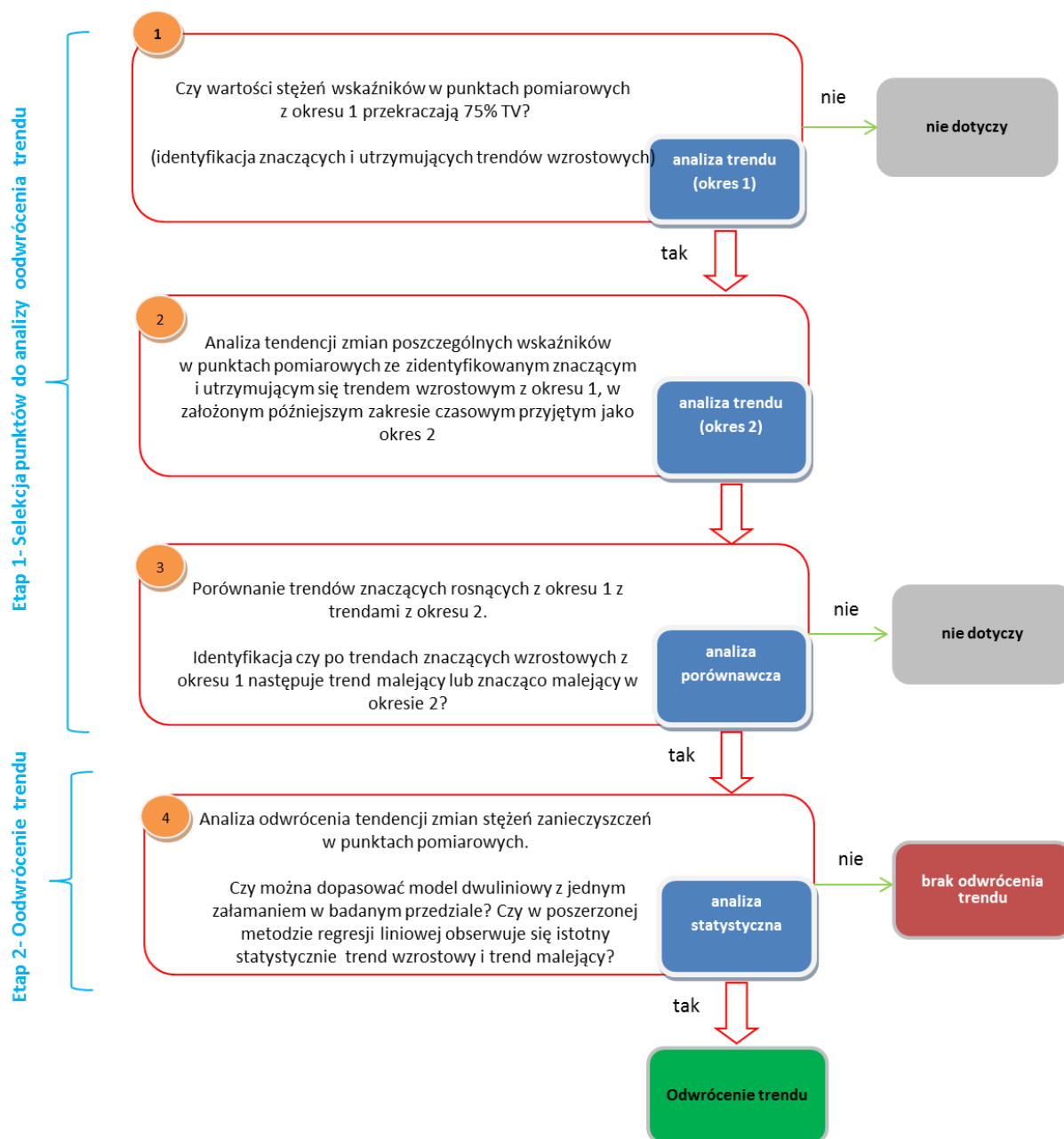
W celu graficznej prezentacji wyników, dla każdego wskaźnika, w każdym punkcie pomiarowym, w którym zidentyfikowano odwrócenie trendu wykonuje się wykres. Przykładowy wykres przedstawia Rysunek 5.



Rysunek 5. Przykładowy wykres przedstawiający odwrócenie tendencji zmian stężeń wybranego wskaźnika
Objaśnienia:

Tabela wartości współczynników					
Linia 1		Linia 2		Trend liniowy	
$y = -21509,3142 + 10,7898 \cdot x$		$y = 23743,5381 - 11,7473 \cdot x$		$y = 5290,6375 - 2,5572 \cdot x$	
współczynnik dopasowania R^2	0,7835	współczynnik dopasowania R^2	0,6168	współczynnik dopasowania R^2	0,1207
współczynnik kierunkowy	10,7898	współczynnik kierunkowy	-11,7473	współczynnik kierunkowy	-2,5572
wartość p	0,0081	wartość p	0,0121	wartość p	0,2045

Schemat metodyki uwzględniono na Rysunek 7.



Rysunek 6. Schemat przeprowadzenia analizy odwrócenia tendencji wartości wskaźników fizyczno-chemicznych

Etap 1 –Selekcja punktów pomiarowych do analizy odwrócenia tendencji zmian

Etap 1 ma celu przygotowanie i wstępną selekcję punktów wraz ze wskaźnikami fizyczno-chemicznymi i opiera się na analizie tendencji zmian w dwóch szeregach czasowych, przyjętych jako okres 1 i okres 2. Dla każdego z okresów stosuje się te same kryteria jak w analizie trendu w punktach, czyli minimum 8 wartości pomiarów rocznych. Ważne jest że zakresy czasowe nie powinny na siebie nachodzić (brak możliwości porównania danych) ani być od siebie znacznie oddzielone (aby nie doszło do utworzenia luki pomiarowej). Przykład prawidłowego wyznaczenia przedziału czasowego: 2005–2014 (okres 1) i 2014–2021 (okres 2). Porównanie tendencji zmian stężeń wskaźników w różnych latach (przedziałach czasowych) daje możliwość obserwacji zmiany trendów z wzrostowych na malejące a tym samym identyfikuje wskaźniki, dla których należy wykonać odwrócenie trendu.

Krok 1 – Wybór punktów pomiarowych ze znaczącymi i utrzymującymi się trendami wzrostowymi

Rodzaj analizy: trendu.

Cel: identyfikacja punktów pomiarowych ze znaczącymi i utrzymującymi się trendami wzrostowymi w okresie 1

W kroku 1 sprawdza się, w których punktach pomiarowych i wskaźnikach w okresie 1 przewiduje się przekroczenie punktu początkowego odwrócenia zmian (75% wartości progowej dobrego stanu). W tym celu przeprowadza się prognozę analizy tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych.

Punkty, w których zaobserwowano znaczący i utrzymujący się trend wzrostowy przechodzą do dalszej analizy.

Krok 2 – Analiza tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń dla punktów i wskaźników wyselekcjonowanych w kroku 1

Rodzaj analizy: trendu.

Cel: analiza tendencji zmian stężeń zanieczyszczeń w okresie 2

W kroku 2, przeprowadza się analizę tendencji zmian stężeń dla punktów, które w okresie 1 zidentyfikowano znaczący i utrzymujący trend wzrostowy.

Krok 3 – Porównanie wyników analizy tendencji zmian stężeń w dwóch zakresach czasowych

Rodzaj analizy: porównanie.

Cel: porównanie i zidentyfikowanie, w których punktach i wskaźnikach nastąpiła zmiana rodzaju trendu ze znaczącego i utrzymującego się trendu wzrostowego z okresu 1 na trend malejący lub znacząco malejący w okresie 2

W kroku 3, porównano wyniki analiz, które zostały wyselekcjonowane w kroku 1 jako trendy znaczące i utrzymujące się wzrostowo z wynikami analiz otrzymanymi w kroku 2. Punkty, w których zaobserwowano zmianę rodzaju trendu z rosnącego na malejący lub znacząco malejący przechodzą do dalszej analizy.

Etap 2 – Analiza odwrócenia trendu

Etap 2 ma na celu wykonanie analizy odwrócenia trendu dla wskaźników wyselekcjonowanych w etapie 1. Przyjęty zakres czasowy jest dłuższy niż dla zwykłej analizy tendencji zmian, ponieważ minimalna wartość rocznych pomiarów nie może być mniejsza niż 14.

Krok 1 – Analiza tendencji odwrócenia zmian stężeń zanieczyszczeń wyselekcjonowanych w kroku 3

Rodzaj analizy: statystyczna.

Cel: identyfikacja, w których punktach pomiarowych i w jakich wskaźnikach fizyczno-chemicznych nastąpiło odwrócenie trendu

W kroku 1, sprawdza się, które punkty i wskaźniki fizyczno-chemiczne spełniają kryteria niezbędne do przeprowadzenia oceny odwrócenia trendu. W tym celu przeprowadza się analizę tendencji zmian stężeń w rozszerzonym zakresie czasowym, który zapewnia minimum 14 wartości pomiarowych rocznych wartości pomiarowych. A następnie przeprowadza się analizę odwrócenia trendu. W tym celu dopasowuje się model dwuodcinkowy do sporządzonych wcześniej wykresów z pojedynczymi trendami liniowymi. W poszerzonym modelu regresji dwuliniowej sprawdzana jest istotność statystyczna. W przypadku, gdy dla dopasowanych dwóch linii prostych regresji liniowych stwierdzono istotność statystyczną a dla modelu z jedną prostą regresji liniowej nie wykazano istotności statystycznej stwierdzamy odwrócenie trendu.

Podsumowując odwrócenie trendu następuje jeżeli:

Dla linii pierwszej wykazano:

- Trend rosnący dla minimum 4 wartości pomiarowych,
- Dopasowanie funkcji regresji: $R^2 > 0,6$,
- Istotność statystyczną: wartość $p \leq 0,05$.

Dla linii drugiej wykazano:

- Trend malejący dla minimum 4 wartości pomiarowych,
- Dopasowanie funkcji regresji: $R^2 > 0,6$,
- Istotność statystyczną: wartość $p \leq 0,05$.

3.1.2. TEST C.1 – OGÓLNA OCENA STANU CHEMICZNEGO

WPROWADZENIE

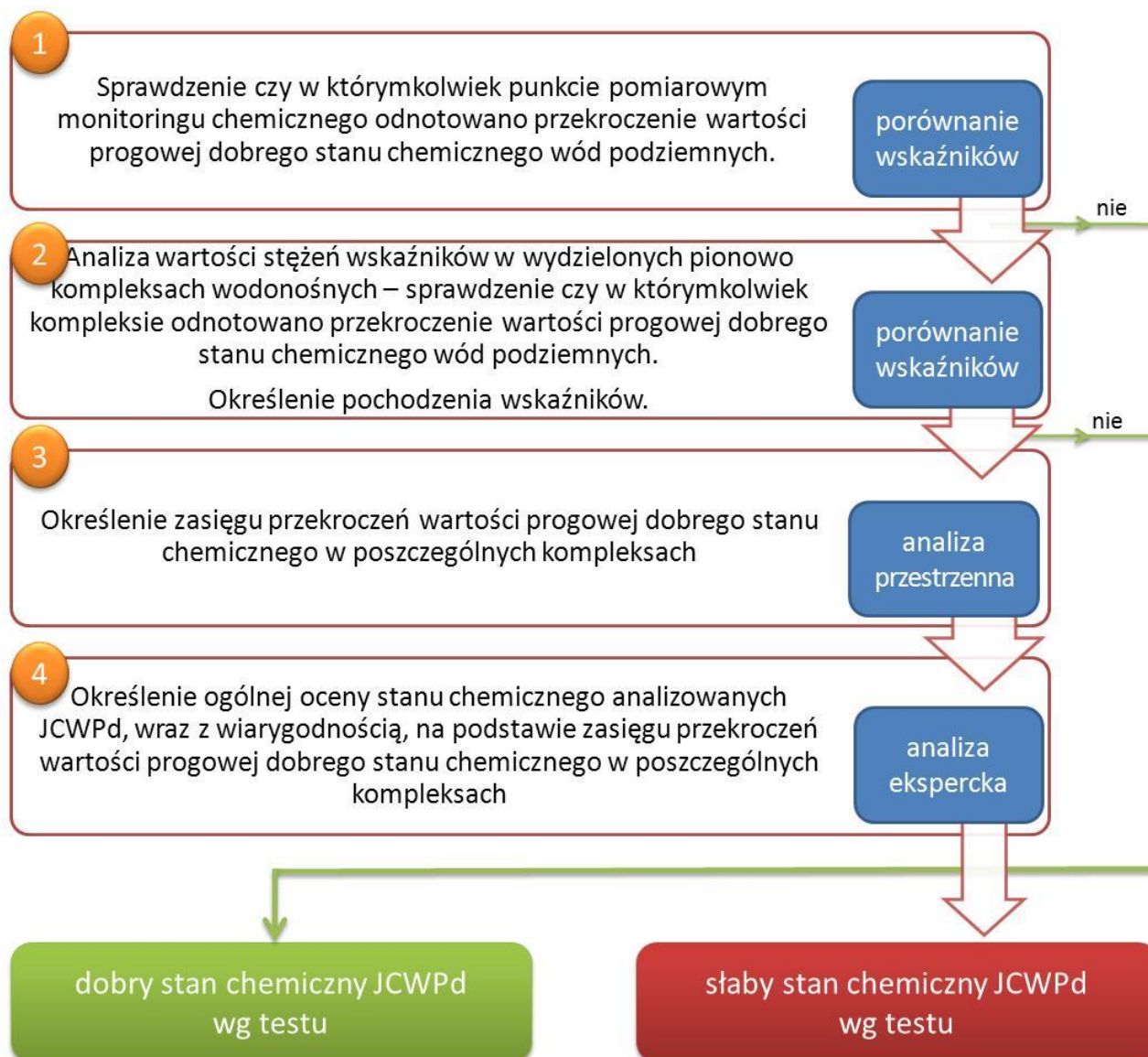
Test C.1, Ogólna ocena stanu chemicznego JCWPd, wykonywany jest w celu identyfikacji ryzyka związanego z zanieczyszczeniem wód podziemnych w całym obszarze JCWPd poprzez ustalenie zakresu wskaźników wpływających na słaby stan chemiczny JCWPd a także przestrzennego zasięgu zanieczyszczenia wód podziemnych. W pierwszym kroku oceny stanu chemicznego przeprowadza się, na podstawie analizy jakości wody w punktach pomiarowych, porównanie wartości stężeń wskaźników z obowiązującymi wartościami progowymi stanu dobrego (GWB-TV). W etapie tym dokonuje się także agregacji wartości stężeń w poszczególnych punktach monitoringowych. W kolejnych krokach dokonuje się analizy wartości stężeń w wydzielonych kompleksach wodonośnych w jednolitej części wód podziemnych oraz w obszarze całej JCWPd. W etapie tym dokonuje się także agregacji wyników punktowych w wydzielonych kompleksach wodonośnych w jednolitej części wód podziemnych oraz w obszarze całej JCWPd.

Warunkiem określenia dobrego stanu chemicznego JCWPd w teście jest wykazanie braku przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego, a w przypadku gdy występują przekroczenia wykazanie, że obszar na którym zidentyfikowano to przekroczenie nie jest większy od 20% całkowitej powierzchni JCWPd dla jednokompleksowych i 40% dla wielokompleksowych.

Aby móc wykonać ogólną ocenę stanu chemicznego JCWPd konieczna jest znajomość hydrodynamiki badanej jednostki. Informacje te dostępne są w postaci charakterystyk JCWPd, modeli koncepcyjnych, a w niektórych przypadkach w postaci modeli numerycznych JCWPd. Niezbędne dane, potrzebne do przeprowadzenia testu to wyniki oznaczenia składu chemicznego próbek wód z okresu, którego dotyczy ocena stanu, wyniki analizy hydrochemicznej wód podziemnych, wyniki analizy tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych w punktach pomiarowych i w obszarze JCWPd uznane za zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych a także wyniki analizy presji dla poszczególnych części i subczęści wód podziemnych.

W celu zapewnienia wysokiej wiarygodności oceny, do analizy i interpretacji wyników badań monitoringu chemicznego w teście C.1 – Ogólna ocena stanu chemicznego, należy wykorzystać jedynie wyniki analiz chemicznych, dla których obliczony błąd analizy nie przekracza 10%. Z dalszej analizy należy wykluczyć także punkty położone w obszarach współwystępowania zwykłych wód podziemnych z wodami mineralnymi. Próbkę pobrane z punktów położonych w obszarach współwystępowania zwykłych wód podziemnych z wodami mineralnymi charakteryzują się wielojonowym składem chemicznym i wysoką mineralizacją.

Algorytm testu ogólnej oceny stanu chemicznego przedstawia (Rysunek 7).



Rysunek 7. Schemat testu C.1. – Ogólna ocena stany chemicznego JCWPd

Jeśli w żadnym punkcie monitoringowym na obszarze analizowanej jednostki nie stwierdza się przekroczenia wartości progowych wskaźników zanieczyszczeń, to stan chemiczny jednolitej części wód podziemnych określa się jako dobry. W przypadku, gdy w co najmniej jednym punkcie monitoringowym wartości stężeń z ostatniego analizowanego roku przekraczają wartości progowe dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, konieczna jest dalsza analiza jakości wód podziemnych.

Z uwagi na skomplikowaną budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne na przeważającym obszarze Polski oraz fakt występowania wód podziemnych w JCWPd w wielopoziomowych strukturach mających charakter wielopiętrowych jednostek hydrogeologicznych składających się najczęściej z kilku pięter, a niekiedy nawet ponad dziesięciu poziomów wodonośnych stwierdzono, że objęcie monitoringiem wszystkich poziomów czy pięter nie jest możliwe. Dlatego pogrupowano poszczególne poziomy i/lub piętra w trzy kompleksy wodonośne, uwzględniając zarówno warunki hydrogeologiczne, dynamikę krążenia wód oraz presję wywieraną na nie. I tak:

1. **Pierwszy kompleks wodonośny** to poziomy wodonośny o zwierciadle swobodnym, lokalnie napiętym, pozostające w bezpośrednim kontakcie z wodami powierzchniowymi i ekosystemami zależnymi od wód. **Charakteryzuje się on zazwyczaj wysoką podatnością na zanieczyszczenie z powierzchni terenu.**
2. **Drugi kompleks wodonośny** tworzą poziomy wodonośny o zwierciadle napiętym, niepozostające w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z wodami pierwszego kompleksu. **Kompleks ten często stanowi podstawę zbiorowego zaopatrzenia w wodę do spożycia.**
3. **Trzeci kompleks wodonośny** to najniżej rozpoznane użytkowe poziomy wodonośnych, **pozostające niekiedy w kontakcie z niżej występującymi poziomami wód słonych.**

Wymogi RDW w stosunku do wód podziemnych wskazują na konieczność traktowania różnych użytkowników/odbiorców wód podziemnych (społeczeństwo, ekosystemy lądowe, wody powierzchniowe) równorzędnie. Kompleksy pierwszy i drugi mają największe znaczenie użyteczności w zaopatrzeniu ludzi w wodę pitną oraz pozostają w relacjach z ekosystemami lądowymi zależnymi od wód podziemnych i wodami powierzchniowymi. Dlatego przy określaniu stanu chemicznego całej JCWPd, stan tych kompleksów ma decydujące znaczenie. Ze względu na to, że wody trzeciego kompleksu wodonośnego mogą lokalnie współwystępować z wodami mineralnymi i często nie mają znaczenia użytkowego, przyjęto, że stan chemiczny w danej JCWPd określany jest jako dobry pomimo stwierdzonych przekroczeń wartości progowych (GWB-TV) w tym kompleksie.

Zaktualizowane przez PIG-PIB w 2020 roku charakterystyki oraz geobaza JCWPd, będące zbiorem danych o jednolitych częściach wód podziemnych, pozwalają na przyporządkowanie wszystkich punktów pomiarowych monitoringu wód podziemnych do wydzielonych w pionie kompleksów wodonośnych. Odkryto się to poprzez analizę profili hydrogeologicznych punktów monitoringowych, przekrojów hydrogeologicznych w obszarach JCWPd a czynnikami decydującymi była stratygrafia ujmowanych utworów, głębokość występowania stropu warstw wodonośnych, charakter i położenie zwierciadła wody.

Analiza przebiega w odniesieniu do kompleksów wodonośnych. Obliczane są średnie wartości stężeń poszczególnych wskaźników z punktów monitoringowych ujmujących badane kompleksy wodonośne z poszczególnych lat. Agregacja danych daje poglądowe spojrzenie na średnie wartości stężeń poszczególnych wskaźników w kompleksach i w JCWPd. Brak przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych dla wartości średnich pozwala przypuszczać, że odnotowane przekroczenia TV w pojedynczych punktach występują lokalnie i nie mają wpływu na stan chemiczny w całej jednostce. Wartości stężeń poszczególnych wskaźników w punktach monitoringowych ujmujących badany kompleks wodonośny porównuje się z wartościami progowymi stanu chemicznego dobrego w celu ustalenia stanu chemicznego kompleksów w danej JCWPd. Następnie ustalany jest zasięg przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. W ostatnim kroku ustala się ogólny stan chemiczny JCWPd na podstawie wyników oceny stanu chemicznego poszczególnych kompleksów wodonośnych oraz ich wiarygodność.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA TESTU

- wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych uzyskanych w ramach monitoringu stanu chemicznego funkcjonującego w PMŚ oraz z działalności PSH, z roku dla którego wykonywana jest ocena stanu;

- wyniki analizy presji dla poszczególnych części wód podziemnych;
- modele pojęciowe i charakterystyki JCWPd;
- geobaza JCWPd.

Wskaźniki fizyczno-chemiczne

Podstawą do wykonania oceny stanu chemicznego są wyniki analiz wskaźników fizyczno-chemicznych oznaczanych podczas monitoringu chemicznego wód podziemnych z roku dla którego wykonywana jest ocena.

Zgodnie z aktualnym stanem prawnym, lista wskaźników fizyczno-chemicznych koniecznych do uwzględnienia podczas monitoringu diagnostycznego stanu chemicznego wód podziemnych jest regulowana Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 9 października 2019 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2147) i zawiera 32 wskaźniki (odczyn pH, ogólny węgiel organiczny, przewodność elektrolityczna właściwa w 20°C, temperatura, tlen rozpuszczony, antymon, jon amonowy, arsen, azotany, azotyny, bor, chlorki, chrom, cyjanki wolne, fluorki, fosforany, glin, kadm, magnez, mangan, miedź, nikiel, ołów, potas, rtęć, siarczany, selen, srebro, sól, wapń, wodorowęglany, żelazo). Dodatkowo oznacza się 10 następujących wskaźników nieorganicznych wybranych spośród nieobowiązkowych wskaźników określonych w załączniku 6 ww rozporządzenia: bar, beryl, cyna, cynk, kobalt, molibden, tal, tytan, uran i wanad oraz 5 wskaźników organicznych: pestycydy, trichloroeten, tetrachloroeten, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA, indeks fenolowy.

Zakres monitoringu operacyjnego stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych określony w RMGMIŻŚ z dnia 9 października 2019 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2147) obejmuje pomiary wskaźników fizykochemicznych określonych w załączniku nr 6 do ww rozporządzenia, z tym, że są to wskaźniki charakteryzujące rodzaj zidentyfikowanych oddziaływań antropogenicznych mających wpływ na badane wody podziemne oraz wskaźniki, których wartości, stwierdzone na podstawie monitoringu diagnostycznego stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych, są wyższe od wartości progowych dobrego stanu chemicznego.

W odniesieniu do wskaźników, które powinny być brane pod uwagę w ocenie stanu chemicznego wód podziemnych, zgodnie z zaleceniami DWP, procedurę oceny stanu powinno przeprowadzać się w stosunku do zanieczyszczeń, które przyczyniły się do zaklasyfikowania JCWPd lub grupy takich części jako „zagrożone”. Podczas pierwszych lat funkcjonowania monitoringu przeprowadzono ocenę presji wywieranej na wody podziemne, określając jakie substancje i wskaźniki mogą mieć podwyższone wartości wywołane tą presją i stwierdzono, że zakres badań uwzględniający wyżej wymienione wskaźniki nieorganiczne w pełni je obejmuje.

OPIS METODYKI

Krok 1: porównanie wartości stężeń z wartościami progowymi dobrego stanu chemicznego wód podziemnych.

Rodzaj analizy: porównanie wskaźników

Cel: sprawdzenie, czy (i w odniesieniu do jakich wskaźników) nastąpiło przekroczenie wartości stężeń wskaźników w stosunku do wartości progowych.

W kroku tym sprawdza się, czy w obszarze JCWPd w jakimkolwiek punkcie monitoringowym wystąpiło przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych dla wartości stężeń z ostatniego analizowanego roku. Jeżeli nie wystąpiło, JCWPd przypisuje się dobry stan chemiczny, w przeciwnym przypadku przystępuje się do realizacji kroku 2.

W przypadku, gdy w danym punkcie w ciągu roku pobrano więcej niż jedną próbkę do przeprowadzenia analizy fizyczno-chemicznej, do dalszych obliczeń przyjęto wartość równą średniej arytmetycznej stężeń badanych elementów fizyczno-chemicznych, tzw. „wartość regularyzowana”. Wartości oznaczeń poniżej granicy oznaczalności (<LOQ) zastąpiono wartościami równymi połowie granicy oznaczalności (<LOQ = 1/2 LOQ) zgodnie z wymogami Dyrektywy 2009/90/WE.

Krok 2 – analiza wartości stężeń wskaźników w wydzielonych pionowo kompleksach wodonośnych i w JCWPd dla ostatniego badanego roku

Rodzaj analizy: porównanie wskaźników

Cel: sprawdzenie, czy (i w odniesieniu do jakich wskaźników) nastąpiło przekroczenie wartości stężeń wskaźników w stosunku do wartości progowych.

Jeżeli wartości stężeń poszczególnych wskaźników wskazują na przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego w co najmniej jednym punkcie monitoringowym, to kolejnym etapem analizy jest sprawdzenie, na ile przekroczone wartości stężeń stanowią zagrożenie dla jakości wód podziemnych w kontekście całej jednolitej części wód podziemnych.

W pierwszym kroku analizy dokonuje się porównania otrzymanych wartości stężeń poszczególnych wskaźników w punktach monitoringowych ujmujących badany kompleks wodonośny z wartościami progowymi dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. W przypadku nieprzekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego uznaje się badany kompleks wodonośny za będący w dobrym stanie chemicznym, w przeciwnym razie należy przeanalizować charakter wskaźników i określić ich pochodzenie (geogeniczne czy antropogeniczne?). Porównanie to wykonuje się dla danych z ostatniego badanego roku.

Krok 3 – określenie zasięgu przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego w poszczególnych kompleksach i w JCWPd

Rodzaj analizy: przestrzenna

Cel: określenie zasięgu przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego

Zasięg przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego wyznacza się biorąc pod uwagę stosunek całkowitej powierzchni JCWPd do powierzchni scalonych zlewni wód powierzchniowych, w których zlokalizowane

są punkty monitoringowe, w których odnotowano przekroczenie wartości progowych dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Wykorzystanie powierzchni scalonych części wód powierzchniowych (SCWP) jest szczególnie uzasadnione w przypadku wód pierwszego kompleksu wodonośnego, ponieważ są to głównie wody o zwierciadle swobodnym, pozostające w relacjach z wodami powierzchniowymi i ekosystemami lądowymi zależnymi od wód podziemnych. Kompleks drugi to wody poziomów użytkowych o zwierciadle napiętym, lokalnie swobodnym, bardzo często o zasięgu regionalnym wykraczającym poza granice danej JCWPd. W tym przypadku określenie zasięgu zanieczyszczenia stwierdzonego w punkcie badawczym jest bardziej skomplikowane i powinno być wykonane przez eksperta – hydrogeologa. Wymaga to wykorzystania szeregu dodatkowych danych źródłowych i informacji o systemie hydrogeologicznym, np. z modelu pojęciowego JCWPd, bazy danych MhP (jednostki hydrogeologiczne MhP) i innych. Należy również wykorzystać metody interpretacji przestrzennej oparte na interpolacji i ekstrapolacji wartości stężeń oznaczonych w punktach badawczych, posilając się wiedzą o warunkach filtracji i transportu substancji w wodach podziemnych.

Zasięg przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego obliczany jest dla każdego punktu monitoringowego, w którym odnotowano przekroczenie GWB-TV. W sytuacji, gdy jest więcej niż jeden obszar przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego, obliczone powierzchnie są sumowane.

Krok 4 – Ogólna ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych

Rodzaj analizy: ekspercka

Cel: ogólna ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd

Ogólna ocena stanu chemicznego analizowanych JCWPd określana jest na podstawie sumarycznego zasięgu przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego w poszczególnych kompleksach wodonośnych.

Uwzględniając wielokompleksowość JCWPd, ustalono, że maksymalna dopuszczalna powierzchnia zasięgu zanieczyszczeń w JCWPd jednokompleksowych wynosi 20% powierzchni JCWPd. W wielokompleksowych JCWPd, gdy w pierwszym kompleksie wodonośnym odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego a w drugim nie, maksymalny zasięg zanieczyszczeń może wynosić 40%. W sytuacji, gdy nie odnotowano przekroczeń w pierwszym kompleksie tylko w drugim, maksymalny dopuszczalny zasięg przekroczeń wartości progowej dobrego stanu może wynosić 20% analizowanej JCWPd. Związane jest to z tym, że wody drugiego kompleksu stanowią na ogół poziomy użytkowe. Jeżeli JCWPd, w której istnieją co najmniej dwa kompleksy wodonośne, i w obu odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, suma oszacowanych zasięgów przekroczeń wartości progowej dobrego stanu dla obu kompleksów nie może przekraczać 40%, przy czym w kompleksie drugim zasięg odnotowanych przekroczeń TV nie może być większy od 20% (Tabela 3). W końcowej ocenie stanu chemicznego JCWPd brane są wyniki analizy tendencji stężeń i wartości pomiarów wskaźników fizyczno-chemicznych i wartości średnie obliczone na podstawie danych z ostatnich sześciu lat. Wynik analizy tendencji zmian służy identyfikacji znaczących i utrzymujących się trendów wzrostowych stężeń zanieczyszczeń w punktach jak i w obszarze całej JCWPd. Wyniki tej analizy a także zestawienie wartości średnich stężeń z ostatnich sześciu lat dają podstawę do tego aby stwierdzić czy odnotowane przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego JCWPd mają charakter incydentalny czy trwałe. Jest to zatem informacja wspomagająca wynik oceny stanu chemicznego według testy C.1.

Ostatnim elementem kroku jest określenie wiarygodności oceny stanu JCWPd. Jako kryterium wiarygodności przyjęto liczbę punktów wykorzystanych do oceny danej JCWPd (Tabela 3).

Tabela 3. Test C.1 – Kryteria oceny stanu i jej wiarygodności JCWPd

Przypadek	Kompleks 1		Kompleks 2		Stan chemiczny JCWPd	Wiarygodność oceny stanu
	Stan kompleksu	Zasięg przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego	Stan kompleksu	Zasięg przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego		
1	dobry	<20%	brak danych		dobry	DD
2						DN
3	słaby	>20%	brak danych		słaby	SD
4						SN
5	brak danych		dobry	<20%	dobry	DD
6						DN
7	brak danych		słaby	>20%	słaby	SD
8						SN
9	dobry	<40%	dobry	brak przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego	dobry	DD
10						DN
11	słaby	>40%			słaby	SD
12						SN
13	dobry	brak przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego	dobry	<20%	dobry	DD
14						DN
15			słaby	>20%	słaby	SD
16						SN
17	dobry	<20%	dobry	<20%	dobry	DD
18						DN
19	słaby	>20%	słaby	>20%	słaby	SD
20						SN
21	słaby	>20%	dobry	<20%	dobry $\Sigma < 40\%$	DD
22					DN	
23					słaby $\Sigma > 40\%$	SD
24					SN	
25	dobry	<20%	słaby	>20%	dobry $\Sigma < 40\%$	DD
26					DN	
27					słaby $\Sigma > 40\%$	SD
28					SN	

DN – stan dobry, niska wiarygodność oceny: liczba punktów monitoringowych ≤ 3 ;

DD – stan dobry, dostateczna wiarygodność oceny: liczba punktów monitoringowych ≥ 4 ;

SN – stan słaby, niska wiarygodność oceny: liczba punktów monitoringowych ≤ 3 ;

SD – stan słaby, dostateczna wiarygodność oceny: liczba punktów monitoringowych ≥ 4 .

3.1.3. TEST C.2/I.2 – OCENA WPŁYWU INGRESJI I ASCENZJI WÓD SŁONYCH LUB INNYCH NA STAN WÓD PODZIEMNYCH

CEL TESTU

Celem testu jest identyfikacja występowania procesów ascenzji lub ingresji wód słonych i innych wód zdegradowanych do poziomów wód słodkich na obszarze JCWPd oraz ocena, czy zjawiska te zostały wywołane czynnikami antropogenicznymi (np. wzmożoną eksploatacją ujęć, odwodnieniami górniczymi lub innymi, np. melioracjami odwadniającymi itp.).

Ocena polega na stwierdzeniu czy w wodach podziemnych zostały przekroczone wartości kryterialne dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, w odniesieniu do wskaźników indykatywnych ingresji lub ascenzji wód słonych, w powiązaniu z oceną znaczących i utrzymujących się tendencji wzrostowych stężeń analizowanych wskaźników oraz identyfikacją współwystępowania antropopresji wywołującej oba procesy.

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

Test należy wykonać łącznie do oceny stanu chemicznego i ilościowego, ponieważ wystąpienie ingresji lub ascenzji skutkuje oceną słabą JCWPd w obu tych przypadkach, ale tylko wtedy, gdy ingresja lub ascenzja wywołane zostały poborem wód lub zmianą warunków ich przepływu w wyniku gospodarczej działalności człowieka, a jego skutkiem jest wzrost zasolenia wód podziemnych.

Przeprowadzenie testu C.2/I.2 wymaga wykonania wieloetapowej analizy, pozwalającej na sklasyfikowanie punktów monitoringowych pod kątem przekroczeń wartości progowych oraz standardów jakości wód podziemnych dla wybranych kluczowych parametrów: PEW i wskaźników np. Cl, Na i SO₄, wpływu presji antropogenicznej lub sytuacji hydrogeologicznej w rejonie lokalizacji punktów obserwacyjnych.

Na końcowe wyniki testu C.2/I.2 mają wpływ także dane odnośnie poboru wód podziemnych. Należy jednak zaznaczyć, że w najbliższej ocenie stanu JCWPd według danych za 2019 r., końcowe wyniki niniejszego testu, zwłaszcza wyniki wskazujące na słaby stan jednolitych części wód podziemnych JCWPd poddawanych ocenie, nie powinny mieć decydującego wpływu na ogólną ocenę stanu jednolitych części wód podziemnych ze względu na brak dostępnych, aktualnych danych (w analizie presji za 2019 rok wykorzystywane będą dane z bazy POBORY, o stanie aktualności na 2017 rok). W przypadku dostępności aktualnych i równoczesowych (z tego samego roku) danych dotyczących wielkości poborów, niezbędnych do jego realizacji, oraz wyników badań chemicznych wody wyniki testu będzie można uznać za wiarygodne w kontekście oceny stanu JCWPd.

Podstawową informacją wyjściową dla przeprowadzenia testu powinna być identyfikacja obszarów, w których warunki geologiczne i hydrogeologiczne, przy istniejącym poborze wód podziemnych mogłyby sprzyjać zachodzeniu procesów ascenzji lub ingresji. Ponieważ w dostępnej literaturze brak jest powołań na opracowania, wskazujące i szczegółowo charakteryzujące omawiane obszary w skali całego kraju lub są to informacje jedynie ogólne dotyczące najczęściej charakterystyk regionalnych lub zjawisk incydentalnych, o genezie zarówno antropogenicznej, jak również naturalnej, wykonanie przedmiotowego testu każdorazowo wymaga indywidualnej analizy warunków hydrogeologicznych w rejonach wytypowanych podczas analiz realizowanych w ramach poszczególnych etapów testu.

Ocena wpływu wód słonych lub wód zdegradowanych na wody słodkie poziomów wodonośnych w jednolitych częściach wód podziemnych powinna uwzględniać następujące elementy:

- kryteria oceny stanu chemicznego wód podziemnych w teście (wartości kryterialne zawartości poszczególnych wskaźników),
- zakres przekroczeń,
- lokalizacja przekroczeń,
- identyfikacja czynników antropogenicznych wywierających presję ilościową, wywołujących bądź sprzyjających utrzymywaniu się zjawisk ingresji lub ascenzji,
- agregacja danych,
- stopień wiarygodności oceny stanu w teście.

WARUNEK PODSTAWOWY PRZEPROWADZENIA TESTU

Za wskaźnik wystąpienia ingresji lub ascenzji wód słonych uznano stężenia jonów: Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ oraz wartość przewodności elektrolitycznej właściwej PEW. Jako kryterium oceny, przyjmuje się wartości kryterialne, odpowiadające 75% wartości progowych dobrego stanu chemicznego GWB-TV dla wartości PEW, stężeń chlorków (Cl^-), siarczanów (SO_4^{2-}) i sodu (Na^+), określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148), (Tabela 4). Zgodnie z zapisami wymienionego powyżej rozporządzenia 75% wartości progowej jest punktem początkowym inicjowania działań mających odwrócić znaczące statystycznie i utrzymujące się trendy wzrostowe. Zasadne wydaje się ustalenie wartości kryterialnej w teście C.2/I.2 na tym poziomie w celu zidentyfikowania wartości stężeń substancji indykatorywnych przed osiągnięciem wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych.

Tabela 4. Wartości kryterialne wskaźników jakości wody podziemnej indykatorywnych dla oceny ingresji lub ascenzji wód słonych

Wskaźnik jakości wody	Jednostka	Wartość progowa GWB-TV dobrego stanu	Wartość kryterialna
Przewodność elektrolityczna właściwa w 20 °C	μS/cm	2500	1875
Chlorki	mg Cl/l	250	187,5
Siarczany	mg SO ₄ /l	250	187,5
Sód	mgNa/l	200	150

Nieodłącznym elementem analizy jest identyfikacja punktów monitoringowych, w których przekroczeniu jednego ze wskaźników w wodzie: Cl, SO₄ i Na lub ewentualnie innych istotnych wskaźników towarzyszy jednoczesny znaczący i utrzymujący się trend wzrostowy wartości PEW. Wartości kryterialne są więc rozpatrywane obligatoryjnie w połączeniu z oceną trendów zmian. Dopływ wód o podwyższonej wartości PEW lub wód słonych musi być wywołany poborem wód podziemnych i jednocześnie musi utrzymywać się trend wzrostu zawartości wskaźnika tzn. w ramach realizacji testu nie powinny być brane pod uwagę czasowe wpływy wód słonych, ale dopływ wód zasolonych lub zdegradowanych, wywołany poborem wód podziemnych, przy stałym i utrzymującym się trendzie wzrostu zawartości kluczowych wskaźników.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA TESTU

- wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych w zakresie stężeń jonów: Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ oraz wartości PEW pochodzące z monitoringu wód podziemnych, uzyskanych w ramach PMŚ oraz działalności PSH, w danym roku dla którego wykonywana jest ocena stanu JCWPd;
- wyniki analizy tendencji zmian stężeń wskaźników indykatorywnych w punktach monitoringowych;
- dane o poborze wód podziemnych – baza POBORY i stopień wykorzystania dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych;
- charakterystyki JCWPd 172;
- wyniki oceny presji dla poszczególnych części i subczęści wód podziemnych;
- modele pojęciowe i poszerzone charakterystyki JCWPd.

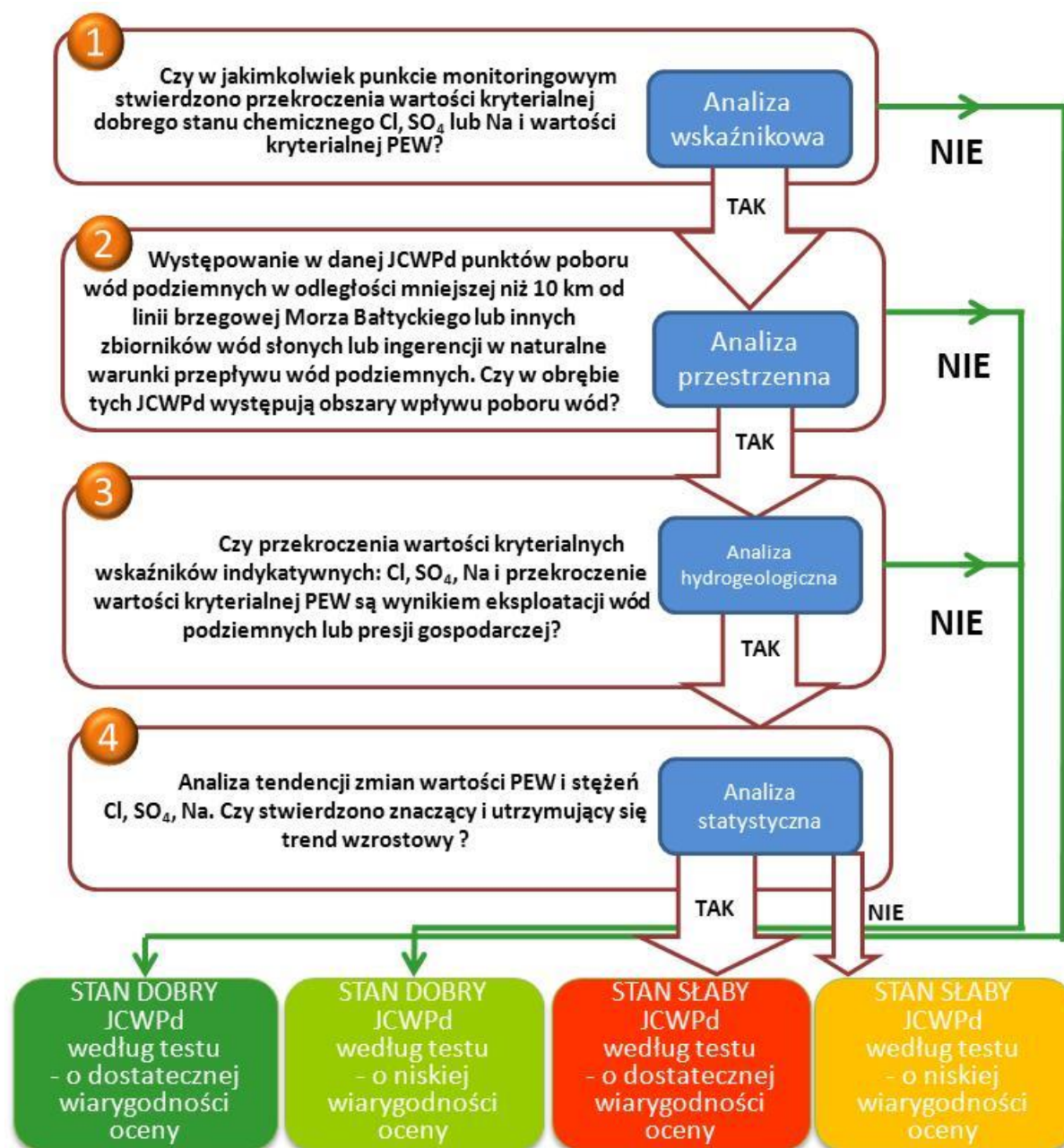
OPIS METODYKI

Ocena polega na stwierdzeniu czy w wodach podziemnych zostały przekroczone wartości kryterialne dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, w odniesieniu do wskaźników indykatorywnych ingresji lub ascenzji wód słonych (Tabela 4), w powiązaniu z oceną znaczących i utrzymujących się tendencji wzrostowych stężeń analizowanych wskaźników (Rozdział 3.1.1).

W realizacji testu przyjęto, że dobry stan wód podziemnych w JCWPd nie został osiągnięty jeżeli spełnione są wszystkie następujące warunki:

- średnie arytmetyczne wartości wyników oznaczeń Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ oraz pomiarów PEW (dla punktu monitoringowego, w danym roku dla którego wykonywana jest ocena stanu JCWPd) przekroczyły wartości kryterialne dobrego stanu wód podziemnych ustalone dla testu C.2/1.2;
- w punktach, w których występują przekroczenia wartości kryterialnych stanu dobrego poszczególnych wskaźników, obserwuje się trend znaczący wzrostowy dla jednego, lub większej liczby wskaźników;
- stwierdzono obniżenie się poziomu zwierciadła wód podziemnych wywołane gospodarczą działalnością człowieka w obszarze, gdzie znajdują się punkty monitoringowe, w których stwierdzono przekroczenie wartości kryterialnych dobrego stanu chemicznego w odniesieniu do indykatorywnych wskaźników zasolenia.

Schemat oceny wpływu ingresji i ascenzji wód słonych lub innych wód zdegradowanych na stan wód podziemnych przedstawiono na Rysunek 8.



Rysunek 8. Schemat oceny wpływu ingresji i ascencji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych

Krok 1 – Analiza przekroczeń wartości kryterialnych

Rodzaj analizy: wskaźnikowa

Cel: identyfikacja punktów obserwacyjnych, w których stwierdzono przekroczenia przyjętych wartości kryterialnych odpowiednich dla testu C.2

Na tym etapie analizy spośród punktów monitoringowych, w których zostały wykonane analizy składu chemicznego wód podziemnych, następuje identyfikacja punktów obserwacyjnych, w których stwierdzono przekroczenia przyjętych wartości kryterialnych wskaźników: PEW, Cl, SO₄ oraz Na lub ewentualnie także innych specyficznych wskaźników, istotnych przy opracowaniu przedmiotowego testu. Jako wartości

kryterialne zdecydowano się przyjąć wyniki zawartości wyżej wymienionych wskaźników stanowiące 75% wartości progowych dobrego stanu chemicznego, według Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2019 poz. 2148) Tabela 3.

Krok 2 – Analiza presji

Rodzaj analizy: przestrzenna

Cel: identyfikacja punktów monitoringowych znajdujących się w zasięgu oddziaływania czynników antropogenicznych

Na tym etapie testu na podstawie m.in. analizy przestrzennej następuje identyfikacja punktów monitoringowych znajdujących się w zasięgu oddziaływania czynników antropogenicznych mogących stanowić przyczynę powstania lub nasilenia się procesów ascenzji lub ingresji, do których należą m. in.:

- wpływ eksploatacji ujęć wód podziemnych,
- odwodnienia górnicze lub inne,
- melioracje odwadniające.

Krok 3 – Analiza lokalnej sytuacji hydrogeologicznej

Rodzaj analizy: analiza hydrogeologiczna

Cel: powiązanie przekroczeń wartości kryterialnych dobrego stanu chemicznego wskaźników indykatorywnych dla zasolenia z gospodarczą działalnością człowieka

Analiza lokalnej sytuacji hydrogeologicznej wymaga szczegółowego rozpatrzenia uwarunkowań geologicznych i hydrogeologicznych na obszarach, w których znajdują się punkty obserwacyjne wód podziemnych wytypowane na podstawie wcześniejszych etapów testu, także ich położenie pod względem odległości od strefy brzegowej Morza Bałtyckiego lub innych zbiorników wód słonych lub np. zanieczyszczonych. Jako odległość znaczącą dla procesów ingresji uznano pas o szerokości do 10 km od strefy brzegowej. Pod uwagę brane są m.in. uwarunkowania strukturalne, identyfikacja warstw wodonośnych z występującymi w nich wodami zasolonymi lub zanieczyszczonymi oraz ocena możliwości występowania procesów ingresji lub ascenzji tych wód przez warstwy izolujące do wód słodkich, które występują w położonych płycej poziomach wodonośnych. Podczas analizy prowadzone jest rozpoznanie czy procesy ascenzji lub ingresji zachodzą pod wpływem antropopresji np. związanej z poborem wód podziemnych, czy też są wynikiem procesów geogenicznych. W przypadku, gdy przekroczenie wartości kryterialnej dobrego stanu chemicznego wskaźników indykatorywnych w wodach podziemnych nie zostały spowodowane poborem wód stan JCWPd jest określany jako dobry (o niskiej wiarygodności).

Krok 4 – Analiza tendencji zmian stężeń wskaźników, których wartości kryterialne zostały przekroczone

Rodzaj analizy: statystyczna

Cel: identyfikacja punktów obserwacyjnych, w których stwierdzono występowanie znaczących trendów rosnących wskaźników analizowanych w teście C.2/I.2

Wśród punktów monitoringowych, które zostały wyłonione na etapie analizy przekroczeń wartości kryterialnych w wodach podziemnych, w rezultacie wykonania analizy trendów zmian stężeń wskaźników: PEW, Cl, SO₄ oraz Na następuje identyfikacja znaczących, utrzymujących się trendów rosnących wartości wybranych, wyżej wymienionych wskaźników w punktach obserwacyjnych, na podstawie danych z rozpatrywanego okresu prowadzenia badań monitoringowych

WYZNACZANIE OCENY KOŃCOWEJ I JEJ WIARYGODNOŚĆ

Ostatni etap testu polega na skontrolowaniu stopnia wiarygodności oceny przyznanej JCWPd. W tym celu, wyniki z poszczególnych analiz/kroków należy poddać ocenie zgodnie z założeniami przedstawionymi w Tabeli 5:

Tabela 5. Kryteria wiarygodności wyników testu C.2/I.2 – ocena wpływu ingresji i ascenzji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych

STAN DOBRY	Dostateczna wiarygodność oceny	Brak stwierdzonych przekroczeń wartości kryterialnych kluczowych wskaźników.
	Niska wiarygodność oceny	Przekroczenia wartości kryterialnych wskaźników indykatorywnych nie wynikają z presji.
STAN SŁABY	Niska wiarygodność oceny	Występują przekroczenia wartości kryterialnych kluczowych wskaźników w wodach, w obszarach znajdujących się pod wpływem poboru lub presji innego typu. Brak utrzymującego się statystycznie istotnego trendu wzrostowego zawartości przekroczonych wskaźników.
	Dostateczna wiarygodność oceny	Występują przekroczenia wartości kryterialnych zawartości kluczowych wskaźników w obszarach znajdujących się pod wpływem presji wywołanej poborem lub presją innego typu, przy utrzymującym się, statystycznie istotnym trendzie rosnącym zawartości przekroczonych wskaźników.

KOMENTARZ

Podczas realizacji testu napotkać można na wiele trudności i problemów, które należy mieć na uwadze interpretując uzyskane wyniki końcowe. Główna trudność polega na stwierdzeniu czy przekroczenie wartości kryterialnych zostało spowodowane dopływem (ingresją lub ascenzją) wód słonych w warunkach zmiany naturalnego reżimu wód podziemnych przez ingerencję człowieka. A więc po stwierdzeniu, że w obrębie JCWPd występują wody „zasolone” należy obligatoryjnie ustalić przyczynę pojawienia się zasolenia.

W stosunku do metodyki z 2015 r. (Kuczyńska i in., 2015) zmianie uległy wartości kryterialne wskaźników rozpatrywanych w teście – przyjęto 75% wartości progowych dla stanu dobrego (III klasa) PEW, SO₄, Cl i Na według Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2019 poz. 2148).

3.1.4. TEST C.3 – OCHRONA EKOSYSTEMÓW LĄDOWYCH ZALEŻNYCH OD WÓD PODZIEMNYCH

CEL TESTU

Celem testu jest identyfikacja zagrożenia dla funkcjonowania i bioróżnorodności ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych (ELZPd, ang. GWDTE) wywołanego antropogeniczną zmianą składu chemicznego wód podziemnych w obszarze zasilania ELZPd. Identyfikacja zagrożenia następuje poprzez stwierdzenie, czy w wodach podziemnych zasilających ELZPd nastąpiło przekroczenie wartości kryterialnych stężeń pierwiastków biogennych limitujących produkcję pierwotną. W ELZPd do tych pierwiastków należą N, P i K, powszechnie uznane za najważniejsze czynniki kontrolujące stabilność bioróżnorodności ekosystemów. Z tego powodu monitoring hydrogeochemiczny ELZPd powinien być ukierunkowany przede wszystkim na stężenia tych składników odżywczych.

Koncepcja testu zakłada wykorzystanie wyników oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pobranych z punktów pomiarowych sieci monitoringu wód podziemnych w ramach realizacji zadań państwowej służby hydrogeologicznej oraz monitoringu stanu zachowania siedlisk przyrodniczych, realizowanych przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIE

Warunek dobrego stanu JCWPd w zakresie oddziaływania na ELZPd nie jest spełniony, gdy występuje zagrożenie pogorszenia stanu ELZPd wynikające z oddziaływania chemicznego wód podziemnych. Analiza przeprowadzana jest w odniesieniu do wszystkich typów ELZPd na podstawie przyjętych wartości kryterialnych C_v stężeń wybranych wskaźników biogennych, charakterystycznych dla każdego typu siedlisk lub zbiorowisk roślinnych. Wprowadzone w teście C.3 wartości kryterialne są zaostrzone w stosunku do wartości progowych dobrego stanu chemicznego. W celu odróżnienia ich od wartości kryterialnych stosowanych w innych testach, wprowadza się oznaczenie $CV_{ELZPd} - B_n$, gdzie B – wskaźnik biogeny, n – stanowi typ siedliska/zbiorowiska.

Jeśli w żadnym punkcie monitoringowym reprezentatywnym dla ELZPd na obszarze analizowanej jednostki nie stwierdza się przekroczenia wartości kryterialnych $CV_{ELZPd} - B_n$ wskaźników biogennych (N, P i K), to stan chemiczny jednolitej części wód podziemnych wg tego testu określa się jako dobry. W przypadku, gdy w co najmniej jednym punkcie reprezentatywnym dla ELZPd wartości stężeń przekraczają ekologiczne wartości kryterialne dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, konieczna jest dalsza analiza jakości wód podziemnych.

WARUNEK PODSTAWOWY MOŻLIWOŚCI PRZEPROWADZENIA TESTU

Test w zakresie oceny zagrożenia pogorszeniem stanu ELZPd, wynikającego z oddziaływania chemicznego wód podziemnych wykonywany jest pod warunkiem, że istnieją wyniki jakości wód podziemnych w punktach reprezentatywnych dla tej oceny.

WPROWADZENIE

Ekosystemy lądowe zależne od wód podziemnych definiowane są jako naturalne ekosystemy, które wymagają dostępu do wód podziemnych w celu zapewnienia podstawowych potrzeb wodnych niezbędnych do zachowania ich siedlisk i gatunków (Laio i in., 2009; Kupfersberger i in., 2010; Bertrand i in., 2012). Powszechnie funkcjonującymi synonimami do terminu „ekosystemy lądowe zależne od wód” są mokradła i siedliska hydrogeniczne. Ochrona ELZPd, ze względu na ich ogromne znaczenie przyrodnicze oraz dużą wrażliwość na zmiany warunków wodnych, jest jednym z najważniejszych zagadnień Polityki Wodnej Państwa 2030 (PWP 2030), Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r.), Dyrektywy Siedliskowej (Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory).

Zróznicowanie warunków siedliskowych w ELZPd determinowane jest przez trzy podstawowe gradienty ekologiczne – zasobności w sole mineralne, poziomu wody i żyzności. Czynniki hydrogeologiczne jest kluczowy w kształtowaniu wszystkich tych gradientów. Gradient zasobności w sole mineralne (w którym szczególne znaczenie mają kationy metali) uzależniony jest od interakcji ELZPd z lokalnymi, subregionalnymi i regionalnymi systemami przepływu wód podziemnych oraz budowy geologicznej zlewni, w szczególności składu mineralogicznego (Dahl et al., 2007; Tóth, 1963). W warunkach naturalnych, niezaburzonych antropogenicznie, gradient zasobności wzrasta ze zwiększeniem skali systemu wodonośnego, zasilających ELZPd. Gradient poziomu wody jest zależny od umiejscowienia ELZPd w układzie hydrodynamicznym (strefie zasilania, tranzytu i drenażu) oraz struktury hydrogeologicznej. Największą zmiennością poziomu wody charakteryzują się małe ELZPd podporządkowane lokalnemu systemowi krążenia wód podziemnych. Gradient żyzności wyrażany jest przez dostępność podstawowych pierwiastków biogennych (N, P i K) dla roślin. Czynniki hydrogeologiczne kształtuje ten gradient poprzez regulację uwalniania biogenów z osadów organicznych wskutek wahań poziomu wody w ELZPd. Reasumując, wody podziemne kontrolują skład chemiczny wód bagiennych poprzez transport substancji rozpuszczonych, zdolność do buforowania, regulację warunków redox i pH oraz procesów uwalniania biogenów.

Zagrożenie dla ELZPd spowodowane pogorszeniem jakości wód zasilających generalnie rozpatrywane jest w dwóch aspektach: (1) migracji zanieczyszczeń syntetycznych oraz (2) zwiększenia ładunku substancji rozpuszczonych. Prowadzone od kilku lat w PIG-PIB badania w tym zakresie aktualnie pozwalają określić wartości kryterialne stężeń wskaźników biogennych (N, P i K) w odniesieniu do torfowisk ściśle zależnych od wód podziemnych siedlisk typu 7230. W miarę rozwoju badań przewiduje się aktualizację metodyki w zakresie wartości kryterialnych stężeń dla pozostałych typów siedlisk/zbiorowisk roślinnych.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA TESTU

- wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pobranych z punktów pomiarowych sieci monitoringu chemicznego oraz ilościowego, pochodzące z realizacji zadań Państwowej Służby Hydrogeologicznej;
- wyniki oceny stanu zachowania siedlisk – dane uzyskane w ramach Państwowego Monitoringu Gatunków i Siedlisk Przyrodniczych (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska);
- baza danych GIS występowania ELZPd na obszarach chronionych – w ocenie stanu wg danych za 2019 r. wykorzystana będzie baza danych stworzona w PIG-PIB uwzględniająca granice ekosystemów zawartych w bazie danych przestrzennych GIS „Ekosystemy lądowe pozostające w dynamicznych

relacjach z wodami podziemnymi i powierzchniowymi dla obszarów dorzeczy w Polsce”, wykonana przez konsorcjum firm w składzie TECHMEX S.A. oraz Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych;

- baza danych GIS podziału hydrograficznego Polski (MPHP);
- warstwa informacyjna GIS lokalizacji punktów poboru próbek wód podziemnych oraz dane odnośnie kategorii kompleksu wodonośnego, z którego pobrano próbkę i profilu litologicznego otworu;
- modele pojęciowe i charakterystyki JCWPd;
- baza danych GIS Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 – „Pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika” oraz objaśnienia i profile hydrogeologiczne do arkuszy map.

OPIS METODYKI

Poniżej przedstawione są czynności, jakie należy wykonać w trakcie przeprowadzania testu. Schemat testu przedstawiony został na Rysunku 8. Głównymi elementami oceny stanu JCWPd w ramach testu C.3 są:

- zidentyfikowanie JCWPd posiadających chronione ELZPd;
- wybór punktów pomiarowych monitoringu wód podziemnych spełniających kryteria reprezentatywności w kontekście oceny oddziaływania wód podziemnych na ELZPd;
- analiza stężeń wskaźników biogennych w wodach podziemnych według danych wytypowanych punktów monitoringowych w kontekście przekroczenia wartości progowych dla poszczególnych typów ELZPd;
- analiza przyczyn(y) przekroczenia wartości progowych wskaźników biogennych;
- analiza stanu zachowania siedlisk uwzględnionych w ocenie.

Poniżej na Rysunek 9 przedstawiono schemat przeprowadzenia testu C.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych

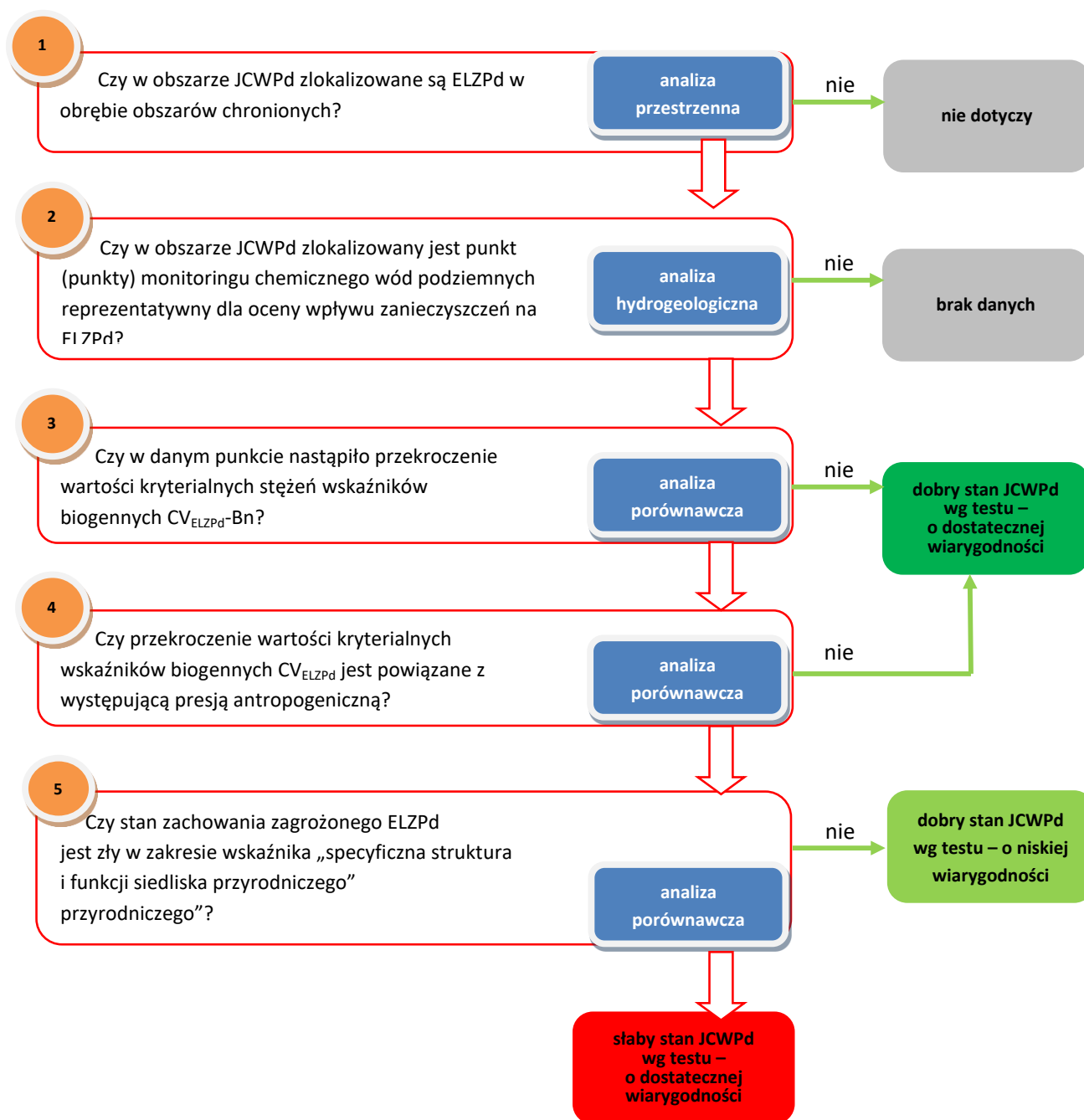
Krok 1 – Selekcja JCWPd posiadających chronione ELZPd.

Rodzaj analizy: przestrzenna.

Cel: identyfikacja JCWPd w których występują chronione ELZPd.

W kroku 1 sprawdza się, czy w obszarze JCWPd zlokalizowane są ELZPd w obrębie następujących obszarów chronionych: Parków Narodowych i Krajobrazowych, Obszarów Natura 2000 OSO i SOO, Rezerwatów, Obszarów Chronionego Krajobrazu, Zespołów Przyrodniczo-Krajobrazowych oraz Użytków Ekologicznych.

Informacja o lokalizacji ELZPd zawarta jest w bazie danych GIS „Występowanie Ekosystemów Zależnych od Wód Podziemnych na obszarach chronionych”. Powyższa baza danych opracowana została w PIG-PIB na podstawie warstwy „Ekosystemy lądowe pozostające w dynamicznych relacjach z wodami podziemnymi i powierzchniowymi dla obszarów dorzeczy w Polsce”, zwanej potocznie GIS MOKRADŁA, wykonanej przez konsorcjum firm w składzie TECHMEX S.A. oraz Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych. Wynikowa warstwa zawiera ELZPd w podziale na typy zbiorowisk roślinnych wyselekcjonowane na podstawie kryteriów hydrogeologicznych.



Rysunek 9. Schemat testu C.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych

JCWPd, w obrębie których występują chronione ELZPd przechodzą do dalszej procedury testu. Jednolite części wód podziemnych, w których nie występują ELZPd na obszarach chronionych kwalifikowane są do kategorii „nie dotyczy” w kontekście przeprowadzenia testu ze względu na brak przedmiotu oceny.

Krok 2 – Selekcja JCWPd, w których istnieje punkt (punkty) pomiarowy monitoringu chemicznego wód podziemnych reprezentatywny w kontekście oceny ELZPd.

Rodzaj analizy: hydrogeologiczna.

Cel: Dalsza selekcja JCWPd – ograniczenie analizowanych JCWPd wyłącznie do monitorowanych w kontekście wpływu wód podziemnych na ELZPd.

W kroku 2 sprawdza się, czy w obszarze JCWPd zlokalizowany jest punkt (punkty) monitoringu wód podziemnych posiadający wyniki analiz fizyczno-chemicznych reprezentatywny dla oceny wpływu na ELZPd. Zakwalifikowanie punktu jako reprezentatywnego następuje, jeżeli istnieją przesłanki logiczne co do występowania takich warunków hydrogeologicznych, które umożliwiają migrację zanieczyszczeń z punktu monitoringowego do ELZPd. Przyjęta metodyka określenia warunków hydrogeologicznych sprzyjających migracji zanieczyszczeń opiera się na uproszczonym modelu konceptualnym zastosowanym do oceny wrażliwości wód podziemnych Polski na zanieczyszczenie (Witczak, 2011). Za kompleksowy wskaźnik przyjęto czas (Δt) dopływu lateralnego w strefie saturacji, określany na podstawie formuły Darcy (Kleczkowski, red. 1984):

$$\Delta t = \frac{Ne (\Delta L^2)}{k \cdot \Delta H},$$

gdzie:

k i N_e – współczynnik filtracji i porowatość efektywna warstwy wodonośnej;

ΔH – różnica ciśnień na odcinku ΔL .

Do obliczeń potencjalnego czasu migracji zanieczyszczeń od punktu pomiarowego do ELZPd wytypowano otwory spełniające następujące kryteria:

- 1) posiadają łączność hydrauliczną pomiędzy ujmowaną warstwą wodonośną a systemem hydrogeologicznym ELZPd;
- 2) stwierdzony przepływ wód podziemnych w kierunku ELZPd.

Dla wytypowanych punktów przeprowadza się obliczenie czasu dopływu lateralnego do ELZPd. W oparciu o kryteria stosowane w ocenie wrażliwości wód podziemnych Polski na zanieczyszczenie, przyjmuje się, że czas migracji poniżej 5 lat określa bardzo sprzyjające warunki hydrogeologiczne dla lateralnej migracji zanieczyszczeń, znajdujących się w pierwszym poziomie wodonośnym. Ostatecznym wynikiem kroku 2 jest selekcja punktów monitoringowych zlokalizowanych w obszarze odpowiadającemu 5-letniemu czasowi dopływu wód podziemnych do ELZPd.

JCWPd odrzuconym ze względu na brak punktów monitoringu chemicznego wód podziemnych w strefie oddziaływania na ELZPd przypisuje się status „brak danych” według testu. W przypadku pozostałych JCWPd, w celu ustalenia stanu, test się kontynuuje.

Krok 3 – Analiza przekroczeń wartości kryterialnych stężeń wskaźników biogennych w punktach monitoringowych reprezentatywnych w kontekście oceny ELZPd.

Rodzaj analizy: porównawcza.

Cel: sprawdzenie, czy w punkcie (punktach), ujmującym warstwę wodonośną zasilającą ELZPd nastąpiło przekroczenie wartości progowych stężeń wskaźników biogennych.

W kroku 3 sprawdza się, czy w obszarze JCWPd w jakimkolwiek punkcie monitoringowym, ujmującym warstwę wodonośną zasilającą ELZPd wystąpiło przekroczenie wartości kryterialnych stężeń wskaźników

limitujących rozwój ELZPd (i w odniesieniu do jakich pierwiastków). Polskie przepisy nie określają standardów jakości wód podziemnych w sensie ekologicznym, nie istnieje również ustalona lista wskaźników fizyczno-chemicznych uznawanych za limitujące rozwój poszczególnych typów siedlisk zależnych od wód podziemnych. Wobec tego należy wykorzystać wskaźniki, które są kluczowe jednocześnie dla wszystkich ELZPd, czyli: pierwiastki biogenne limitujące produkcję pierwotną i skład gatunkowy. W ELZPd produkcja pierwotna zwykle limitowana jest niedoborem azotu i fosforu, a w przypadku torfowisk (szczególnie w warunkach przesuszenia) także potasu (De Mars i in. 1996, Olde Venterink i in. 2003). W związku z tym, wskaźniki biogenne – N, P i K uznano za priorytetowe w ocenie warunków hydrochemicznych ELZPd i wykorzystano w teście C.3. Problematyczne okazało się jednak ustalenie wartości kryterialnych dla stężeń tych wskaźników. Dane literaturowe w większości dotyczą określenia normatywów dla wód wewnątrz, a nie na dopływie do ELZPd. Jedynym wskaźnikiem, dla którego istnieją dane literaturowe dotyczące dopuszczalnych stężeń maksymalnych w wodach podziemnych zasilających ekosystemy lądowe zależne od wód podziemnych, uwzględniającym typ siedliska, są azotany (Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystem (GWDTE) threshold values, 2012). Wychodząc naprzeciw powyższym ograniczeniom, od 2016 roku w PIG-PIB prowadzone są badania nad ustaleniem wartości kryterialnych wskaźników chemicznych w wodach podziemnych zasilających ELZPd.

Wartości kryterialne zostały wyznaczone na poziomie górnej granicy lokalnego tła hydrogeochemicznego, charakterystycznego dla obszarów w najmniejszym stopniu dotkniętych działalnością człowieka – terenów chronionych. Wyznaczenie wartości tła lokalnego było oparte na określeniu zmienności stężeń składników w warunkach naturalnych, charakterystycznych dla wód podziemnych zasilających ELZPd (Solovey i in., 2019). Aktualnie wyniki dostępne są jedynie dla torfowisk niskich typu 7230, dla których wartości tła hydrogeochemicznego wskaźników biogennych okazały się nieznacznie niższe od współczesnego tła hydrogeochemicznego w skali krajowej (Kuczyńska i in., 2019), co jest logiczne ze względu na specyfikę lokalną – reprezentatywne dla terenów chronionych, a w szczególności obszarów występowania torfowisk typu 7230 zachowanych w stanie dobrym. Dla pozostałych typów ELZPd do czasu uzyskania obiektywnych danych na podstawie prowadzonych badań w PIG-PIB proponuje się stosowanie następujących założeń (Tabela 6):

- (1) dla ELZPd o charakterze oligo- lub mezotroficznym – siedlisk typu 7210, 7220, 91DO i 91XX uzasadnionym jest stosowanie wartości kryterialnych na tym samym poziomie jak dla torfowisk 7230;
- (2) dla ELZPd tolerujących eutroficzne warunki – siedlisk typu 1310, 1340, 6410, 6510, 65XX, 91E0-4 i 91F0 proponuje się wartość kryterialną na poziomie tła hydrogeochemicznego w skali krajowej, w oparciu o „Opracowanie dotyczące kryteriów oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych”, Kuczyńska i in., 2019.

Tabela 6. Proponowane ekologiczne wartości kryterialne stężeń wskaźników biogenych CV_{ELZPd} w wodzie podziemnej

Lp.	Wskaźnik	Wartość kryterialna (górną granicę lokalnego tła hydrogeochemicznego) w wodach podziemnych dla oligo- i mezotroficznych ELZPd (siedliska 7210, 7220, 7230, 91DO, 91XX)	Wartość kryterialna (górną granicę ogólnokrajowego tła hydrogeochemicznego) w wodach podziemnych dla eutroficznych ELZPd (siedliska 6410, 6510, 65XX, 91E0-4 i 91F0)	Górną granicę tła hydrogeochemicznego w skali krajowej, na podstawie Kuczyńska i in., 2019
1.	NH ₄ [mg/l]	1,1	1,4	1,4
2.	NO ₃ [mg/l]	12	15	15
3.	NO ₂ [mg/l]	0,03	0,03	0,03
4.	HPO ₄ [mg/l]	0,5	1	1
5.	K [mg/l]	9	15	15

Proponowane podejście ustalenia wartości kryterialnych na poziomie górnej granicy lokalnego lub ogólnokrajowego tła hydrogeochemicznego jest rygorystyczne, ale w najlepszy sposób spełnia cele ochrony ELZPd przed eutrofizacją.

Na podstawie powyższych wartości kryterialnych wskaźników biogenych w kroku 3 przeprowadza się klasyfikację stanu chemicznego wód podziemnych w punktach (wyłonionych w kroku 2) reprezentatywnych dla oceny wpływu na ELZPd. Algorytm klasyfikacji jest oparty na porównaniu średniej arytmetycznej stężeń wskaźników biogenych z okresu ostatnich sześciu lat w poszczególnych punktach z wartościami kryterialnymi. Wartości oznaczeń stężeń poniżej granicy oznaczalności (<LOQ) zaleca się zastąpić wartościami równymi połowie granicy oznaczalności (<LOQ = 1/2 LOQ) zgodnie z wymogami Dyrektywy 2009/90/WE. Jeżeli w obszarze JCWPd w określonych dla oceny punktach wynik monitoringu nie wskazuje na przekroczenie wartości kryterialnej żadnego wskaźnika biogenego, to JCWPd przypisuje się dobry stan chemiczny o dostatecznej wiarygodności, w przeciwnym przypadku przystępuje się do realizacji kolejnego kroku 4.

Krok 4 – Analiza przyczyny przekroczenia wartości kryterialnych wskaźników biogenych

Rodzaj analizy: porównawcza

Cel: sprawdzenie, czy występujące przekroczenie wartości kryterialnych wskaźników biogenych można powiązać z procesami naturalnymi bądź antropopresją

Szeroko znane są naturalne przyczyny podwyższonych stężeń wskaźników biogenych w wodach podziemnych wskutek wzmożonej mineralizacji substancji organicznej w profilu glebowym. Przyczyny antropogeniczne stwierdza się w przypadku występowania podwyższonych stężeń wskaźników biogenych w powiązaniu z innymi składnikami wskazującymi na zanieczyszczenie wód. W związku z tym, każdy z punktów zaliczonych do kroku 4 powinien być przeanalizowany indywidualnie, w celu wyłonienia przypadków antropogenicznej przyczyny podwyższonych stężeń wskaźników biogenych. Jako kryterium należy wykorzystać wartości mediany ze średnich rocznych stężeń analitycznych z okresu 1995–2019 dla następujących wskaźników: 1) Na+Cl>1000 mg/l; 2) SO₄>165 mg/l; 3) obecność substancji organicznych (pestycydów i WWA); 4) As, Be, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb i Zn > wartości odstających (75% percentyli). Gdy stwierdzono takie przypadki, uważa się że pochodzenie biogenów w wodach podziemnych jest wywołane antropopresją. W tym przypadku test się kontynuuje. W przeciwnym razie należy uznać, że procesy

naturalne determinują podwyższone stężenia składników biogenych w wodzie podziemnej oraz określić stan chemiczny danych JCWPd jako dobry dostatecznej wiarygodności oceny.

Krok 5 – Identyfikacja skutków negatywnego wpływu stanu chemicznego JCWPd na stan zachowania ELZPd

Rodzaj analizy: porównawcza

Cel: analiza reakcji ELZPd na słaby stan chemicznych JCWPd.

W ostatnim kroku należy skonfrontować zagrożenie migracją zanieczyszczeń z wodami podziemnymi do ELZPd ze stanem zachowania ELZPd. Ma to na celu właściwą interpretację oddziaływania chemicznego wód podziemnych na ELZPd. Analiza obejmuje sprawdzenie, czy stan zachowania ELZPd nie uległ potencjalnym niekorzystnym zmianom. W tym celu wykorzystuje się wyniki monitoringu gatunków i siedlisk przyrodniczych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. W razie stwierdzenia złego stanu zachowania ELZPd w zakresie wskaźnika „specyficzna struktura i funkcje siedliska przyrodniczego” należy uznać, że przyczyną degradacji siedliska jest słaby stan chemiczny JCWPd. Te JCWPd należy uznać o stanie słabym dostatecznej wiarygodności. W przypadku nie stwierdzenia jakichkolwiek niepożądanych zmian siedliska narażonego na negatywne oddziaływanie chemiczne wód podziemnych lub braku danych, stan JCWPd należy uznać jako dobry, ale niskiej wiarygodności.

WYZNACZANIE OCENY KOŃCOWEJ I JEJ WIARYGODNOŚĆ

Ocenę stanu JCWPd wraz z oceną jej wiarygodności przeprowadza się posługując się kryteriami zestawionymi w Tabeli 7.

Tabela 7. Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście C.3

Czy w danej JCWPd znajduje się punkt monitoringu chemicznego reprezentatywny dla oceny wpływu na ELZPd?	Czy w danym punkcie nastąpiło przekroczenie wartości kryterialnych stężeń wskaźników biogenych CV_{ELZPd} ?	Czy przekroczenie wartości kryterialnych wskaźników biogenych CV_{ELZPd} jest powiązane z występującą presją antropogeniczną?	Czy stan zachowania rozpatrywanego ELZPd jest zły?	Ocena stanu chemicznego wraz z oceną jej wiarygodności
Brak chronionych ELZPd	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy
Nie	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Brak danych
Tak	Nie	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Dobry – DW
Tak	Tak	Nie	Nie	Dobry – DW
Tak	Tak	Tak	Nie lub brak danych	Dobry – NW
Tak	Tak	Tak	Tak	Słaby – DW

3.1.5. TEST C.4 – OCHRONA WÓD POWIERZCHNIOWYCH

CEL TESTU

Celem testu jest ustalenie, czy jednolita część wód podziemnych (JCWPd) ma znaczący negatywny wpływ na stan ekologiczny lub chemiczny jednolitych części wód powierzchniowych (JCW) będących z nią w bezpośredniej więzi hydraulicznej. Tym samym, czy istnieje realne zagrożenie ze strony wód podziemnych dla nieosiągnięcia celów środowiskowych określonych zgodnie z założeniami RDW dla wód powierzchniowych, będących w kontakcie hydraulicznym z wodami podziemnymi.

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

Wyłącza się z testu wody przejściowe i przybrzeżne. Stosunki wodne w tych kategoriach JCWP należą do zagadnień o wysokim stopniu złożoności, wymagającym pogłębionej wiedzy o interakcjach między wodami powierzchniowymi i podziemnymi w obrębie poszczególnych typów i jednolitych części tych wód. Obecnie brak jest tak szczegółowego rozpoznania.

Przyjmuje się, że JCW znajdujące się na obszarze danej JCWPd są z nią w więzi hydraulicznej z wyłączeniem JCW silnie zmienionych o sztucznym korycie uniemożliwiającym wymianę wód lub też test będzie bazować w tym względzie na gotowej liście odpowiadających sobie jednolitych części wód podziemnych i powierzchniowych powstałej na podstawie szczegółowych badań (jeżeli taka lista w przyszłości powstanie).

Do analizy w teście uwzględnia się wyłącznie punkty monitoringowe reprezentatywne dla „pierwszego kompleksu wodonośnego”, czyli takie, które znajdują się w warstwach wodonośnych będących w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z wodami powierzchniowymi.

WARUNEK PODSTAWOWY PRZEPROWADZENIA TESTU

Wskaźniki

Test wykonywany jest pod warunkiem, że istnieją wspólne wskaźniki fizyczno-chemiczne, które są oznaczane zarówno w monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych, jak również wód powierzchniowych, wykorzystywane do oceny/klasyfikacji stanu jednolitych części wód. Przy czym wyłącza się tu parametry takie jak np. temperatura wody, która ze względu na zupełnie inną specyfikę badanych środowisk wodnych, nie może być źródłem danych dla testu.

WPROWADZENIE

Zdecydowana większość rzek i jezior w Polsce zasilana jest w wodę ze spływu powierzchniowego, opadów atmosferycznych oraz z dopływu podziemnego. Proporcje wielkości wymienionych komponentów są zróżnicowane dla poszczególnych JCW, są uzależnione od ich typu i budowy geomorfologicznej (czyli m.in.: od: wielkości i kształtu koryta, od jego głębokości, rodzaju utworów, którymi wyścielone jest dno zbiornika czy ciek, itd.), a także od parametrów hydrogeologicznych warstwy wodonośnej, z której następuje zasilanie oraz od rodzaju kontaktu w skutek, którego ono następuje. Ponadto, na opisane

zróżnicowanie nakłada się jeszcze zmienność udziału poszczególnych komponentów zasilania w czasie wynikająca przede wszystkim ze zmienności warunków meteorologicznych. Toteż dopływ podziemny do rzek i jezior zróżnicowany jest, zarówno przestrzennie, jak i czasowo.

Zasilanie podziemne rzek może stanowić ponad 50% a, w niektórych przypadkach, dochodzić nawet do 100% ogólnego zasilania, szczególnie w sytuacji długiego okresu bezopadowego. Tym samym, dopływ podziemny może wywierać znaczący wpływ zarówno na ilość, jak i jakość wód powierzchniowych. Należy podkreślić, że na ogół wpływ tego zasilania jest pozytywny. Wody podziemne posiadają naturalną warstwę ochronną przed zanieczyszczeniem migrującym z powierzchni terenu, której pozbawione są wody powierzchniowe. Sprawia to, że wody powierzchniowe są narażone na degradację w większym stopniu niż podziemne, które generalnie cechuje znacznie lepsza jakość. Opisywany test przeprowadza się dla zdiagnozowania sytuacji szczególnych – negatywnego wpływu wód podziemnych na jakość wód powierzchniowych.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA TESTU

Dane dotyczące klasyfikacji stanu JCW (źródło pozyskania danych: IMGW, IOŚ lub KZGW):

- wynik ostatniej klasyfikacji JCW – lista JCW o stanie ekologicznym lub chemicznym poniżej dobrego wraz z ich lokalizacją;
- lokalizacja obszarów zlewniowych JCW (warstwa informacyjna zagregowanych zlewni elementarnych liniowych JCW i obszarów zlewniowych jezior);
- lista wskaźników, które zadecydowały lub wskazywały na stan wód powierzchniowych poniżej dobrego (stan chemiczny lub ekologiczny) wraz z informacją o wartości pomierzonej oraz miejscu i dacie pobrania próbki;
- wartości progowe wskaźników stanu dobrego chemicznego i ekologicznego poszczególnych kategorii i typów JCW.

Dane dotyczące oceny stanu JCWPd (źródło pozyskania danych: PIG-PIB):

- lista punktów monitoringowych, w których ostatnia ocena stanu wskazywała na stan słaby chemiczny wraz z ich lokalizacją;
- lokalizacja JCWPd;
- lista wskaźników, które według ostatniej oceny zadecydowały o stanie słabym chemicznym w poszczególnych punktach wraz z informacją o wartości pomierzonej;
- wyniki oceny stanu chemicznego JCWPd z ostatnich ośmiu lat dla poszczególnych punktów monitoringowych o ostatniej punktowej ocenie stanu słabej;
- wartości progowe wskaźników stanu dobrego chemicznego dla JCWPd.

Dane hydrogeologiczne i hydrologiczne (źródło pozyskania danych: PIG-PIB, IMGW, KZGW):

- dane hydrogeologiczne o JCWPd o stanie słabym chemicznym, na terenie których znajduje/znajdują się JCWP o ogólnym złym stanie (informacje, na podstawie których nastąpi ocena możliwości oszacowania ładunku zanieczyszczenia w wodach powierzchniowych pochodzącego z wód podziemnych). W przyszłości proponuje się korzystać z modeli poszczególnych JCWPd, obecnie

z wszelkich źródeł dostępnych takich jak np.: MhP 1 : 50 000, dokumentacje hydrogeologiczne, bank danych HYDRO;

- dane o udziale zasilania podziemnego dla poszczególnych JCW o stanie złym;
- dane o lokalizacji odcinków rzek infiltrujących (MhP 1 : 50 000 ppw wh);
- informacja o stopniu skolmatowania dna JCW o stanie ekologicznym lub chemicznym poniżej dobrego.

Preferowany format wymienionych wyżej danych przestrzennych i atrybutowych (lokalizacja punktów monitoringowych, obszarów zlewniowych JCW, JCW i JCWPd, wyniki ocen JCWPd i JCW) to warstwy shp.

Inne dane, które mogą okazać się przydatne:

Dane hydromorfologiczne (źródło pozyskania danych: KZGW):

- elementy i parametry hydromorfologiczne oznaczane przy ocenie stanu hydromorfologicznego wód powierzchniowych: reżim hydrologiczny (natężenie przepływu, wahania stanów wody, powiązanie z wodami podziemnymi), typ wód (położenie n.p.m., wielkość zlewni, budowa geologiczna, głębokość średnia, powierzchnia zwierciadła wody w km²), morfologia (kształt koryta, wahania głębokości, zmienność szerokości, zmienność morfometrii, prędkość przepływu wody, struktura strefy przybrzeżnej).

Dane meteorologiczne i hydrologiczne (źródło pozyskania danych: IMGW):

- ogólna informacja o okresie poprzedzającym pobór próbek z JCW (Czy obserwowany był stan suszy? Jeśli tak, to jak długo on trwał?);
- informacja o stanach wody w rzekach i jeziorach z okresu poboru próbek z JCW.

OPIS METODYKI

Test wykonuje się zgodnie z procedurą opisaną poniżej. Rysunek 10 przedstawia schemat, na którym zaprezentowano kolejność kroków w teście.

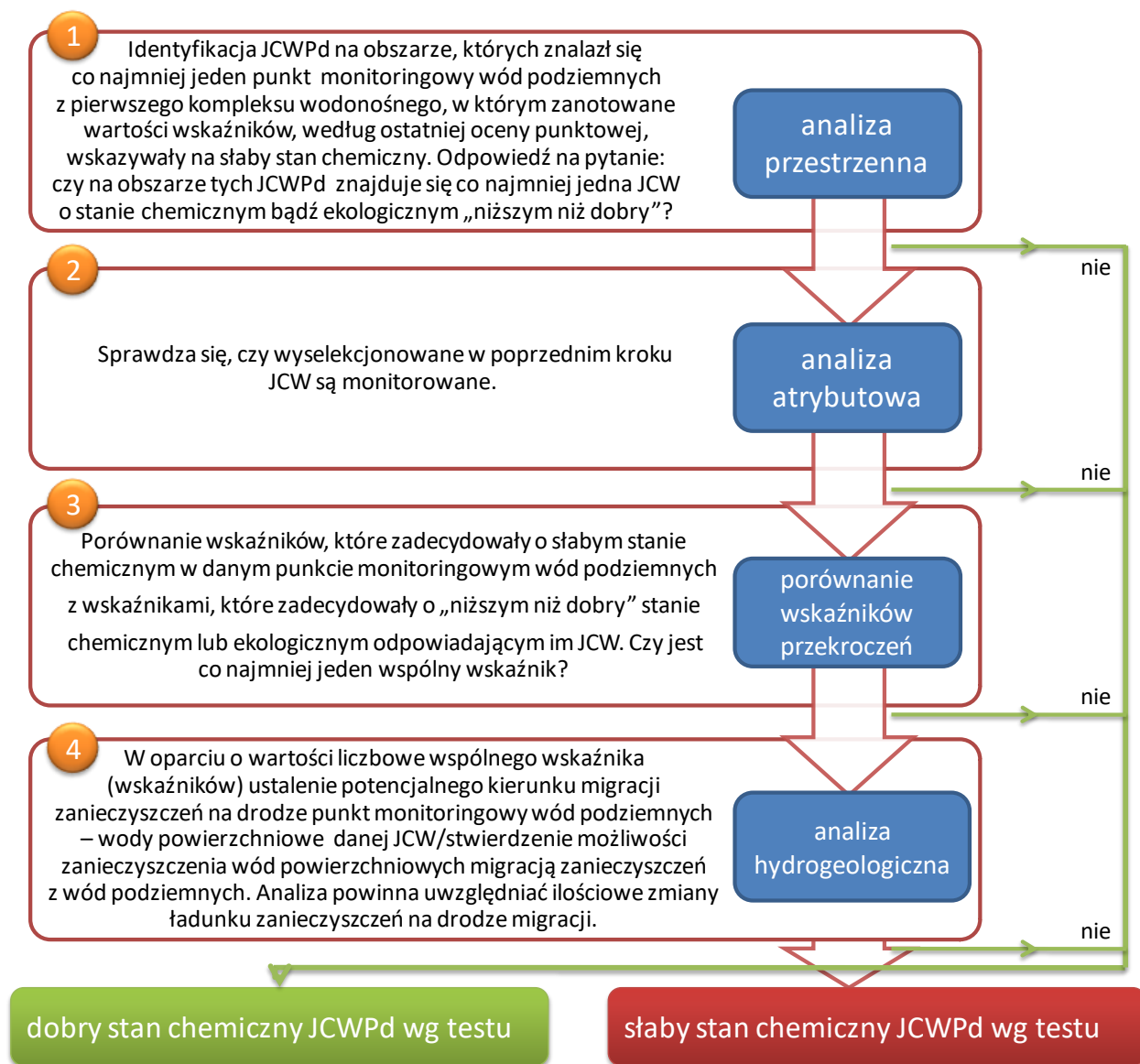
Krok 1 – Analiza dostępnych danych wejściowych

Rodzaj analizy: przestrzenna, atrybutowa

Cel: wybór obszarów do przeprowadzenia testów

Na początku testu przeprowadza się przestrzenną analizę w celu wyselekcjonowania JCWPd, na obszarze których znajduje się co najmniej jeden punkt monitoringowy pierwszego kompleksu wodonośnego wód podziemnych, który w ostatniej ocenie stanu wskazywał na stan słaby chemiczny. Następnie identyfikuje się JCW o stanie chemicznym lub ekologicznym niższym niż dobry na obszarze wcześniej wyselekcjonowanych JCWPd.

Jeśli na obszarze JCWPd nie ma ani jednego punktu monitoringowego pierwszego kompleksu wodonośnego wód podziemnych, który w ostatniej ocenie stanu wskazywał na stan słaby chemiczny lub jeśli na terenie JCWPd nie ma żadnej JCW o stanie chemicznym lub ekologicznym niższym niż dobry, wówczas JCWPd ma stan dobry według testu i nie przechodzi do kolejnego kroku testu. W przypadku pozostałych części, w celu ustalenia stanu, test się kontynuuje.



Rysunek 10. Schemat testu C.4 – Ocena stanu chemicznego JCWPd

Krok 2 – Analiza wyników monitoringu JCW

Rodzaj analizy: selekcje atrybutowe

Cel: Dalsza selekcja obszarów do przeprowadzenia testu – ograniczenie analizowanych JCW wyłącznie do monitorowanych

W tym kroku należy sprawdzić, czy wyselekcjonowane w poprzednim kroku JCW są monitorowane i tylko do monitorowanych JCW ogranicza się analizę. Jeżeli JCW jest niemonitorowana, ocena w niej jest przeniesiona

z innej JCW i nie można dla tej JCW przeprowadzić dalszych kroków testu. Brak jest informacji o wskaźnikach, które zdecydowały o stanie ekologicznym lub chemicznym poniżej dobrego niemonitorowanej JCW.

Odrzuconym w tym etapie JCWPd, ze względu na brak na ich terenie monitorowanych JCW o stanie ekologicznym lub chemicznym poniżej dobrego, przypisuje się stan dobry według testu. W przypadku pozostałych JCWPd, w celu ustalenia stanu, test się kontynuuje.

Krok 3 – Porównanie wskaźników przekroczeń

Rodzaj analizy: analiza porównawcza

Cel: ustalenie wspólnych wskaźników przekroczeń zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych i podziemnych

Analizując ostatnie wyniki ocen wód podziemnych i powierzchniowych szuka się wspólnych wskaźników przekroczeń w JCW i w odpowiadających im, tzn. znajdujących się w ich obszarze zlewniowym (uwzględnia się zagregowane zlewnie elementarne JCW), punktach monitoringowych wód podziemnych. Jeżeli przekroczeniu uległy te same wskaźniki, tzn. zanotowano co najmniej jeden wskaźnik przekroczeń wspólny (przy czym nie jest to np. temperatura, która ze względu na zupełnie inną specyfikę badanych środowisk wodnych, nie może być brana pod uwagę) uznaje się, że dane JCW spełniły kryterium kroku 3 i przechodzą do kolejnego kroku testu. Odrzuconym w tym etapie JCWPd przypisuje się stan dobry według testu. W przypadku pozostałych części, w celu ustalenia stanu, test się kontynuuje.

Wyjaśnienie. W ocenie stanu JCW przeprowadza się klasyfikację stanu ekologicznego i chemicznego.

W opisywanym teście kluczową rolę odgrywają oznaczane wspomagająco w klasyfikacji stanu ekologicznego (obok elementów biologicznych oraz, również wspomagających, hydromorfologicznych) elementy fizyczno-chemiczne. Dla pozostałych elementów stanu ekologicznego brak jest odpowiedników w oznaczeniach wód podziemnych.

Przy wyznaczaniu stanu chemicznego JCW oznacza się wskaźniki chemiczne charakteryzujące występowanie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (substancje priorytetowe i tzw. inne substancje zanieczyszczające). Niewiele jest wśród tych wskaźników takich, które pokrywają się z oznaczeniami w wodach podziemnych.

Wskaźnikami, które mogą być porównywane po pewnych prostych przeliczeniach są również jon amonowy oznaczany w wodach podziemnych i azot amonowy mierzony w wodach powierzchniowych oraz analogicznie azotany i azot azotanowy.

Niektóre wskaźniki mimo, że są oznaczane zarówno w monitoringu w wodach podziemnych jak również w powierzchniowych takie jak np. obecnie niektóre metale: kadm, rtęć, ołów i nikiel, nie mogą być bezpośrednio porównywane. W wodach powierzchniowych bowiem, w przeciwieństwie do wód podziemnych, oznacza się je łącznie z ich związkami.

Ze względu na zróżnicowanie badanych środowisk wód podziemnych i powierzchniowych nie wszystkie pokrywające się wskaźniki można bezpośrednio porównywać. Dotyczy to szczególnie wskaźników fizycznych (temperatura, przewodność elektrolityczna właściwa), a także innych wskaźników jak np.: pH, tlen rozpuszczony lub ogólna wartość węgla organicznego.

Krok 4 – Analiza kierunku migracji zanieczyszczeń i oszacowanie ich ładunku

Rodzaj analizy: hydrogeologiczna

Cel: określenie kierunku migracji zanieczyszczeń i oszacowanie ich ładunku w przypadku stwierdzonej możliwości transferu zanieczyszczenia z wód podziemnych do JCW

Dla wyłonionych w kroku 3 testu JCW i (odpowiadającym im) punktów monitoringowych wód podziemnych porównuje się pomierzone wartości wspólnych wskaźników przekroczeń. Wyniki oceny wód podziemnych brane pod uwagę w teście w kroku 4 powinny opierać się na opracowaniu wyników próbek, które pobrano wcześniej niż próbki, na których przeprowadzono wykorzystywane w teście wyniki klasyfikacji JCW. Warunek ten jednak jest często niespełniony w ramach przeprowadzania analiz ostatnich dostępnych ocen wód podziemnych i powierzchniowych. Przy czym zwraca się uwagę, że dane dotyczące jednej oceny wód powierzchniowych pochodzą z okresu 3 lat, a dane z wód podziemnych – z jednego roku. Mając to na uwadze, a także, aby zwiększyć wiarygodność oceny proponuje się, w przypadku stwierdzenia tych samych wskaźników przekroczeń w wodach podziemnych i powierzchniowych („krok 3 testu” – analiza wyników ostatnich ocen), uwzględniać w dalszej analizie „kroku 4 testu” dla poszczególnych punktów monitoringowych wód podziemnych wyniki 6 ostatnich monitorowanych lat (w tym oceny stanu chemicznego w punktach JCWPd z sześciu lat), licząc wstecz od roku, z którego pochodzą pomiary ostatniej oceny stanu JCW.

Jeżeli wartości, po uwzględnieniu średniej arytmetycznej z 6 lat, zanotowane w punkcie monitoringowym wód podziemnych są mniejsze niż wartość pomierzona w wodach JCW na obszarze, której znajduje się dany punkt monitoringowy wód podziemnych, wówczas przyjmuje się, że, jeśli istnieje transfer zanieczyszczeń w danym wypadku, to kierunek migracji zanieczyszczeń jest z wód powierzchniowych do wód podziemnych (stan dobry według testu JCWPd). W przeciwnym przypadku analizę prowadzi się dalej uwzględniając warunki hydrogeologiczne. Jeśli stężenia rozważanego wskaźnika są wyższe w wodach podziemnych niż w powierzchniowych i stwierdzi się możliwość migracji z wód podziemnych do powierzchniowych, szacuje się wielkość tego ładunku zanieczyszczeń. Analizuje się, czy ilość tego zanieczyszczenia jest na tyle istotna, aby móc znacząco pogorszyć stan JCW. Jeżeli oszacowana wartość ładunku z wód podziemnych nie przekracza 50% ładunku zanotowanego w wodach powierzchniowych, to stan danej JCWPd w wyniku testu należy uznać za dobry. W przeciwnym wypadku – za słaby. Przy ustalaniu stanu słabego należy uwzględnić możliwość rozcieńczenia zanieczyszczenia, co wymaga oszacowania wielkości zasilania podziemnego w stosunku do objętości wody w danej JCW, jak również wytlumienia zanieczyszczenia przez naturalne bariery na drodze jego migracji.

WYZNACZANIE OCENY KOŃCOWEJ I JEJ WIARYGODNOŚĆ

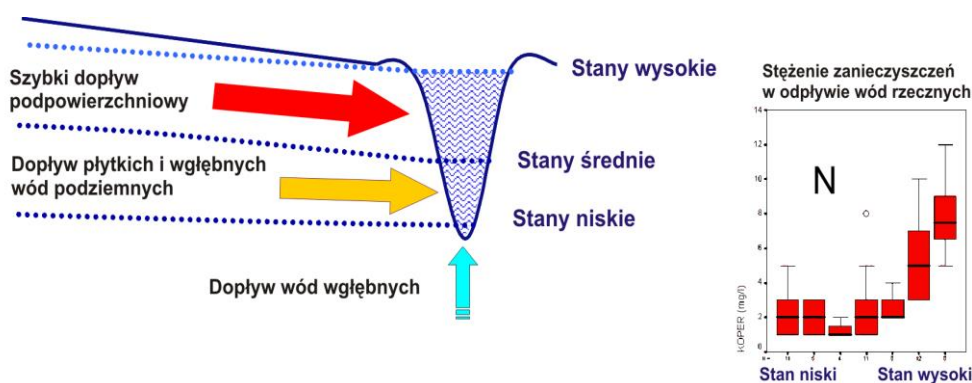
Wyznaczenie oceny końcowej następuje zgodnie z opisaną wyżej metodyką. Przy omawianiu wiarygodności oceny testu należy mieć na uwadze wiele aspektów, w tym szczególnie gęstość sieci monitoringowej wód podziemnych. Uważa się ją za niewystarczającą dla potrzeb przeprowadzenia testu w skali poszczególnych JCWPd, zauważalna jest przy tym dość duża dysproporcja w ilości punktów monitoringowych wód podziemnych w stosunku do ilości JCW. Problem ten w istotny sposób ogranicza obszar, gdzie możliwe jest pełne przeprowadzenie testu i rzutuje bardzo znacząco na wiarygodność wyników końcowych. Niektóre inne ważne aspekty wpływające na wiarygodność oceny zostały omówione poniżej w komentarzu. Proponowane kryteria oceny wiarygodności przedstawia Tabela 8.

KOMENTARZ

Podczas przeprowadzenia testu napotkać można wiele trudności i problemów, które należy mieć na uwadze interpretując uzyskane wyniki końcowe. Wymienić tu należy:

- małą liczbę punktów sieci monitoringu wód podziemnych w stosunku do liczby JCW;
- niedostateczne rozpoznanie związków hydraulicznych między zbiornikiem wód podziemnym a rzeką czy jeziorem w skali lokalnej w odniesieniu do odcinka punkt monitoringowy wód podziemnych – JCW. Ma to kluczowe znaczenie dla oceny przenoszenia presji z jednego środowiska na drugie (szacowanie ładunku zanieczyszczeń);
- rozbieżność oznaczeń w monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych;
- kwestię poprawności merytorycznej porównywania oznaczeń pokrywających się w wodach podziemnych i powierzchniowych, spowodowana różną specyfiką tych środowisk.

Proces mieszania się w obszarach JCW wód z zasilania podziemnego i wód innego pochodzenia (spływ powierzchniowy, opady atmosferyczne) znacząco wpływa na możliwość porównywania wyników oznaczeń z wód podziemnych z powierzchniowymi. Kwestia ta jest o tyle złożona, że same te proporcje mogą być trudne do oszacowania ze względu na skąpość posiadanych danych o danej JCW, a ponadto, że są one zmienne w czasie. Toteż oszacowane na podstawie średnich danych z wielolecia ich wartości mogą odbiegać znacząco od tych, które miały miejsce w czasie poboru próbki z JCW. Dodatkowo komplikuje sprawę głębokość pobierania próbki w JCW. Według obecnie obowiązujących rozporządzeń w Polsce w jeziorach próbka wody do badań elementów fizyczno-chemicznych pobierana jest z najpłytszej warstwy jeziora – epilimnionu. To samo dotyczy rzek – próbki pobierane są z warstwy wody podpowierzchniowej. Natomiast z wiedzy o zasilaniu podziemnym wiadomo, że dopływ wody do JCW następuje głównie w partiach dolnych (Rysunek 11).



Rysunek 11. Wpływ udziału dopływu wód podziemnych – zanieczyszczonych płytkich i niezanieczyszczonych głębszych do rzeki na rejestrowaną wielkość stężeń i wielkość odpływu zanieczyszczeń ze zlewni podczas różnych stanów wody w rzece (wg Eurogeosurveys position paper)

KOMENTARZ

Wypracowaną w poprzednich latach metodykę w zakresie testu C.4 – Ochrona wód powierzchniowych, ze zmianami wprowadzonymi w ostatnich cyklach planistycznych, uważa się za właściwą w kontekście dostępnych danych. Typ i zakres danych wejściowych w ostatnich latach nie zmienił się, wciąż bazą jest ten sam rodzaj informacji, stąd na dzień dzisiejszy nie uważa się za celowe modyfikowanie metodyki tego testu.

Tabela 8. Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście C.4

Przypadek	Czy w obszarze JCWPd znajduje się co najmniej jeden punkt monitoringowy pierwszego kompleksu wodonośnego o słabej ocenie stanu chemicznego?	Czy na obszarze JCWPd znajduje się co najmniej jeden punkt monitoringowy pierwszego kompleksu wodonośnego wskazujący na stan dobry chemiczny?	Czy na obszarze JCWPd znajduje się co najmniej jedna JCW o stanie/potencjale ekologicznym lub chemicznym niższym niż dobry?	Czy ten punkt monitoringowy znajduje się na obszarze JCW o słabej ocenie stanu chemicznego lub ekologicznego?	Czy ta JCW jest monitorowana?	Czy jest co najmniej jeden wspólny wskaźnik zanieczyszczeń w wodach powierzchniowych i podziemnych, dla którego nastąpiło przekroczenie w odpowiadających sobie punktach wód podziemnych i JCW?	Oszacowana wartość ładunku zanieczyszczenia z wód podziemnych docierająca do wód powierzchniowych nie przekracza 50% ogólnego ładunku tego zanieczyszczenia w wodach powierzchniowych.	Ocena stanu chemicznego wraz z oceną jej wiarygodności
1	Nie	Nie	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Brak danych
2	Nie	Tak	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Dobra – DW
3	Tak	Nie dotyczy	Nie	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Dobra – DW
4	Tak	Nie dotyczy	Tak	Nie	Nie	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Dobra – NW
5	Tak	Nie dotyczy	Tak	Nie	Tak	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Dobra – DW
6	Tak	Nie dotyczy	Tak	Tak	Nie	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Brak danych
7	Tak	Nie dotyczy	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie dotyczy	Dobra – DW
8 (8a–NW 8b–DW)	Tak	Nie dotyczy		Tak	Tak	Tak	Tak	Dobra – NW (szacowanie obciążone dużą niepewnością)
								Dobra – DW
9 (9a–NW; 9b–DW)	Tak	Nie dotyczy		Tak	Tak	Tak	Nie –NW (szacowanie obciążone dużą niepewnością)	Słaba – NW (szacowanie obciążone dużą niepewnością)
								Słaba – DW

3.1.6. TEST C.5 – OCHRONA WÓD PODZIEMNYCH PRZEZNACZONYCH DO SPOŻYCIA PRZEZ LUDZI

CEL TESTU

Celem testu jest ustalenie, czy ze względu na działalność człowieka występują podwyższone, utrzymujące się stężenia zanieczyszczeń oraz pogarszanie jakości wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi, które może skutkować koniecznością modyfikacji procesów uzdatniania wód lub wprowadzeniem uzdatniania wód podziemnych na ujęciach wód podziemnych.

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

Test kwalifikacyjny ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi powinien być przeprowadzany w odniesieniu do obszarów ochronnych wód pitnych. Ponieważ wody podziemne wszystkich JCWPd w obrębie granic Polski mogą być wodami pitnymi, cały obszar Polski należy uznać za obszar ochronny wód podziemnych, przeznaczonych do spożycia przez ludzi. Tym samym test powinien być przeprowadzany dla obszaru całego kraju, a więc dla wszystkich JCWPd.

Test przeprowadza się w odniesieniu do wskaźników, dla których określono maksymalne dopuszczalne wartości stężeń w wodach przeznaczonych do spożycia przez ludzi (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dyrektywa Wód Pitnych 98/83/WE). Wartości te określa się jako wartości kryterialne dla testu C.5. W celu odróżnienia ich od wartości progowych stosowanych w teście C.1 (ogólna ocena stanu chemicznego), w odniesieniu do wartości kryterialnych zawartych w wyżej wymienionych Rozporządzeniach Ministra Zdrowia, wprowadza się oznaczenie CV_{RMZ}.

W teście C.5. uwzględnia się te punkty monitoringowe, które stanowią potencjalne źródło zaopatrzenia w wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi. Zgodnie z powyższym, do oceny wykorzystuje się wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych z punktów monitoringowych, wchodzących w skład ujęć komunalnych, punktów z których woda wykorzystywana jest do spożycia przez ludzi w związku z prowadzoną działalnością handlową lub publiczną (m.in. zakłady produkcyjne, szkoły, szpitale) oraz punktów ujmujących lub monitorujących główne użytkowe poziomy wodonośne (GUPW) i główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP).

WPROWADZENIE

Do przeprowadzenia testu konieczne jest wykorzystanie informacji dotyczących stosowanych metod uzdatniania wód podziemnych, będących w posiadaniu zakładów wodociągowych, stacji uzdatniania wód i właścicieli ujęć. Informacje te można uzyskać m.in. korzystając z informacji zgromadzonych przez próbkobiorców w ramach prowadzonego przez PIG-PIB monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych lub w wyniku ankiety telefonicznej.

W teście wykorzystuje się dwa podstawowe elementy analizy:

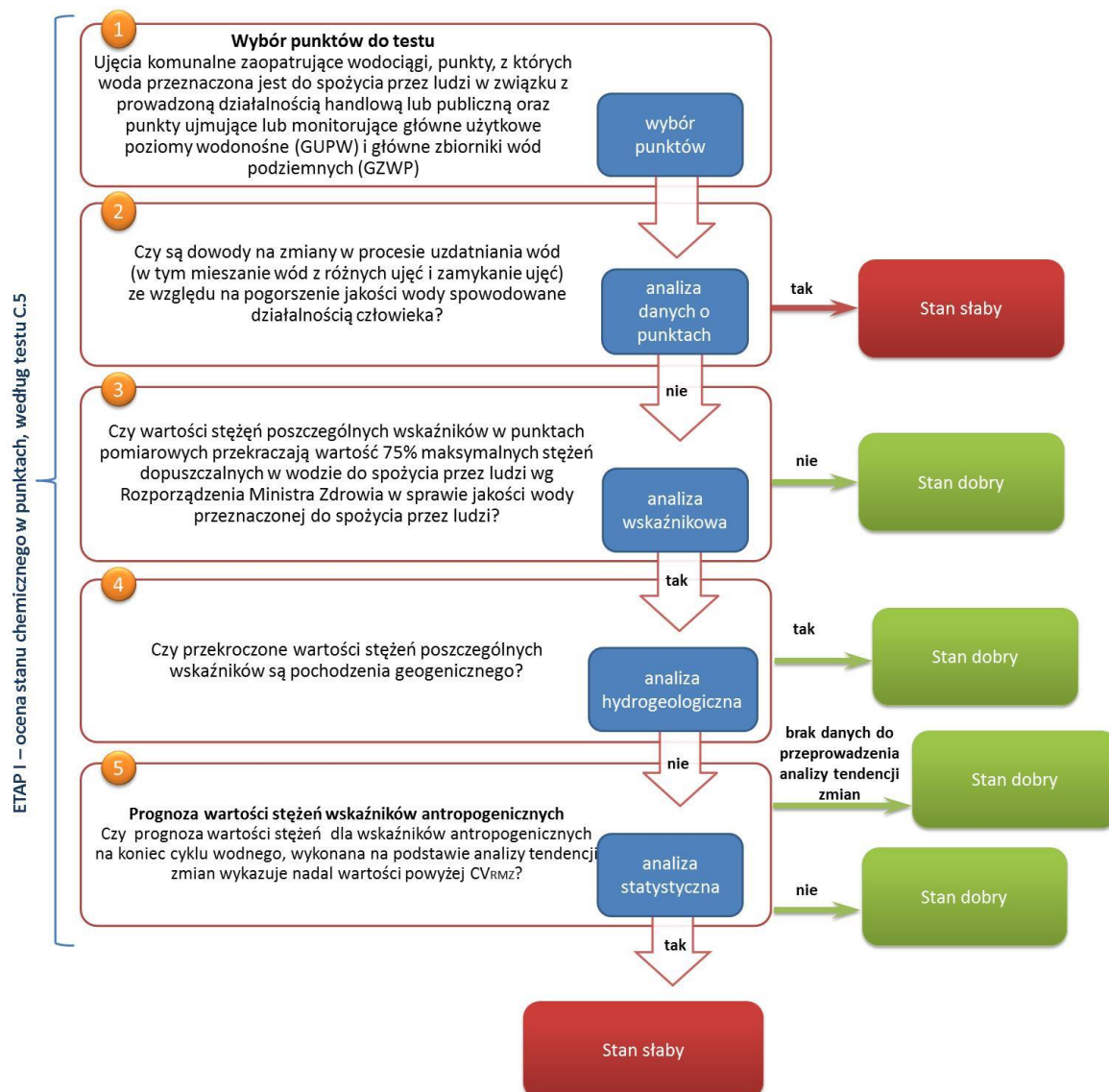
- porównanie wartości stężeń poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych w punktach monitoringowych z wartościami zawartymi w przepisach prawnych dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi;
- analizę tendencji zmian stężeń poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych w punktach pomiarowych monitoringu stanu chemicznego, w wyniku której określana jest prognoza na koniec cyklu planistycznego.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA TESTU:

- informacje dotyczące stosowanych metod uzdatniania wód w punktach monitoringowych, w których wody są wykorzystywane do spożycia przez ludzi.
- wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pobranych z punktów pomiarowych sieci monitoringu stanu chemicznego wytypowanych do testu;
- analiza tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych w punktach monitoringowych;

OPIS METODYKI

Test C.5. – Ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi składa się z dwóch etapów. Etap I podzielony jest na 6 kroków i odnosi się do oceny stanu chemicznego w punktach pomiarowych. Schemat etapu I testu C.5. przedstawia Rysunek 12. W etapie II metodą ekspercką dokonuje się oceny stanu chemicznego JCWPd, na podstawie wcześniej dokonanej oceny w punktach monitoringowych. Równoległe z oceną stanu chemicznego dokonuje się oceny jej wiarygodności. Wiarygodność oceny określa się zarówno w odniesieniu do oceny stanu w punktach monitoringowych (etap I), jak i w odniesieniu do JCWPd (etap II).



Rysunek 12. Schemat testu C.5 – Ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi, etap I – ocena stanu chemicznego w punktach monitoringowych

Etap I – ocena stanu chemicznego w punktach monitoringowych

Krok 1 – Wybór punktów do testu

Rodzaj analizy: analiza materiałów archiwalnych, wywiad środowiskowy

Cel: Wybór punktów pomiarowych monitoringu stanu chemicznego, do uwzględnienia w teście

Spośród punktów monitoringowych, opróbowanych w ramach monitoringu wód podziemnych należy wybrać punkty ujmujące lub monitorujące wody podziemne stanowiące potencjalne źródło zaopatrzenia w wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi. Wśród punktów tych powinny zostać uwzględnione studnie wchodzące w skład ujęć komunalnych, punkty z których woda wykorzystywana jest do spożycia przez ludzi w związku z prowadzoną działalnością handlową lub publiczną (m.in. zakłady produkcyjne, szkoły, szpitale) oraz punkty ujmujące lub monitorujące główne użytkowe

poziomy wodonośne (GUPW) i główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP). Do określenia puli punktów należy wykorzystać informacje zawarte w bazach danych PIG-PIG (Monitoring Wód Podziemnych, Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych) oraz informacje zawarte w sporządzonych podczas prac terenowych kartach informacyjnych. Uzupełnienie zebranych informacji może stanowić ankieta telefoniczna.

Krok 2 – Analiza danych o punktach

Rodzaj analizy: wywiad środowiskowy

Cel: Identyfikacja punktów, w których w ostatnich latach wprowadzono zmiany w procesie uzdatniania wód, ze względu na pogorszenie jakości wody spowodowane działalnością człowieka

Na podstawie kart informacyjnych uzupełnionych przez próbkobiorców podczas prac terenowych w ramach monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych lub w wyniku ankiety, należy wybrać punkty, w których w ciągu ostatnich lat wprowadzono zmiany w metodzie uzdatniania wód lub doszło do zaprzestania eksploatacji, ze względu na stężenia wskaźników pochodzenia antropogenicznego oraz punkty, oraz w których stosuje się mieszanie wód z wodami z innych ujęć, ze względu na podwyższone wartości stężeń poszczególnych wskaźników. Stan chemiczny wody w tych punktach należy ocenić jako słaby. Pozostałe punkty przechodzą do kolejnego kroku.

Krok 3 – Analiza wskaźnikowa

Rodzaj analizy: porównawcza

Cel: Wybór punktów, w których stężenia wskaźników fizyczno-chemicznych przekraczają wartość 75% maksymalnych stężeń dopuszczalnych w wodzie do spożycia przez ludzi

W kroku tym, na podstawie wyników oznaczeń wskaźników fizyczno-chemicznych w próbkach wód pobranych z punktów pomiarowych monitoringu stanu chemicznego, należy sprawdzić, czy wartości stężeń poszczególnych wskaźników przekraczają wartość 75% maksymalnych stężeń dopuszczalnych w wodzie do spożycia przez ludzi (CV_{RMZ}), wg Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r. Wartość 75% stężeń dopuszczalnych w wodzie do spożycia przez ludzi została przyjęta analogicznie do wytycznych Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2019 poz. 2148), które określają 75% wartości progowej, jako punkt początkowy inicjowania działań mających odwrócić znaczące i utrzymujące się trendy wzrostowe stężeń poszczególnych substancji. Jeśli w danym punkcie nie stwierdza się przekroczenia 75% CV_{RMZ} żadnego ze wskaźników, stan w punkcie należy określić jako dobry. Jeśli obserwuje się przekroczenie 75% CV_{RMZ} co najmniej jednego wskaźnika, należy przejść do kroku czwartego.

Krok 4 – Analiza pochodzenia wskaźników

Rodzaj analizy: hydrogeologiczna

Cel: selekcja punktów, w których zmiany stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych mają charakter antropogeniczny

W punktach, w których stwierdzono przekroczenie wartości 75% CV_{RMZ} , należy przeanalizować pochodzenie stężeń danego wskaźnika. Jeżeli wskaźnik jest pochodzenia geogenicznego, stan w punkcie należy określić jako dobry. Jeżeli wskaźnik jest pochodzenia antropogenicznego, należy przejść do kolejnego kroku.

Krok 5 – Prognoza wartości stężeń wskaźników antropogenicznych

Rodzaj analizy: statystyczna

Cel: wybór punktów, w których prognozowane wartości na koniec cyklu planistycznego przekraczają wartość progowe CV_{RMZ}

W odniesieniu do wskaźników antropogenicznych, dla których stwierdzono przekroczenia wartości 75% CV_{RMZ} , należy przeprowadzić analizę statystyczną tendencji zmian stężeń tych wskaźników w czasie. Analizę tendencji zmian i prognozę na koniec cyklu wodnego przeprowadza się zgodnie z metodyką przedstawioną w rozdziale (3.1.1.1). Na tym etapie rozpatruje się, czy prognoza na koniec cyklu planistycznego nadal wykazuje stężenia wskaźników antropogenicznych powyżej CV_{RMZ} . Punkty, dla których prognoza nie przewiduje przekroczenia CV_{RMZ} otrzymują stan dobry. Wszystkie punkty, dla których prognoza wykazała stężenia powyżej CV_{RMZ} otrzymują stan słaby.

Wiarygodność oceny punktowej

Wiarygodność oceny punktowej powinna uwzględniać sposób użytkowania punktu oraz ciągłość utrzymującego się stanu. Kryteria wiarygodności oceny stanu chemicznego w punkcie monitoringowych zostały przedstawione w Tabeli 9.

Tabela 9. Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście C.5.

Wiarygodność	Kryteria
Niska	- Piezometry i studnie użytkowane, jako punkty obserwacyjne - Studnie prywatne zaopatrujące w wodę pojedyncze gospodarstwa - Studnie po raz pierwszy poddawane ocenie stanu chemicznego - Studnie na ujęciach i przy obiektach pełniących działalność handlową i publiczną, nieeksploatowane z innych powodów niż pogorszenie jakości wód podziemnych (np. podłączenie do regionalnej sieci wodociągowej, studnie awaryjne) - Studnie, dla których dotychczasowa ilość pomiarów jest niewystarczająca do przeprowadzenia analizy trendów
Dostateczna	- Studnie na ujęciach i przy obiektach pełniących działalność handlową i publiczną, eksploatowane, gdzie stwierdzono pogorszenie lub polepszenie stanu chemicznego, od czasu ostatniej oceny - Źródła
Wysoka	Studnie na ujęciach i przy obiektach pełniących działalność handlową i publiczną, eksploatowane, gdzie nie stwierdzono pogorszenie lub polepszenie stanu chemicznego, od czasu ostatniej oceny

Etap 2 – Ocena stanu JCWPd

Rodzaj analizy: ekspercka

Cel: ocena stanu JCWPd wg testu C.5.

Na podstawie oceny stanu chemicznego wód w punktach pomiarowych przeprowadza się ocenę stanu JCWPd. W sytuacji, gdy w obrębie danej JCWPd nie ma punktów monitoringowych, które zostały zakwalifikowane do testu w kroku 1, przeprowadzenie oceny stanu chemicznego JCWPd jest niemożliwe i należy wpisać adnotację „brak danych do oceny”. Jeśli w obrębie danej JCWPd stan wszystkich punktów oceniono jako dobry, danej JCWPd przypisuje się stan dobry. Jeśli na obszarze danej JCWPd stan co najmniej jednego punktu określono jako słaby, ocenę stanu chemicznego JCWPd przeprowadzono metodą ekspercką. Ocena powinna uwzględniać:

- liczbę oraz stopień wiarygodności punktów o stanie dobrym i słabym
- przestrzenne rozmieszczenie punktów o stanie dobrym i słabym
- rodzaj wskaźników dla których obserwuje się przekroczenia wartości 75% CV_{RMZ}
- informacje o ogniskach zanieczyszczeń oraz działalności człowieka mogącej mieć negatywny wpływ na stan wód podziemnych przeznaczonych do spożycia

Wraz z oceną stanu chemicznego JCWPd przeprowadza się ocenę jej wiarygodności. Wiarygodność oceny powinna opierać się o zagęszczenie punktów rozpatrywanych w teście w danej JCWPd z uwzględnieniem ich wiarygodności, według zasady:

Wysoka – minimum 1 punkt o WW, lub 2 o DW, lub 3 o NW na 1000 km²;

Dostateczna – minimum 1 punkt o WW, lub 2 o DW, lub 3 o NW na 2000 km²;

Niska – mniej niż 1 punkt o WW, lub 2 o DW, lub 3 o NW na 2000 km².

3.2. OCENA STANU ILOŚCIOWEGO

Procedura oceny stanu ilościowego składa się z czterech testów klasyfikacyjnych: testu bilansu wodnego, testu ingresji/ascenzji, testu ochrony ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych, oraz testu ochrony stanu wód powierzchniowych. Jakościowa analiza zmian położenia zwierciadła wody wykonywana jest jako wspomagająca testy klasyfikacyjne.

3.2.1. ANALIZA POŁOŻENIA ZWIERCIADŁA WODY

Analiza położenia zwierciadła wody wykonywana jest jako analiza wspomagająca testy klasyfikacyjne w ocenie stanu ilościowego JCWPd.

Dotychczasowe podejścia metodyczne dotyczące oceny stanu ilościowego wód podziemnych lub wybranych elementów oceny w opracowaniach o zasięgu ogólnokrajowym w Polsce bazowały na wynikach eksperckiej identyfikacji niekorzystnych skutków zmian położenia zwierciadła (Herbich i in., 2007). Przeprowadzana analiza wahań zwierciadła w punkcie wykorzystywana była do jakościowej oceny kierunków zmian zwierciadła w obrębie konkretnej JCWPd (Hordejuk i in., 2010, Gałkowski i in., 2011, 2012a, Palak i in., 2011). Stosowane do tej pory podejścia metodyczne były warunkowane przede wszystkim ograniczoną obszarowo i czasowo dostępnością danych, charakterystyką i zasięgiem sieci monitoringu oraz pionowym zróżnicowaniem poziomów wodonośnych poszczególnych JCWPd. Autorzy niniejszej metodyki podtrzymują zasadność dotychczasowych krajowych kierunków metodycznych w zakresie możliwości wykorzystania wyników interpretacji położenia zwierciadła wód podziemnych dla potrzeb oceny stanu JCWPd. Końcowym efektem prac w omawianej analizie nie będzie definitywna i równoległa w statusie do pozostałych testów ocena stanu ilościowego JCWPd, ale jakościowa analiza zmian położenia zwierciadła wody podziemnej w poszczególnych JCWPd. W ramach omawianej analizy wskazane będą punkty o znacznym zakłóceniu naturalnego reżimu wód podziemnych, interpretowanym jako istotna antropopresja.

CEL ANALIZY

Analiza ma na celu dostarczenie informacji wspierających do prowadzonych równolegle testów oceny stanu JCWPd w zakresie:

- interpretacji wyników analizy chemicznej wody w poszczególnych punktach, jak również w poszczególnych JCWPd w podziale na kompleksy wodonośne przez określenie strefy stanów w poddanym ocenie roku hydrologicznym (spośród stref stanów: wysokich, średnich lub niskich), w którym pobierano próbki wody do analiz chemicznych i określenie kierunków zmian położenia zwierciadła wody w stosunku do roku poprzedniego;
- interpretacji wyników analizy w testach ilościowych przez określenie strefy stanów w analizowanym roku hydrologicznym i określenie kierunków zmian położenia zwierciadła wody w stosunku do roku poprzedniego, jak również w przypadku punktów o wieloletnich obserwacjach (ponad 20-letnich) ustalenie czy zaznacza się wyraźna tendencja spadkowa położenia zwierciadła wód podziemnych. Ponadto podejmuje się próbę wskazania punktów, które znajdują się pod istotnym, negatywnym wpływem antropopresji.

Wyniki testu zebrane są w formę tabelaryczną (plik excel).

UWAGI DO STOSOWANYCH POJĘĆ I OKREŚLEŃ

1. W interpretacji wahań zwierciadła wody posłużono się terminem „istotnie niekorzystnej antropopresji”. Za istotnie niekorzystną uznano antropopresję, która powoduje znaczne i długotrwałe obniżenie zwierciadła wód podziemnych. Natomiast trendy odwrotne – wzrostowe położenia zwierciadła wody związane np. z odbudowywaniem zwierciadła wody po intensywnej jego eksploatacji, jak miało to miejsce w latach 90. XX wieku w niecce warszawskiej w piętrze oligoceńskim, mimo, że mogą być w pewnym stopniu uwarunkowane przez działalność człowieka (np. podpiętrzenie wód) lub jej ustanie (np. redukcja poboru wód) uznano za zmiany zdecydowanie mniej propagujące negatywne skutki, a nawet korzystne. Przyjęto, że długookresowe trendy dodatnie w położeniu zwierciadła wody w czasie, nie mają negatywnego skutku i zwiększają retencję wód podziemnych.
2. Komentarz do oznaczanej w analizie strefy stanów w kontekście interpretacji wyników analizy chemicznej wody: informacja o określonej strefie stanów wód powinna być interpretowana w zakresie testów oceny stanu chemicznego JCWPd z uwzględnieniem specyfiki lokalnych warunków hydrogeologicznych. Zwraca się uwagę, że niska strefa stanów nie musi być tożsama z tendencją do zwiększania stężeń badanych wskaźników. W pewnych przypadkach przy niskich stanach może dochodzić do redukcji stężeń. Tego rodzaju sytuacja ma miejsce m.in. gdy tylko przy wysokich stanach następuje wymywanie lub dopływ pewnych składników i wzbogacenia w nie warstwy wodonośnej, przy czym nie da się przypisać stałych takich tendencji dla danych pierwiastków chemicznych, ponieważ jest to związane z lokalnymi warunkami.
3. Komentarz do wyników końcowych analizy w zakresie wskazania punktów, które znajdują się pod istotnym, niekorzystnym wpływem antropopresji: zwraca się uwagę, że wyników analizy nie można traktować jako definitywnie rozstrzygających w stosunku do punktów, w których nie ustalono istotnego, niekorzystnego wpływu antropopresji. Nie wyklucza się jego istnienia mimo, że nie został w rozważanej analizie wykryty. Ponadto, jeśli w opisywanej analizie została stwierdzona istotnie niekorzystna antropopresja w danym punkcie, nie prowadzi się badań w celu ustalenia, czy ma ona charakter lokalny czy regionalny w skali danej JCWPd. W razie potrzeby analiza taka powinna być przeprowadzona w ramach danego testu ilościowego oceny stanu.

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

1. Przyjmuje się, że punkt monitoringowy jest reprezentatywny dla danej JCWPd, jeśli zlokalizowany jest w jej obrębie. Reprezentatywność względem kompleksów wodonośnych przyjmuje się na podstawie aktualnego dla danej oceny stanu atrybutu punktu w bazie MWP lub innym wskazanym do tego celu źródle.
2. Do określenia strefy stanów wahań zwierciadła wód podziemnych położenia zwierciadła wody podziemnej jako wielolecie reprezentatywne przyjmuje się okres co najmniej 10-letni, dobrze udokumentowany (obserwacje położenia zwierciadła wód podziemnych prowadzone we

względnie wielu punktach), o zmiennych warunkach meteorologicznych i względnie dużej amplitudzie wahań wód podziemnych. Np. dla oceny stanu JCWPd w roku 2019 proponuje się przyjąć przedział czasowy: 2009–2018 w ujęciu lat hydrologicznych. Ww. wielolecie mimo, że obejmuje względnie krótki okres 10 lat, jest bardzo zróżnicowane – w jego trakcie w skali kraju miały miejsce skrajne sytuacje hydrogeologiczne przejawiające się zarówno wysokimi (okres 2010–2011), jak również niskimi stanami wód podziemnych (okres 2015–2018). Dobór wielolecia w kolejnych latach wykonywania oceny stanu JCWPd powinien być adekwatny do zmieniającej się dostępności danych i zmienności warunków meteorologicznych w minionym czasie.

3. Za wyraźny trend spadkowy położenia zwierciadła wody przyjmuje się istotny statystycznie (poziom istotności $\alpha = 0,05$) trend liniowy, dla którego wartość współczynnika determinacji R^2 zawiera się w przedziale $<0,8-1,0>$, przy czym analizę trendu przeprowadza się wyłącznie dla punktów obserwacyjnych o ponad 20-letnim okresie obserwacji.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA ANALIZY

- dane z bazy Monitoring Wód Podziemnych (MWP) – wyniki pomiarów głębokości położenia zwierciadła wód podziemnych lub wydajności źródeł wraz z danymi o punktach monitoringowych;
- charakterystyki JCWPd obejmujące m.in.: charakterystyki hydrogeologiczne, schematy krążenia wód, dane związane z regionalizacją hydrogeologiczną, położenie względem GZWP i dane pochodzące z MhP w skali 1 : 50 000 – tj. przestrzenne informacje na temat zasięgów głównych użytkowych poziomów wodonośnych i pierwszego od powierzchni terenu poziomu wodonośnego;
- obowiązujący podział kraju na JCWPd.

OPIS METODYKI

Krok 1: Selekcja punktów monitoringowych do analizy

Rodzaj analizy: statystyczna

Cel: wybór reprezentatywnych ciągów pomiarowych

Selekcję punktów przeprowadza się z uwzględnieniem różnych kryteriów dla różnych obszarów analizy. Ma to na celu optymalne wykorzystanie dostępnych danych monitoringowych, stanowiących podstawowy materiał badawczy.

1. Na potrzeby określenia kierunków zmian położenia zwierciadła wody podziemnej w stosunku do roku poprzedniego selekcja polega na ograniczeniu zbioru wszystkich punktów monitoringowych, dla których gromadzone są regularne informacje o położeniu zwierciadła wód podziemnych lub wydajności źródeł w bazie MWP do tych, w których obserwacje były prowadzone w ostatnich dwóch latach hydrologicznych. Dla oceny stanu za rok 2019 r. jest to okres: 1 listopada 2017 r. do 31 października 2019 r.

2. Na potrzeby określenia strefy stanów wahań zwierciadła wód podziemnych selekcja polega na ograniczeniu zbioru wszystkich punktów monitoringowych, dla których gromadzone są regularne informacje o położeniu zwierciadła wód lub wydajności źródeł w bazie MWP do tych, w których obserwacje były prowadzone w wieloletnim przyjętym za reprezentatywne, zgodnie z przyjętymi założeniami analizy.
3. Na potrzeby ustalenia czy w danym punkcie jest wyraźna tendencja spadkowa położenia zwierciadła wód podziemnych selekcja polega na ograniczeniu zbioru wszystkich punktów monitoringowych, dla których gromadzone są regularne informacje o położeniu zwierciadła wód lub wydajności źródeł w bazie MWP do tych, w których obserwacje były prowadzone co najmniej w ostatnich 20 latach hydrologicznych.

Analizy prowadzi się na danych cotygodniowych (podpunkty 1.1 – 1.2) oraz średnich miesięcznych (podpunkt 1.3) położenia zwierciadła wód podziemnych lub wydajności źródeł. Dopuszcza się braki w ciągłości pomiarów do 4 m-cy w przypadku pojedynczych przerw, przy czym suma wszystkich brakujących cotygodniowych pomiarów nie może przekroczyć 20% obserwacji w okresie objętym analizą.

Krok 2: Obliczenia

Rodzaj analizy: statystyczna

Cel: określenie kierunku zmian, strefy wahań i zbadanie trendu – analiza punktowa

- 1.1. Dla poszczególnych punktów wyłonionych w wyniku selekcji w kroku 1 analizy 1.1. określa się kierunek zmian położenia zwierciadła wody w stosunku do roku poprzedniego według wzoru:

$SG_{R-1} - SG_R > 0 \Rightarrow$ kierunek zmian dodatni (zwierciadło wody w analizowanym roku kształtuje się wyżej niż w roku poprzednim);

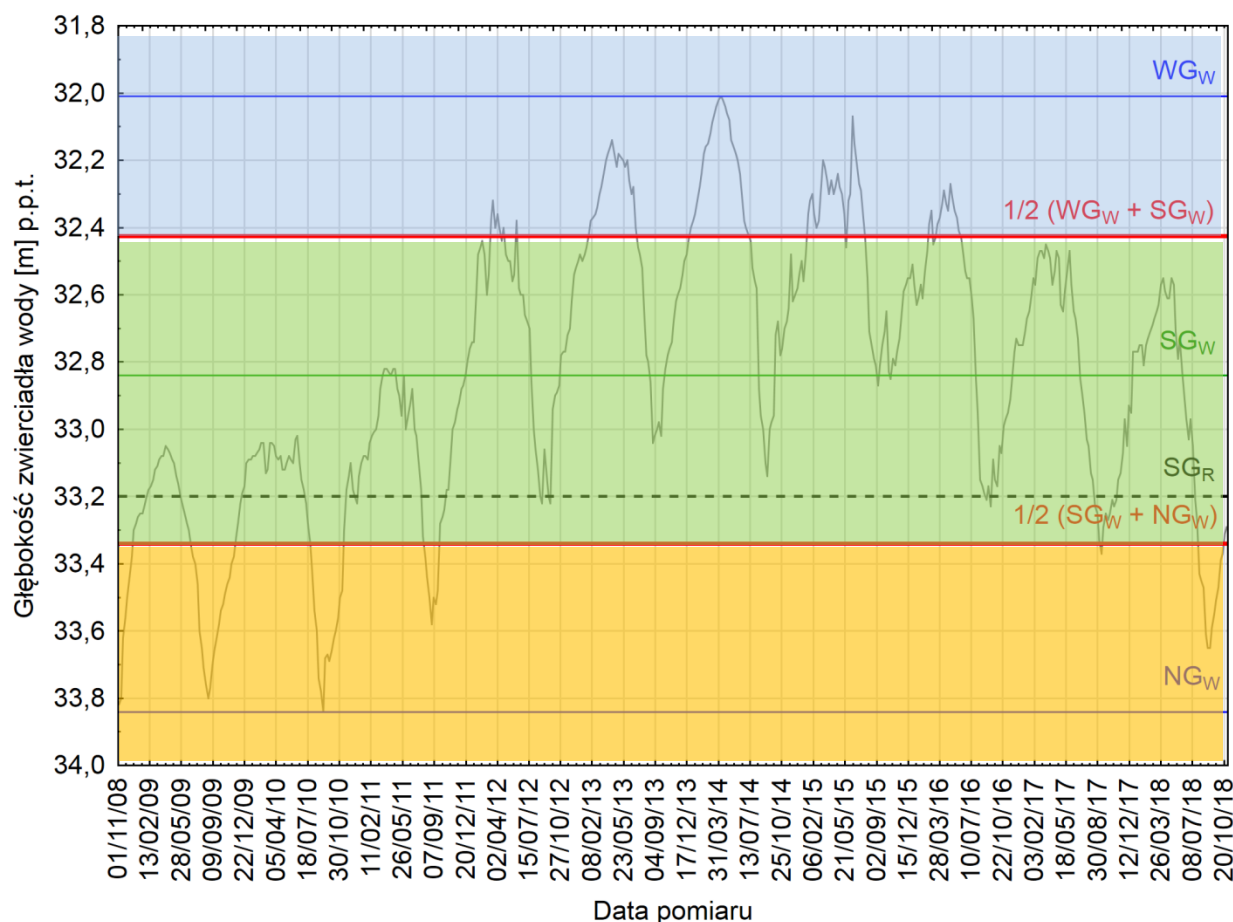
$SG_{R-1} - SG_R = 0 \Rightarrow$ brak zmiany (zwierciadło wody w analizowanym roku kształtuje się na tym samym poziomie co w roku poprzednim);

$SG_{R-1} - SG_R < 0 \Rightarrow$ kierunek zmian ujemny (zwierciadło wody w analizowanym roku kształtuje się niżej niż w roku poprzednim), gdzie:

SG_R stan średni w analizowanym roku – średnia arytmetyczna z wszystkich cotygodniowych pomiarów głębokości zwierciadła wody w danym punkcie monitoringowym w analizowanym roku, dla którego wykonuje się ocenę stanu JCWPd;

SG_{R-1} stan średni w roku poprzedzającym analizowany rok – średnia arytmetyczna z wszystkich cotygodniowych pomiarów głębokości zwierciadła wody w danym punkcie monitoringowym w roku poprzedzającym analizowany rok, dla którego wykonuje się ocenę stanu.

W przypadku punktów monitoringowych będących źródłami analogicznej analizie do stanów wód podlega wydajność.



Rysunek 13. Wykres zmian położenia głębokości zwierciadła wody podziemnej w czasie z naniesionymi czerwonym kolorem granicami stref stanów wahań wód na przykładzie jednego z punktów monitoringowych sieci obserwacyjno-badawczej PIG-PIB; strefa stanów niskich – kolor tła pomarańczowym; objaśnienia symboli w tekście

1.2.A) Dla poszczególnych punktów wyłonionych w wyniku selekcji w kroku 2 analizy 1.2. na podstawie wartości stanu średniego w analizowanym roku (SGR) określa się strefę stanów według poniższej klasyfikacji:

- strefa stanów wysokich obejmuje najwyższe zaobserwowane stany w przyjętym reprezentatywnym wieloleciu; dolną granicę tej strefy stanów wyznacza się według wzoru: $(WG_w + SG_w)/2$ (górna czerwona linia na przykładowym wykresie), przy czym stan równy tej dolnej granicy stanów należy również do strefy stanów wysokich;
- strefa stanów średnich obejmuje stany w zakresie między dolną granicą stanów wysokich i górną granicą stanów niskich;
- strefa stanów niskich obejmuje najniższe zaobserwowane stany w przyjętym reprezentatywnym wieloleciu; górną granicę tej strefy stanów wyznacza się według wzoru: $(SG_w + NG_w)/2$ (dolna czerwona linia na przykładowym wykresie), przy czym stan równy tej górnej granicy stanów należy również do strefy stanów niskich.

- WGw stan najwyższy w reprezentatywnym wieloleciu (najmniejsza w ww. wieloleciu wartość głębokości położenia zwierciadła wody podziemnej);
- SGW stan średni w reprezentatywnym wieloleciu – średnia arytmetyczna z wszystkich cotygodniowych pomiarów głębokości zwierciadła wody w reprezentatywnym wieloleciu;
- NGW stan najniższy w reprezentatywnym wieloleciu (największa w ww. wieloleciu wartość głębokości położenia zwierciadła wody podziemnej).

W przypadku punktów monitoringowych będących źródłami analogicznej analizie do stanów wód podlega wydajność.

- 1.2.B) W przypadku wyników niejednoznacznych i budzących wątpliwości wyznaczanie stref stanów można wykonać też równolegle dodatkowo dla innego, dłuższego wielolecia niż te przyjęte jako reprezentatywne. Np. dla roku 2019 można wówczas uwzględnić ostatnie 20-lecie (1999–2018), przy czym analiza ta ograniczona będzie wyłączeniem do punktów mających tak długi okres obserwacji. Ten krok analizy ma na celu uzupełnienie informacji uzyskanej w kroku 1.2A – poszerzenie płaszczyzny interpretacyjnej wyników.
- 1.3. W poszczególnych punktach wyłonionych w wyniku selekcji w kroku 1 analizy 1.3. bada się czy jest wyraźny trend spadkowy położenia zwierciadła wód podziemnych zgodnie z przyjętymi założeniami analizy (założenie nr 3). W tym celu, zgodnie z przyjętymi założeniami, stosuje się regresję liniową, oblicza się współczynnik dopasowania r^2 i określa istotność statystyczną ($\alpha=0,05$). Jeśli współczynnik kierunkowy równania liniowego jest ujemny i R^2 jest większe lub równe 0,8 oraz trend jest istotny statystycznie określa się badany punkt jako punkt o znacząco zaburzonym wieloletnim reżimie wód i interpretuje jako będący pod wpływem antropopresji.
- 1.4. Dla poszczególnych punktów wyłonionych w wyniku selekcji w kroku 2 analizy 1.2., którym przypisano niską strefę stanów (w wyniku analizy 1.2a) określa się czy średni stanu w roku, dla którego wykonuje się ocenę JCWPd (SG_R) był niższy od stan najniższego w reprezentatywnym wieloleciu (NG_w). Tym samym bada się czy spełniona jest nierówność:

$$SG_R - NG_w > 0$$

Krok 3: Weryfikacja poprawności interpretacji wyraźnego trendu malejącego jako istotnie niekorzystnej antropopresji

Rodzaj analizy: ekspercka, jakościowa – wspomagająca

Cel: sprawdzenie, czy wykryty trend nie jest związany z naturalnymi wieloletnimi fluktuacjami zwierciadła w danym punkcie

W tym kroku analizuje się wykresy wahań zwierciadła wody w czasie całego okresu obserwacji w danych punktach, w przypadku których stwierdzono wyraźny trend malejący położenia zwierciadła wody w ostatnich 20-latach. Analiza ma na celu wyłonienie punktów, w których trend może być uzasadniony naturalnymi wieloletnimi fluktuacjami położenia zwierciadła wód podziemnych, czyli weryfikację interpretacji trendu w kierunku antropopresji. Jeśli stwierdza się naturalny charakter

zmian – obniżenia zwierciadła wód podziemnych, punktu nie traktuje się jako będącego pod wpływem antropopresji.

Wiarygodność oceny w tym kroku jest ściśle związana z długością okresu obserwacji w danym punkcie.

Ocena ma charakter ekspercki i jedynie wspomagający interpretację trendu.

Krok 4: Analiza wykresów punktów o ekstremalnie niskim położeniu zwierciadła wód podziemnych w analizowanym roku

Rodzaj analizy: ekspercka, jakościowa

Cel: wyłonienie punktów, które mogą być pod wpływem istotnej, istotnie niekorzystnej antropopresji

Analizę prowadzi się na punktach, dla których średni stan w roku, dla którego wykonuje się bieżącą ocenę stanu JCWPd, był niższy niż najniższy stan z wielolecia przyjętego za reprezentatywne, czyli jest to zbiór punktów wyłonionych w selekcji wykonanej w kroku 1.4.

Analiza polega na prześledzeniu wahań zwierciadła wód podziemnych w czasie całego okresu obserwacji w ww. punktach. Szuka się punktów, w których wykresy wahań wskazują, że ekstremalnie niski stan (SG_R) może nie być spowodowany naturalną fluktuacją lecz antropopresją. Analiza ma charakter ekspercki, przy czym bierze się pod uwagę szybkość opadania zwierciadła wody – nagłość zachodzących zmian w badanym roku i porównuje się z danymi z wielolecia.

Krok 5. Oszacowanie wiarygodności wyników analizy punktowej kroków 3 i 4 – selekcji punktów, które mogą być pod wpływem istotnej, istotnie niekorzystnej antropopresji

Określenie wiarygodności wyników punktowych analizy kroku nr 3 i 4 wykonuje się na podstawie założeń zawartych w Tabeli 10.

Tabela 10. Szacowanie wiarygodności oceny punktowej – stwierdzenie czy reżim wód w danym punkcie jest pod wpływem istotnej, istotnie niekorzystnej antropopresji

Wiarygodność wyniku analizy punktowej	Długość okresu obserwacji jest powyżej 35 lat	Czy w danym przypadku interpretacja na podstawie wykresu jest wystarczającą przesłanką do stwierdzenia istotnej, niekorzystnej antropopresji?
niski	nie	nie
wysoki	nie	tak
niski	tak	nie
wysoki	tak	tak

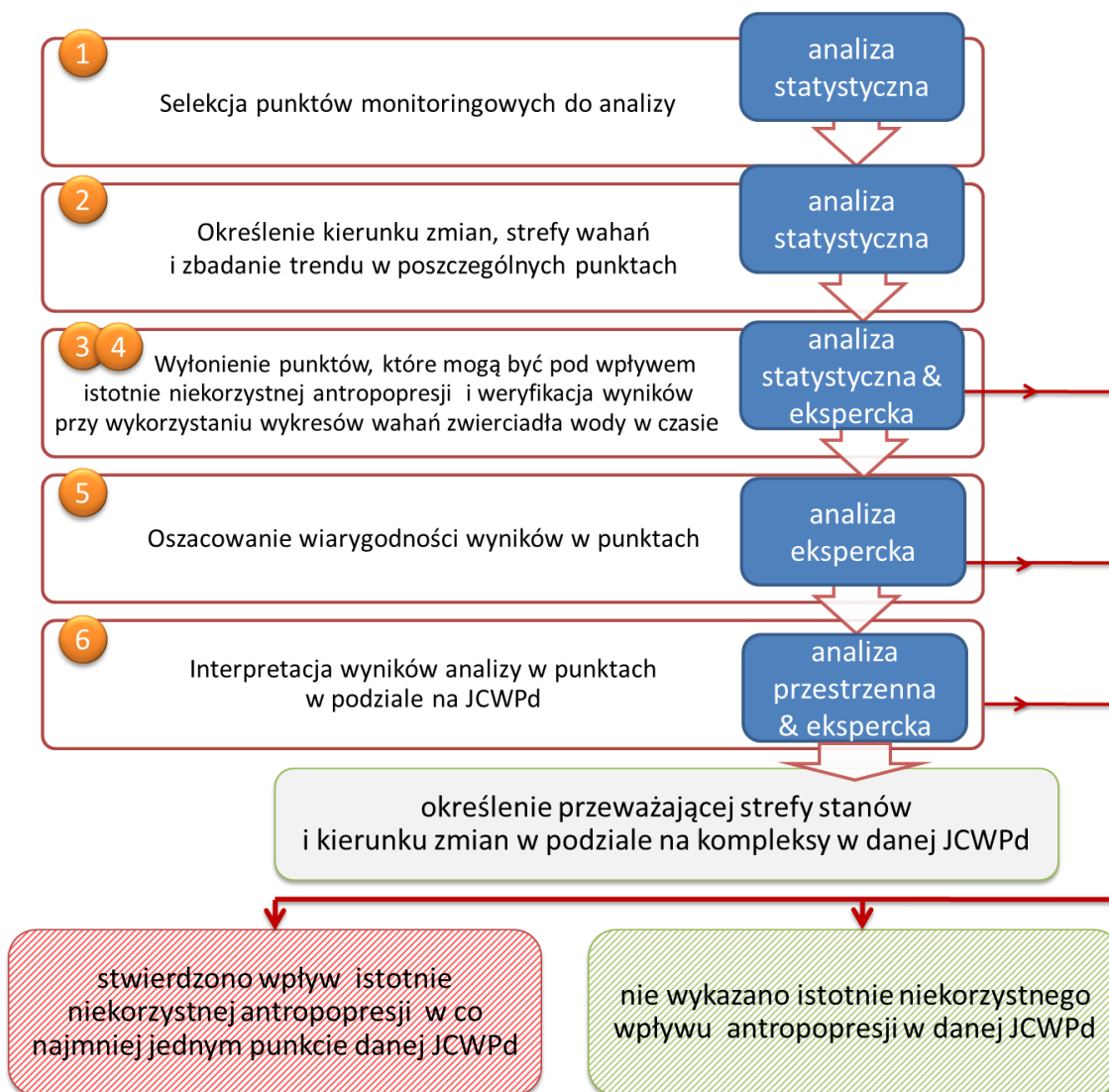
Krok 6: Interpretacja wyników punktowych w podziale na JCWPd

Rodzaj analizy: przestrzenno-atrybutowa i ekspercka

Cel: określenie ogólnego kierunku zmian, przeważającej strefy wahań w poszczególnych JCWPd

W sytuacji bardzo nierównomiernego rozmieszczenia punktów monitoringowych, a nawet zdarzających się braków reprezentatywnego punktu, dla każdego z wydzielonych kompleksów w obrębie danej JCWPd, ten etap analizy ma charakter ekspercki. Przeniesienie wyników punktowych na obszar w przypadku niejednorodnych warunków hydrogeologicznych jest obciążone

niepewnością, której poziom wzrasta wraz ze skomplikowaniem budowy hydrogeologicznej na analizowanym obszarze. Na podstawie wyników punktowych w tym etapie analizy próbuje się określić przeważający kierunek zmian położenia zwierciadła wody w stosunku do roku poprzedniego i strefy wahań położenia zwierciadła wód podziemnych w poszczególnych JCWPd przy uwzględnieniu podziału na kompleksy wodonośne (wyniki kroku nr 2). W tym celu analizuje się rozmieszczenie i liczebność punktów w obrębie poszczególnych JCWPd, warunki hydrogeologiczne, zmienność uzyskanych wyników punktowych i informacje pozyskane w kroku 5. Wyniki analizy zawarte są w syntetycznym opisie. Poniżej na Rysunek 14 przedstawiono schemat wykonania analizy.



Rysunek 14. Schemat wykonania analizy; cyfry w pomarańczowych kółkach odpowiadają numerom kroków według opisu w tekście.

W przeciwieństwie do testów wynikiem analizy nie jest bezpośrednia ocena stanu.

3.2.2. TEST I.1 – BILANS WODNY

WPROWADZENIE

Test I.1 – Bilans wodny ma na celu ustalenie, czy pobór wód podziemnych nie przekroczył dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych w poszczególnych JCWPd. Ocenę przeprowadza się przez porównanie średniego z wieloletniego poboru rzeczywistego z ujęć wód podziemnych z wielkością dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych.

Zgodnie z wytycznymi unijnymi (CIS, Guidance Document No. 18, 2009) test bilansu wodnego polega na sprawdzeniu w każdej JCWPd czy pobór wód podziemnych nie przekracza ich zasobów. Sposób sprawdzania powinien polegać na porównaniu długoterminowego – tj. uśrednionego na podstawie danych z co najmniej 6-ciu lat, rocznego poboru wód podziemnych, z analogicznie długoterminową wartością odnawialności wód podziemnych uwzględniającą wymagany ekologicznie przepływ w ciekach powierzchniowych w obrębie konkretnej JCWPd.

Według rozporządzenia krajowego (RMG MiŻŚ z dnia 11 października 2019 r., Dz. U. 2019 poz. 2285) *„Oceny stanu ilościowego jednolitej części wód podziemnych dokonuje się przez ustalenie wielkości rezerw zasobów wód podziemnych jednolitej części wód podziemnych i interpretację wyników badań położenia zwierciadła wód podziemnych” (§ 10.1). Ustalenia wielkości rezerw zasobów wód podziemnych jednolitej części wód podziemnych dokonuje się przez porównanie średniego wieloletniego poboru rzeczywistego z ujęć wód podziemnych, wyrażonego w m³/dobę, z wielkością dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych, wyrażonych w m³/dobę, wyznaczonych na podstawie zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych ustalonych dla obszaru bilansowego, obejmującego daną jednolitą część wód podziemnych. Jeżeli dana jednolita część wód podziemnych nie została w całości objęta obszarem bilansowym, dla którego zostały ustalone zasoby dyspozycyjne wód podziemnych, dopuszcza się, do czasu ustalenia dla niej zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych, dokonanie porównania opartego na obliczeniach z wykorzystaniem zasobów perspektywicznych wód podziemnych” (§ 10.2).*

Rozporządzenie nie określa szczegółowo wymaganych elementów równania bilansowego, ale wskazuje, w duchu wytycznych unijnych, konieczność określenia wartości rezerw zasobów wód podziemnych JCWPd. Dodatkowo, biorąc pod uwagę metodologię, nazewnictwo i stan udokumentowania zasobów wód podziemnych w Polsce, w Rozporządzeniu wskazano, że na potrzeby obliczeń tychże rezerw należy przyjąć wartość średniego wieloletniego poboru rzeczywistego (nie podając liczby lat do obliczania średniej), a wartość dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych należy oprzeć na podstawie zasobów dyspozycyjnych lub perspektywicznych ustalonych dla obszaru bilansowego, obejmującego daną JCWPd.

Według Rozporządzenia, dobrym stanem ilościowym JCWPd jest taki stan, w którym w JCWPd dostępne do zagospodarowania zasoby wód podziemnych są wyższe od średniego wieloletniego rzeczywistego poboru z ujęć wód podziemnych. Natomiast stan wód podziemnych w JCWPd jest słaby gdy średni wieloletni pobór rzeczywisty z ujęć wód podziemnych jest równy lub wyższy od dostępnych zasobów wód podziemnych oraz zwierciadło wód podziemnych podlega takim zmianom

wynikającym z działalności człowieka, że mogła ona spowodować wystąpienie co najmniej jednego ze skutków:

1. zmian położenia zwierciadła wód podziemnych, które mogą spowodować:
 - a) nieosiągnięcie celów środowiskowych określonych dla wód powierzchniowych, pozostających w bezpośrednim związku hydraulicznym z jednolitą częścią wód podziemnych, zawartych w planie gospodarowania wodami na obszarze dorzecza,
 - b) wystąpienie znacznych szkód w ekosystemach lądowych bezpośrednio zależnych od wód podziemnych,
 - c) wystąpienie znacznego obniżenia zwierciadła wód podziemnych.
2. krótkotrwałych lub ciągłych zmian kierunku przepływu wód podziemnych wynikających ze zmian położenia zwierciadła wód podziemnych, występujących na ograniczonym obszarze, które mogą powodować dopływ wód słonych lub innych wód o jakości zagrażającej zanieczyszczeniem wód podziemnych, oraz mogą wskazywać na trwałą tendencję do zmian kierunku przepływu wód podziemnych, która mogłaby spowodować taki dopływ.

Na podstawie przytoczonych metodycznych zaleceń unijnych i prawnych wytycznych krajowych, autorzy niniejszej metodyki proponują, aby przyjąć za trzon metodyki testu (o nazwie „Bilans wodny” w duchu nazewnictwa unijnego) obowiązujące wytyczne krajowe zawarte w Rozporządzeniu (MGMiZŚ z dnia 11 października 2019 r). Pobór rzeczywisty zostanie określony na podstawie uśrednionego poboru rzeczywistego z ostatnich 6-ciu lat, dla których dostępne są dane. Z uwagi na skomplikowany proces przekształcania informacji z systemów opłatowych, dane w formie przestrzennej, możliwej do wykorzystania w opracowaniach bilansowych, dostępne są z opóźnieniem.

CEL TESTU

Głównym celem testu jest sprawdzenie dla każdej JCWPd, czy odbywający się rzeczywisty pobór wód podziemnych nie powoduje przekroczenia ustalonej dla niej wartości dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych.

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

Test o nazwie „Bilans wodny” określa się jako przede wszystkim ustalenie wielkości rezerw zasobów wód podziemnych, co należy przeprowadzić przez porównanie w skali roku uśrednionego na podstawie wieloletniego poboru rzeczywistego wód podziemnych z wielkością dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych wyznaczonych na podstawie zasobów dyspozycyjnych lub perspektywicznych ustalonych dla jednostki bilansowej, tj. obszaru bilansowego lub rejonu wodnogospodarczego, obejmującej JCWPd. Według autorów wskazywana przez krajowe Rozporządzenie konieczność oparcia obliczeń o zasoby dyspozycyjne lub perspektywiczne jest słuszna, gdyż definicja tych zasobów (omówiono je dalej w rozdziale) nawiązuje do unijnego zalecenia uwzględniania w odnawialnych zasobach wymaganych ekologicznie przepływów.

Podczas ustalania wielkości rezerw, zarówno po stronie oceny wartości poboru jak i zasobów, należy przy końcowej interpretacji wyników uwzględnić możliwe źródła błędu oraz istotne elementy bilansu wodnogospodarczego (podane w dalszej części opracowania), a zwłaszcza ich wpływ na wynik oceny stanu ilościowego konkretnej JCWPd. Co do konieczności uwzględniania tych elementów bilansu, zalecenia unijne wskazują jedynie, że są one ważne i sugeruje brać je pod uwagę wedle potrzeby, dostępności danych i sytuacji hydrogeologicznej konkretnej JCWPd lub grup JCWPd. Według autorów elementy te powinny być brane pod uwagę przynajmniej na końcowym etapie wykonywania niniejszego testu, a z pewnością musi być omówiony ich ewentualny wpływ na końcowy wynik oceny stanu ilościowego.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA TESTU

Ustalenia wielkości rezerw zasobów wód podziemnych dokonuje się dla każdej JCWPd poprzez porównanie średniego wieloletniego poboru rzeczywistego z ujęć wód podziemnych, wyrażonego w $\text{m}^3/\text{dobę}$, z wielkością dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych, wyrażoną w $\text{m}^3/\text{dobę}$.

Dane dotyczące poboru wód podziemnych:

Przy określeniu i opracowywaniu danych wejściowych do testu należy rozróżnić dwie składowe poboru rzeczywistego – tzw. pobór opomiarowany i nieopomiarowany:

- pobór opomiarowany (rejestrowany) obejmujący usługi wodne polegające na zapewnieniu gospodarstwom domowym, podmiotom publicznym oraz podmiotom prowadzącym działalność gospodarczą możliwość korzystania z wód w zakresie wykraczającym poza zakres powszechnego korzystania z wód, zwykłego korzystania z wód oraz szczególnego korzystania z wód. Podmiot dokonujący poboru wód podziemnych w ramach usług wodnych musi posiadać pozwolenie wodnoprawne i jest obowiązany do stosowania przyrządów pomiarowych umożliwiających pomiar ilości pobranych wód oraz wnoszenia opłat (stałej i zmiennej). Drugim, ważnym elementem poboru opomiarowanego są odwodnienia górnicze. Kopalnie nie wnoszą opłat za pobór wód z ujęć jeśli należą do systemów odwadniania zakładów górniczych. Dane zbierane są w ramach prowadzonego badania statyki publicznej.
- pobór nieopomiarowany (nierejestrowany) to przede wszystkim sumaryczna ilość wód pobieranych w ramach tzw. zwykłego korzystania z wód, który służy zaspokojeniu potrzeb własnego gospodarstwa domowego lub własnego gospodarstwa rolnego. Pobór średnioroczny wód podziemnych w ramach zwykłego korzystania z wód nie może przekraczać $5 \text{ m}^3/\text{dobę}$. Należy również uwzględnić ujęcia gdzie pomiar powinien być zgłoszony i podlegać pomiarowi (zgodnie z ustawą), jednak użytkownik/właściciel tego nie zrobił. Wielkość poboru nierejestrowanego nie jest ewidencjonowana i może być oceniona jedynie na drodze szacunkowych obliczeń (Frankowski, Gałkowski i Mitręga, 2009). Zaleca się wartość tą uwzględniać ekspercko na końcu analizy.

Dane dotyczące dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych:

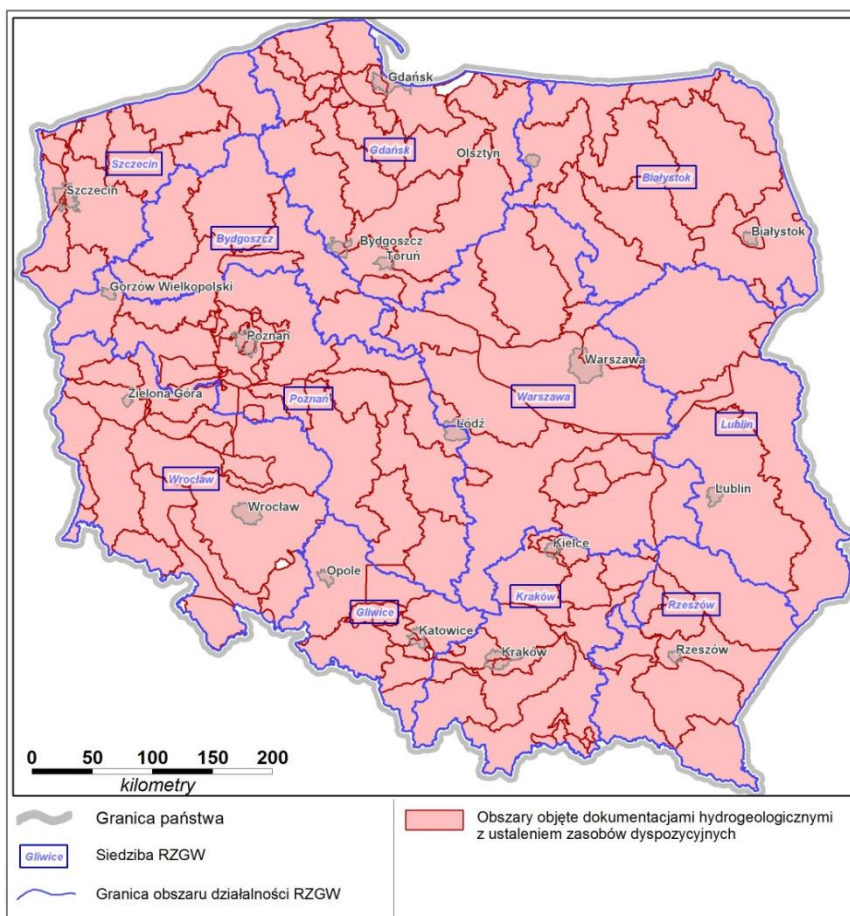
Biorąc pod uwagę krajową metodologię i terminologię oraz w nawiązaniu do omówionych wcześniej zaleceń metodycznych i wytycznych RMGMIŻŚ z dn. 11 października 2019 r., danymi wejściowymi na temat zasobów wód podziemnych powinny być **zasoby zwykłych wód podziemnych dostępne do zagospodarowania (ZDG)**. Należy je rozumieć jako ilość wody możliwą do trwałego gospodarczego wykorzystania bez naruszenia zasad ochrony środowiska i potrzeb przyszłych pokoleń w zakresie korzystania z zasobów wodnych (zrównoważonego rozwoju). Zależnie od dostępnych danych wejściowych i metodyki obliczeń, rozróżnia się (na podst. Herbach i in., 2003; Herbach i Przytuła, 2012):

- zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (ZD), które określa się w ramach dokumentacji hydrogeologicznej jako zasoby wód podziemnych możliwe do zagospodarowania w określonych warunkach środowiska i hydrogeologicznych przy wykorzystaniu modelowania matematycznego;

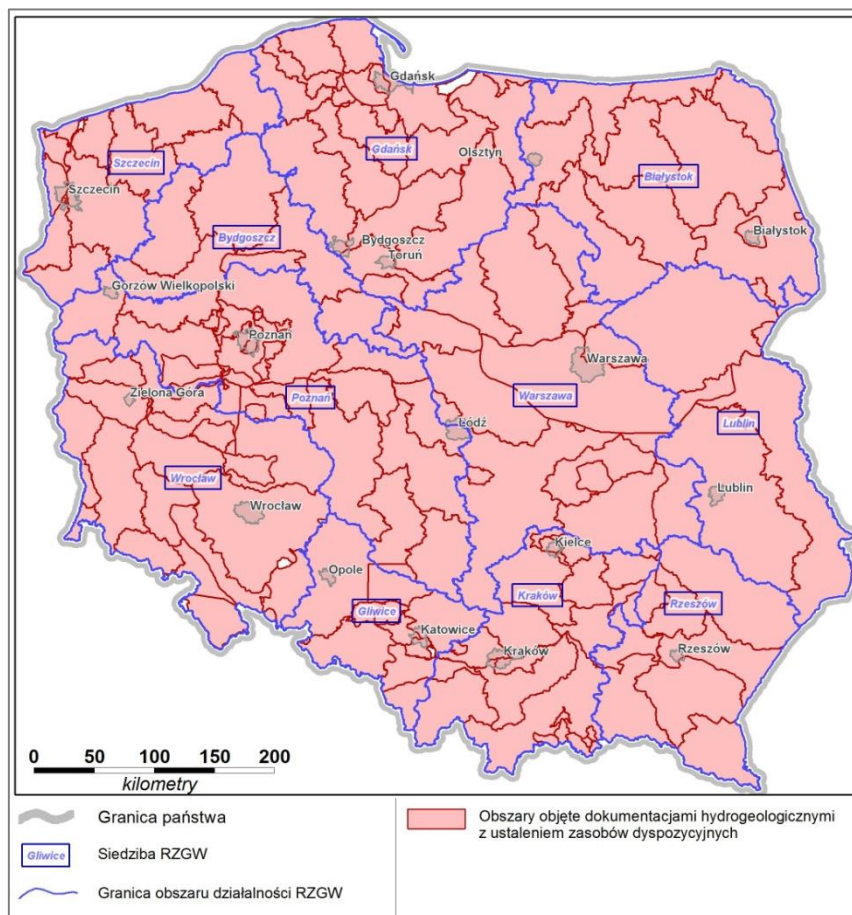
Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zdefiniowane są w RMŚ z dn. 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033) jako (§ 2. 4 (...)) *będące, z wyłączeniem zasobów dyspozycyjnych solanek, wód leczniczych i termalnych, zasobami wód podziemnych dostępnymi do zagospodarowania, stanowiącymi średnią z wieloletnia wielkość całkowitego zasilania wód podziemnych określonego obszaru bilansowego – będącego jednostką hydrogeologiczną, wytypowaną w celu ustalenia zasobów odnawialnych i zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych wraz z oceną stopnia ich zagospodarowania – pomniejszonymi o średnią z wieloletnia wielkość przepływu wód, tak aby nie dopuścić do znacznego pogorszenia stanu wód powierzchniowych związanych z wodami podziemnymi i do powstania znaczących szkód w ekosystemach lądowych zależnych od wód podziemnych, a także określonymi z zachowaniem warunku niepogarszania stanu chemicznego wód podziemnych, ustalonymi z uwzględnieniem występującego w obszarze bilansowym przestrzennego zróżnicowania warunków zasilania, występowania, parametrów hydrogeologicznych i kontaktów hydraulicznych poziomów wodonośnych, przestrzennego rozkładu środowiskowych i hydrogeologicznych ograniczeń dla stopnia zagospodarowania zasobów oraz przestrzennego rozkładu istniejącego użytkowania wód podziemnych, wyznaczonymi bez wskazywania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujmowania wód.*

Wartości zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych są ustalane w ramach dokumentowania hydrogeologicznego na podstawie szczegółowego rozpoznania i obliczeń z wykorzystaniem matematycznych modeli przepływu wód podziemnych. Według stanu na koniec 2019 r., zasoby

dyspozycyjne wód podziemnych zostały ustalone na obszarze powierzchni całego kraju (



Rysunek 15). Jedynie na niespełna 1% powierzchni kraju zasoby wód podziemnych są określone uproszczonymi metodami hydrologicznymi jako zasoby perspektywiczne (ZP). Oznacza to, że dla niemal całego obszaru kraju wartości modułowe pozwalające na przeliczenie wielkości zasobów dyspozycyjnych w jednostkach bilansowych wód podziemnych na wielkość zasobów dostępnych do zagospodarowania w JCWPd zostały określone w ramach ponad 135 dokumentacji hydrogeologicznych wykonanych na przestrzeni lat 1994–2019 (Mordzonek i in., 2019a). Zbiór danych na temat zasobów odnawialnych wód podziemnych uzupełniają starsze dokumentacje i opracowania studialne wykonane jeszcze przed nowelizacją Prawa geologicznego i górniczego z 1994 r.



Rysunek 15. Mapa stanu udokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w Polsce (stan na dzień 31.12.2019 r.)

oraz

- zasoby perspektywiczne wód podziemnych (ZP), które określono (Herbich i in., 2003) w sposób szacunkowy, na podstawie metod hydrologicznych nie uwzględniających przestrzennego zróżnicowania warunków hydrogeologicznych, chemizmu, odnawialności i poboru wód podziemnych oraz przestrzennego zróżnicowania potrzeb wodnych ekosystemów zależnych od wód podziemnych.

Zasoby perspektywiczne wód podziemnych to szacunkowo ustalone zasoby użytkowych pięter/poziomów wodonośnych w określonych obszarach bilansowych, możliwe do zagospodarowania z uwzględnieniem potrzeby zachowania określonego stanu ekosystemów od nich zależnych. Zasoby perspektywiczne zostały ustalone w wartościach średnich, określonych z wieloleci reprezentatywnych dla dynamiki odnawialności, układu krążenia i drenażu wód podziemnych danego systemu wodonośnego. Wartości tych zasobów zostały ustalone dla obszaru kraju w oparciu o ściśle określoną metodykę (Herbich i in., 2003). Definicja i metodologia wyznaczania tych zasobów wynikała z potrzeby tymczasowego, szacunkowego określenia wartości zasobów odnawialnych wód podziemnych zwłaszcza w tych obszarach kraju, które nie zostały jeszcze objęte udokumentowaniem zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w trybie dokumentacji hydrogeologicznej. Do 2019 r., tj.

do zakończenia dokumentowania zasobów dyspozycyjnych dla obszaru całego kraju, szacunkowo określone zasoby perspektywiczne stanowiły uzupełnienie informacji na temat dostępnych zasobów wód podziemnych na części obszaru kraju.

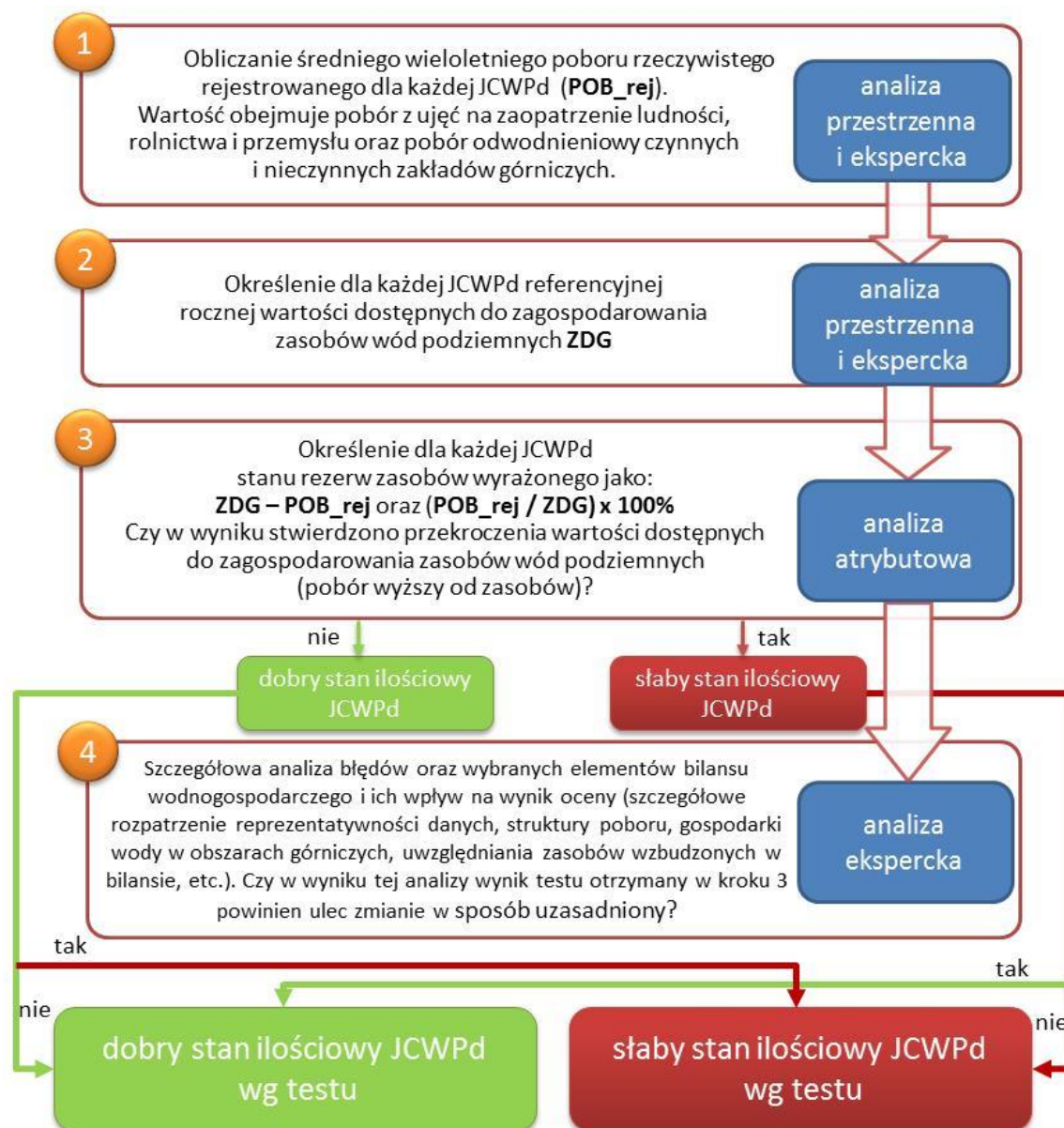
Po ustaleniu zasobów odnawialnych i dyspozycyjnych w trybie dokumentacji hydrogeologicznej dla obszaru całego kraju, zasoby perspektywiczne pełnią funkcję pomocniczą i porównawczą.

Inne przydatne dane

- obowiązujący podział kraju na 172 JCWPd wraz z wydzielonymi dotychczas subczęściami wód podziemnych;
- obowiązujący podział na gminy Państwowego Rejestru Granic;
- obniżenia zwierciadła wód podziemnych wywołane antropogenicznie;
- zasięgi z kodami złóż, obszarów i terenów górniczych;
- lokalizacja obiektów systemów odwodnieniowych zakładów górniczych;
- lokalizacja czynnych obiektów hydrogeologicznych – studni;
- lokalizacja i dane na temat monitoringu wód podziemnych;
- obowiązujący podział kraju na obszary bilansowe i rejony wodnogospodarcze z przypisanymi wartościami atrybutowymi modułów zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych (pomocniczo);
- zasięg dokumentacji hydrogeologicznych ustalających zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru bilansowego.

OPIS METODYKI

Poniżej (Rysunek 16) przedstawione są kolejne etapy przeprowadzania testu.



Rysunek 16. Schemat testu I.1 – Bilans wodny

Krok 1: Obliczanie średniego wieloletniego poboru rzeczywistego dla każdej JCWPd

Rodzaj analizy: przestrzenna (wraz z ekspercką weryfikacją danych wejściowych i wyników)

Cel: obliczenie średniego wieloletniego poboru rzeczywistego opomiarowanego w granicach JCWPd

W pierwszej kolejności należy obliczyć wielkość poboru rzeczywistego opomiarowanego dla poszczególnych lat. W najbliższej ocenie stanu JCWPd w teście I.1 zostaną wykorzystane dostępne dane za lata: 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012.

Podstawą obliczeń będą zgromadzone informacje na temat poboru z ujęć (dane referencyjne z raportów z baz opłatowych urzędów marszałkowskich), które należy opracować jako dane atrybutowe przestrzenne – tzn. wielkość poboru należy przyporządkować przestrzennej lokalizacji

ujęć hydrogeologicznych, korzystając z oprogramowania GIS. Dane z poszczególnych 16 województw są następnie agregowane do ciągłej, krajowej bazy. Dla każdej JCWPd, za pomocą analiz geostatystycznych, należy wykonać obliczenia sumarycznych wartości rzeczywistego poboru rejestrowanego wód podziemnych z ujęć oraz wartości poboru odwodnieniowego (dla czynnych i nieczynnych zakładów górniczych). Do tego celu zostaną wykorzystane algorytmy obliczeniowe w oprogramowaniu GIS.

Od 2018 roku podmiot zobowiązany do wnoszenia opłat za wodę składa oświadczenie, w którym określa ilość pobranych wód podziemnych (wyrażoną w m³) do poszczególnych zarządów zlewni, będących jednostkami Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie. Wygenerowany raport z bazy opłatowej Eden za 2018 rok został przekazany PIG-PIB w kwietniu 2020. Z uwagi na znaczne różnice w formie prowadzenia baz przez urzędy marszałkowskie i zarządy zlewni, korelacja z bazami archiwalnymi i CBDH jest bardzo skomplikowana. Jedynym elementem, który identyfikuje ujęcie w bazie EDEN są numery pozwoleń wodnoprawnych, które nie stanowiły atrybutu dotychczasowych baz. Z uwagi na ten fakt w najbliższej ocenie stanu nie można uwzględnić danych z lat 2018 i 2019.

Przy obliczeniach poboru z ujęć należy w szczególności uwzględnić dwa czynniki: dokładną lokalizację obiektów hydrogeologicznych, gdyż mogą znajdować się w różnych JCWPd oraz precyzyjność wydzielenia granicy JCWPd może być zróżnicowana. Zaleca się uwzględnianie w GIS buforu około 300 m, w której zostanie sprawdzona dokładności obliczeń (Gałkowski i in., 2012b).

Dane o poborze wód podziemnych zbierane są również na potrzeby statystyki publicznej przez Urząd Statystyczny (w Białymstoku, Katowicach i Lublinie). Dane te należy uwzględnić w analizie porównawczej. W tym celu należy przeprowadzić analizę geostatystyczną, tj. porównanie na poziomie gmin obliczonych wartości rzeczywistego poboru rejestrowanego z ujęć z wartościami z przekazanymi przez US. Następnie należy obliczyć różnicę wartości poboru z obydwu źródeł i poddać dodatkowej weryfikacji eksperckiej, w tych gminach, gdzie dane US wskazywałyby na potrzebę uwzględnienia wyższej lub niższej wartości poboru.

Przy obliczeniach poboru rzeczywistego należy uwzględnić również wartość odwodnień, która jest określona na podstawie przeprowadzanych corocznie ankiet z zakładów górniczych. Przestrzenną interpretację oparto na lokalizacji z bazy MIDAS. Dodatkowo należy uwzględnić, znane m.in. z map hydrogeologicznych w skali 1:50 000 i monitoringu lokalnego, zasięgi obniżenń zwierciadła wywołane eksploatacją oraz zasięgi odwadnianych złóż i ustalone granice terenów górniczych, które prawnie wyznaczają zasięg niekorzystnych oddziaływań zakładu górniczego i prowadzonej eksploatacji. Jest to ważne, gdyż w dostępnych dla całego kraju danych zagregowanych (które archiwizuje PIG-PIB) wartości odwodnień podawane są obszarowo.

Dla każdej JCWPd, na podstawie końcowych wartości referencyjnych poboru opomiarowanego z ujęć oraz wyznaczonego poboru odwodnieniowego, należy obliczyć sumaryczną wartość poboru rzeczywistego wód podziemnych.

Dla wskazanych sześciu lat zostaną wykonane obliczenia wg powyższego schematu. Następnie sumaryczna wartości poboru rzeczywistego z ujęć i odwodnień zostaną uśrednione jednak ze szczególnym uwzględnieniem analizy błędu oraz wybranych elementów bilansu

wodnogospodarczego opisanych w kroku 4. Szczególną uwagę należy zwrócić na skoncentrowany pobór w ramach ujęć lub odwodnień górniczych. Może zaistnieć sytuacja, gdy w części JCWPd taki pobór może spowodować przekroczenie zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania (przy ocenie stanu dobrego dla całej JCWPd). W takich sytuacjach należy przeprowadzić analizę zagęszczenia obiektów hydrogeologicznych czynnych ujęć, zróżnicowanie przestrzenne poboru w obrębie JCWPd oraz dostępnych danych z monitoringu (obniżenie zwierciadła na skutek eksploatacji) lub skartowanych lejów depresji. Pozwoli to z większą skutecznością identyfikować te obszary JCWPd, które powinny być zaklasyfikowane jako będące w stanie słabym lub być może wydzielone jako subczęści. W sytuacjach, gdy taki obszar zajmuje znaczną część JCWPd, mimo ogólnie dodatniego bilansu tej JCWPd, stan całej jednolitej części może zostać określony jako słaby. Podejście takie dopuszcza poradnik metodyczny właśnie z uwagi na częste zróżnicowanie przestrzenne wartości poboru i zasobów dostępnych do zagospodarowania w obrębie JCWPd (CIS Guidance Document No. 18, 2009). Jak podano wcześniej, z definicji wynika, że wielkość poboru nierejestrowanego nie jest nigdzie ewidencjonowana. Może być oceniona jedynie na drodze szacunkowych obliczeń za pomocą szerokiego spektrum metod (Frankowski, Gałkowski i Mitreğa, 2009). Z uwagi na fakt, że nawet uproszczonymi metodami szacowanie poboru nierejestrowanego dla wszystkich JCWPd, tj. dla obszaru całego kraju, jest zadaniem wymagającym zarówno szerokiej metodologii, jak i niezwykle dużego zakresu danych m.in. statystycznych, przeprowadzenie takiego procesu analitycznego na potrzeby oceny stanu JCWPd może okazać się niemożliwe. Należy więc dopuścić możliwość wykorzystania aktualnych dostępnych regionalnych lub ogólnokrajowych wyników analiz w tym przedmiocie, jeśli takie istnieją i są do wykorzystania w danym cyklu oceny stanu. Przy braku takich bieżących wyników (opartych na danych statystycznych z aktualnego spisu rolnego i powszechnego itp.) pobór nierejestrowany nie będzie dodawany do wartości poboru rzeczywistego i wykorzystany jako konkretna wartość w obliczeniach bilansowych. Nie zwalnia to jednak z eksperckiego, opartego na pośrednich przesłankach i charakterystykach obszaru JCWPd, uwzględnienia zakresu niepewności wartości poboru jaka może wynikać z poboru nierejestrowanego przy końcowej interpretacji wyników testu (Hordejuk i in., 2010, Gałkowski i in., 2011, 2012a). Więcej uwag na temat uwzględniania poboru nierejestrowanego przedstawiono w dalszej części rozdziału (Krok 4: Analiza błędów oraz wybranych elementów bilansu wodnogospodarczego i ich wpływ na wynik oceny).

Krok 2: Ustalanie wartości zasobów dostępnych do zagospodarowania (ZDG) dla każdej JCWPd

Rodzaj analizy: przestrzenna

Cel: przeliczenie modułów zasobów dyspozycyjnych (ZD) i perspektywicznych (ZP) z obszarów rejonów wodnogospodarczych na wartości zasobów dostępnych do zagospodarowania w obszarach JCWPd

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych są ustalane, zgodnie z ustawą Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9.06.2011 r. i Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18.11.2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w trybie sporządzenia zatwierdzanej przez Ministra Środowiska dokumentacji hydrogeologicznej. Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych, zgodnie z ich definicją, są ustalane w ilościach średnich wieloletnich zgodnie z przebiegiem ich odnawialności, właściwym dla warunków hydrogeologicznych panujących w danej jednostce bilansowej. W dokumentacjach wykonanych do końca 2014 r. dobór wielolecia do obliczeń

zasobów determinowany był głównie dostępnością danych hydrologicznych (Roczniki hydrologiczne; Atlas hydrologiczny Polski, 1980). Natomiast w dokumentacjach hydrogeologicznych zrealizowanych w latach 2013–2019, jako reprezentatywne dla oceny odnawialności zasobów wód podziemnych przyjęto, rekomendowane w Poradniku metodycznym (Herbich i in., 2013), 30-lecie 1981–2010.

Moduły zasobów dyspozycyjnych czy też perspektywicznych wód podziemnych wyliczane są jednorazowo w ramach dokumentowania hydrogeologicznego (w wyniku obliczeń metodami modelowania matematycznego) lub metodami uproszczonymi. Wartości modułów są określone dla poszczególnych jednostek bilansowych i gromadzone w bazie danych zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w PIG-PIB w podziale na rejony wodnogospodarcze (Mordzonek i in., 2019b). Nie są więc to wartości prowadzonego cyklicznie monitoringu zasobów, ale wartości referencyjne ustalone na podstawie średnich wartości opadów, odpływu czy też zakładanych wartości poboru – więcej uwag na temat uwzględniania zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych przedstawiono dalej w rozdziale (Krok 4: Analiza błędów oraz wybranych elementów bilansu wodnogospodarczego i ich wpływ na wynik oceny).

W związku z powyższym oraz w nawiązaniu do dotychczasowych rozwiązań ustalania wartości zasobów wód podziemnych na potrzeby ogólnokrajowych opracowań o charakterze ocen stanu (Herbich i in., 2007; Hordejuk i in., 2008, 2010; Mitręga i in., 2010; Gałkowski i in., 2011, 2012a; Palak i in., 2011) Autorzy metodyki proponują, aby dane te (ZDG) przyjąć jako podstawę obliczania wartości zasobów dostępnych do zagospodarowania dla poszczególnych JCWPd na potrzeby przeprowadzenia testu „Bilans wodny”.

Na podstawie tych wytycznych i danych zgromadzonych w bazie danych zasobów dyspozycyjnych, według stanu rozpoznania na rok dla którego wykonywana jest ocena wód podziemnych należy wykonać interpretację wartości zasobów dostępnych dla każdej JCWPd. Obliczenia i interpretacja wartości zasobów dostępnych do zagospodarowania ZDG w JCWPd, powinny się opierać na szczegółowych obliczeniach GIS, a następnie na weryfikacji eksperckiej uzyskanych wyników. Główna transpozycja danych z obszaru rejonu wodnogospodarczego na obszar JCWPd polega na przeliczeniu wartości średnich modułów zasobów dyspozycyjnych (i perspektywicznych) charakteryzujących dany rejon na sumaryczną wartość zasobów w obrębie JCWPd, uwzględniając udział w tej JCWPd powierzchni poszczególnych rejonów wodnogospodarczych.

Zasoby dostępne do zagospodarowania w JCWPd, jako sumę, oraz oddzielnie jako zasoby dyspozycyjne i perspektywiczne, należy określić tabelarycznie oraz przestrzennie jako warstwę GIS. Wynik tych przeliczeń należy dokładnie zweryfikować dla każdej JCWPd, odnosząc się do m.in. wartości zasobów wyznaczanych dla tej JCWPd w poprzednich latach. Zmiany wielkości zasobów dostępnych do zagospodarowania w JCWPd w poszczególnych latach wynikają jedynie z formalnego stanu udokumentowania zasobów dyspozycyjnych, który sukcesywnie wzrastał w ostatnich latach wraz z realizacją kolejnych dokumentacji ustalających zasoby dyspozycyjne wód podziemnych – zmiany te są nieznaczne i nie należy ich interpretować jako zmienności rocznej.

Uzyskanie znacznych rozbieżności w wartościach wyliczonych zasobów dla JCWPd w porównaniu do wartości z opracowań archiwalnych, może wskazywać na potrzebę sprawdzenia i ewentualnie powtórzenia obliczeń oraz ponownego porównania wyników z danymi wejściowymi z dokumentacji

hydrogeologicznych wykonanych dla jednostek bilansowych, które znajdują się w obszarze analizowanej JCWPd.

Pomocniczo, dla porównania uzyskanych wyników, można wykorzystać dostępne dane dotyczące zasobów odnawialnych zawarte w wykonanych przed 1994 r., dokumentacjach i opracowaniach studialnych na temat zasobów wód podziemnych, które opracowano jeszcze bez odniesienia do terminologii tj., zasoby dyspozycyjne czy perspektywiczne. Wykorzystując je, należy jednak pamiętać o uwzględnieniu ograniczeń środowiskowych i wytycznych dla przepływów wymaganych ekologicznie. Można również wykorzystać dane oraz podejście metodyczne zawarte w opracowaniu dotyczącym ustalenia możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenia bilansu wodno-gospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi (Herbich, Przytuła, 2012; Przytuła i in., 2012; Filar i in., 2014) oraz dane z „Przeglądowej mapy wskaźnika odnawialności wód podziemnych PPW” (Rodzoch, 2008).

Krok 3: Obliczanie wartości rezerw zasobów dla każdej JCWPd

Rodzaj analizy: porównawcza

Cel: przeliczenie wartości rezerw zasobów dla JCWPd

Stan rezerw zasobów oblicza się poprzez odjęcie, wyznaczonego na podstawie określonego powyżej średniego wieloletniego poboru rzeczywistego rejestrowanego (POB_rej) od ustalonych dla JCWPd wartości zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania (ZDG).

Stan rezerw zasobów należy obliczyć jako wyrażony procentowo stosunek poboru do zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania (ZDG):

$$(POB_rej / ZDG) \times 100\%$$

Wynik 100% lub więcej niż 100% oznacza, że pobór jest równy lub wyższy od zasobów, co wskazuje na stan ilościowy słaby danej JCWPd.

Należy wykonać także obliczenia rezerw i wyrazić je jako różnicę poboru (POB_rej) do zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania (ZDG):

$$ZDG - POB_rej$$

Wynik „zero” lub ujemny oznacza, że pobór jest równy lub wyższy od zasobów, co wskazuje na stan ilościowy słaby danej JCWPd oraz dodatkowo wskazuje na wartość przekroczenia.

Zgodnie z przedstawionymi wcześniej zaleceniami unijnymi i wytycznymi krajowymi, dla poprawnego wyznaczenia końcowego wyniku tego testu dla konkretnej JCWPd, autorzy metodyki uważają za kategorię niezbędne uwzględnienie w końcowej ocenie elementów analizy błędu oraz wybranych elementów bilansu wodnogospodarczego przedstawionych poniżej.

Krok 4: Analiza błędów oraz wybranych elementów bilansu wodnogospodarczego i ich wpływ na wynik oceny

Rodzaj analizy: logiczna

Cel: weryfikacja poprawności obliczeń

Przekroczenie rezerw nie powinno stanowić automatycznie o wyznaczeniu słabego stanu danej JCWPd. Należy uwzględnić jeszcze możliwe źródła błędu przeprowadzonego testu i ich wpływ na końcowy wynik oceny stanu ilościowego tej JCWPd. Staranna selekcja danych i dokładność prowadzenia obliczeń na poszczególnych etapach stosowania zaproponowanej metodyki testu powinna sama pomóc zawęzić margines błędu, który w przypadku takich ocen jest nie do uniknięcia. Z tego względu, w końcowym etapie analizy konieczne jest krytyczne spojrzenie na otrzymany wynik oraz na poszczególne elementy i etapy obliczeń, które mogły mieć wpływ na uzyskany wynik. W szczególności, takiej krytycznej oceny wymagają wyniki końcowe wskazujące na niewielki stan rezerw. Poniżej przedstawiono wybrane aspekty obliczania zarówno wartości poborów, jak i zasobów oraz istotne elementy bilansu wodnogospodarczego mogące wpływać na wynik oceny stanu ilościowego (wg testu) i jego wiarygodność, które należy przeanalizować i uwzględnić w końcowej ocenie:

1. Reprezentatywność zbioru danych

Przy doborze danych dotyczących poboru rzeczywistego należy dążyć do ich reprezentatywności. Pierwszym warunkiem jest oparcie się na wiarygodnym i zweryfikowanym, powtarzalnym corocznie źródle danych dla obszaru całego kraju. Jedynym ogólnokrajowym wykazem poboru jest prowadzona w PIG-PIB baza POBORY, która obok wartości archiwalnych z okresu 2000–2005 zawiera także coroczne dane o poborze opracowywane na podstawie informacji zgłaszanych do urzędów marszałkowskich bezpośrednio przez użytkowników, zweryfikowane o dane z US.

Istotnym problemem przy kolejnych ocenach stanu będzie brak ciągłości w bazie z uwagi na wprowadzenie nowego systemu opłatowego, a więc wprowadzenie innego źródła danych referencyjnych.

2. Zasięg czasowy danych

Kolejnym założeniem, które ma pomóc w interpretacji i podnosić wiarygodność obliczeń testu jest przyjmowanie do analiz średniego wieloletniego poboru rzeczywistego. Zgodnie z wytycznymi unijnymi (CIS Guidance Document No. 18, 2009) dane wejściowe powinny obejmować okres co najmniej 6-ciu lat. Rozporządzenie MGMIŻS z dnia 11 października 2019 r. nie precyzuje zakresu czasowego danych. Według autorów na potrzeby proponowanej metodyki, w związku z brakiem podania zakresu czasowego w krajowym rozporządzeniu, należy przyjmować średnią z wymaganych przez UE 6-ciu lat. Pod uwagę będą brane najnowsze dostępne dane, zaznaczyć należy jednak, że wartość poboru rzeczywistego oparta na danych opłatowych jest dostępna w postaci GIS ze znacznym opóźnieniem. Przy wykorzystaniu średniej z wielolecia należy koniecznie uwzględnić sytuację kiedy nie ma możliwości wykorzystania ciągłych chronologicznie i z tych samych źródeł danych. W kolejnych latach informacje z urzędów marszałkowskich były uszczegóławiane z uwagi na dokładniejszą możliwość identyfikacji danych i coroczne zwiększenie liczebności baz archiwalnych, do których odnoszono się w analizie. Oznacza to, że licząc średnią dla większej liczby lat wstecz, uzyskana wartość poboru może ulec zaniżeniu – może w efekcie nie być reprezentatywna.

Istotny problem, przy sporządzaniu następnej Oceny stanu związany będzie ze zmianami wprowadzonymi wraz z przejściem zadania polegającego na naliczeniu opłat za usługi wodne przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Sytuacja ta spowoduje, iż dotychczas wykorzystywany system wypracowany na przestrzeni lat nie będzie już możliwy do wykorzystania. Zarządy zlewni w latach 2018 i 2019 korzystają z systemu opłatowego EDEN, który zawiera znacznie mniej danych niż raporty przekazywane dotychczas z UM. Jeśli w kolejnej ocenie stanu okres wielolecia będzie opierał się na danych z dwóch systemów, wówczas trzeba przy analizie uwzględnić, że zmiana wielkości poboru może też wynikać z zakresu wprowadzonych i zidentyfikowanych ujęć.

Pobór odwodnieniowy może być również znacząco inny od aktualnego na dany rok, np. w sytuacji likwidacji systemu odwadniania kopalń lub zmiany lokalizacji terenu górniczego z uwagi na przesunięcie się czoła kopalni. Należy więc przeanalizować sytuację, kiedy średnia z wymaganych przez UE 6-ciu lat odnośnie odwodnień górniczych znacznie odbiega od ostatniej dostępnej w bazie wartości dla poszczególnych JCWPd. Należy przeanalizować czy zmiana ma trend stały np. w sytuacji, gdy kopalnia jest zamykana a wielkość odwodnienia w kolejnych latach maleje czy chwilowy, kiedy spadek może nie utrzymywać się w kolejnych latach.

Dla każdej JCWPd poza obliczeniem średniej na podstawie powtarzalnych danych, konieczna będzie krytyczna weryfikacja końcowego wyniku pod kątem reprezentatywności uzyskanej wartości średniej dla np. 6-cio letniej charakterystyki poboru w obszarze tej JCWPd z uwzględnieniem wiedzy na temat ewentualnej niekompletności danych lub ich nieciągłości chronologicznej.

3. Braki w ciągach pomiarowych

Dla bezpieczeństwa obliczeń i wyników testu należy zakładać, że każdy zbiór danych może być niekompletny – może zawierać luki nie tylko dla danego roku, ale również w sposób systematyczny dla określonego obszaru. W celu uzupełniania luk w danych na temat poboru, niezależnie od przyjętego wielolecia przy liczeniu średniej, analiza referencyjnej wartości poboru rejestrowanego powinna być prowadzona na tle wszystkich dostępnych źródeł danych – tzn. pełnego dostępnego wielolecia z bazy POBORY oraz na tle danych zbieranych równoległe od podmiotów przez US i ewentualnie z innych źródeł, które są dostępne na etapie zbierania danych do oceny. Wartości poboru wyliczone na podstawie bazy POBORY za pomocą narzędzi geostatystycznych powinny, więc być porównywane ze zagregowanymi danymi US. Wykryte ewentualne różnice w danych powinny być podane weryfikacji eksperckiej i uwzględnione w wartościach poborów branych do końcowej interpretacji. Część informacji na ten temat podano wcześniej w rozdziale przy omawianiu określania wartości poboru w JCWPd.

Luki w danych nie tylko dla konkretnego roku, ale również błędy systematyczne dla określonego obszaru, pomaga wychwytywać również analiza przestrzenna rozmieszczenia w obrębie JCWPd obiektów hydrogeologicznych/studni z CBDH, których ostatni status informacji wskazuje na to, że są to obiekty czynne, a w zgromadzonych danych na temat poboru nie widnieje żadna wzmianka o wartości poboru, nawet o wartości zerowej.

4. Odwodnienia i zwroty wód

W przypadku poboru odwodnieniowego, zwłaszcza związanego z odkrywkami węgla brunatnego, który dotyczy znacznych obszarów i osiąga duże wartości poboru, należy uwzględniać wiedzę i dostępne dane na temat poboru wód z rzepia i ze studni drenażowych poszczególnych zakładów górniczych. Część poboru wykorzystywana jest przez zakład lub okoliczne gminy a część poboru podlega zrzutowi do wód powierzchniowych lub na rekultywację wodną wyrobisk zamkniętych odkrywek. Istotna jest również wiedza o tym, gdzie odbywa się zrzut takich wód – czy dotyczy jeszcze tej samej JCWPd, czy do sąsiadującej JCWPd. Mimo, że rozporządzenie krajowe w tym zakresie (RMGMIŻŚ z dnia 11 października 2019 r.) nie określa sposobu uwzględniania wód zwróconych z odwodnień w bilansie wodnym JCWPd, konieczne jest wzięcie pod uwagę tego aspektu przy końcowej ocenie stanu ilościowego danej JCWPd.

Ważne jest również rozróżnienie, czy pobór czerpany jest z zasobów dynamicznych czy statycznych (nieuwzględnionych w zasobach dyspozycyjnych). Należy także rozważyć możliwość uwzględnienia zasobów wzbudzonych wynikających ze zmniejszenia strat ewapotranspiracyjnych i zwiększenia infiltracji efektywnej opadów oraz wymuszenia infiltracji wód powierzchniowych. W części kopalń brak jest szczegółowych informacji na temat struktury poboru z wydzieleniem wymienionych składowych poboru odwodnieniowego. Tam, gdzie informacje te są dostępne, zostają one uwzględnione w obliczeniach bilansowych. Na pozostałych obszarach należy kierować się wiedzą i doświadczeniem eksperckim. Ważnym elementem ostatecznej oceny stanu ilościowego JCWPd jest analiza raportów z wyników monitoringu lokalnego wód podziemnych, powierzchniowych i chronionych elementów środowiska w rejonie oddziaływania odwodnienia, prowadzonego zgodnie z decyzją o środowiskowych uwarunkowaniach.

5. Pobór nieopomiarowany

Istotnym problemem interpretacyjnym po stronie poboru rzeczywistego wód podziemnych jest pobór nieopomiarowany, którego wartość nie jest ewidencjonowana. Może być oceniona jedynie na drodze szacunkowych obliczeń (Frankowski, Gałkowski i Mitreğa, 2009). W związku z częstym brakiem danych szacunkowych na jego temat proponuje się, aby jego eksperckie uwzględnienie jako elementu ewentualnie wpływającego na wynikowe obliczenia bilansowe dla każdej JCWPd odbywało się na końcu analizy i było bardziej czynnikiem wspomagającym niż stanowiło istotny element obliczeń wartości poboru. Takie podejście można poprzeć dodatkowo faktem, że w większości przypadków metodyka ustalania zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych wód podziemnych zasadniczo pomija płytkie występowanie wód podziemnych, które stanowią przynajmniej w części przedmiot właśnie poboru wód w ramach korzystania zwykłego czy pozaprawnego, tak więc znaczna część poboru nierejestrowanego z definicji tego czym są zasoby określone w dokumentacji, nie powinna wchodzić wprost do obliczeń bilansowych jako dodana wartość poboru. To pobór rejestrowany stanowi podstawową wartość jaką należy uwzględnić w obliczeniach bilansowych. Przy poprawnie zgromadzonych i zweryfikowanych, w oparciu o dane wieloletnie i inne dane pomocnicze, informacjach – dane o poborze rejestrowanym są pewne i stanowią wartość referencyjną dla analiz bilansowych. Możliwość wpływu nieznanej wartości poboru nieopomiarowanego w końcowej ocenie stanu ilościowego ma znaczenie przede wszystkim dla tych JCWPd, gdzie biorąc pod uwagę sam pobór rejestrowany z ujęć, procent niewykorzystanych rezerw

zasobów wskazuje na możliwość ich przekroczenia. Uwzględnienie poboru nierejestrowanego zaleca się więc wykonać ekspercko w końcowej fazie oceny. Dla zdecydowanej większości JCWPd, w których stopień wykorzystania zasobów w skali roku poprzez sam pobór rejestrowany wynosi 10–40%, ewentualny wpływ nieznanej wartości poboru nieopomiarowanego na końcowy wynik bilansu będzie nieistotny, gdyż nawet zwiększenie wartości poboru o 20–30% znanej wartości poboru rejestrowanego (wydaje się to wartość wiarygodna; Frankowski, Gałkowski, Mitreğa, 2009) nie powoduje w obliczeniach przekroczenia zasobów i wynik bilansu pozostaje nadal dobry.

6. Zasoby dyspozycyjne i zasoby perspektywiczne wód podziemnych

Według stanu na koniec 2019 r., zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zostały ustalone na obszarze powierzchni niemal całego kraju. Na niespełna 1% powierzchni kraju nadal funkcjonują zasoby perspektywiczne (Herbich i in., 2003) – w skali kraju, zarówno pod względem udziału w powierzchni, jak i w wielkości zasobów są to wartości pomijalnie niskie. Nie mniej jednak, dla tych JCWPd, w których dla obliczonej wartości zasobów dostępnych do zagospodarowania zostały uwzględnione szacowane zasoby perspektywiczne wód podziemnych, należy uwzględnić i przeanalizować stopień ich udziału oraz wpływ na wartość końcową zasobów. Jest to zalecane, gdyż w większości przypadków, wartość szacunkowych zasobów perspektywicznych jest wyższa niż udokumentowanych końcowo dla danego obszaru, zasobów dyspozycyjnych. W przypadku tych JCWPd, gdzie obliczona wartość rezerw jest niewielka (około 10%), a obliczone wartości zasobów opierają się w zdecydowanej większości na modułach zasobów perspektywicznych, a więc sumaryczne wartości zasobów obliczone dla takich JCWPd mogą być zawyżone (jednakże raczej o kilka %). Rozróżnienie pomiędzy metodykami ustalania tych dwóch parametrów przedstawiono wcześniej, w rozdziale przy charakterystyce danych wejściowych.

7. Rejony wodnogospodarcze a jednostki JCWPd

Kolejnym elementem, na jaki należy zwrócić uwagę, są ograniczenia metodyczne obliczania wartości zasobów dla JCWPd.

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych ustalane są dla jednostki bilansowej, tj. dla obszaru bilansowego lub rejonu wodnogospodarczego. Obszar bilansowy stanowi jednostkę hydrogeologiczną, wytypowaną w celu ustalenia zasobów odnawialnych i zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych wraz z oceną stopnia ich zagospodarowania (RMŚ z 18 listopada 2016 r.). Rejon wodnogospodarczy (Herbich i in., 2007) stanowi część obszaru bilansowego, wydzieloną ze względu na podobieństwo parametrów hydrogeologicznych lub warunków hydrodynamicznych. Obszar kraju jest aktualnie podzielony na 109 obszarów bilansowych, obejmujących łącznie 690 jednostek bilansowych niższego rzędu, tj. rejonów wodnogospodarczych (Mordzonek i in., 2019b).

W bazie danych zasobów dyspozycyjnych prowadzonej w PIG-PIB, w ramach prac państwowej służby hydrogeologicznej, każdemu rejonowi wodnogospodarczemu przypisana jest wartość modułu zasobów. Niekiedy, zasoby dyspozycyjne wód podziemnych są ustalane w dokumentacji dla mniejszych jednostek hydrogeologicznych – zlewni cząstkowych wchodzących w skład rejonu wodnogospodarczego (stanowiących jego podrejon). Obliczając dla każdej JCWPd wartość zasobów na podstawie tych niejako uśrednionych modułów ze wspomnianych rejonów wodnogospodarczych, dla każdej JCWPd uzyskiwany jest nieco inny poziom dokładności obliczeń.

Granice praktycznie wszystkich JCWPd (wg podziału na 172 JCWPd) pokrywają się z granicami rejonów wodnogospodarczych wód podziemnych. Mniejsze JCWPd odpowiadają poszczególnym rejonom, a większe JCWPd stanowią grupy kilku rejonów bądź są tożsame z obszarami bilansowymi wód podziemnych.

8. Wyniki monitoringu położenia zwierciadła wód podziemnych

Dodatkowych informacji mogą dostarczyć wyniki testu analizy kierunków zmian położenia zwierciadła wody podziemnej, wykonywanego jako test wsparcia dla oceny stanu, zwłaszcza ilościowego. Na podstawie jego wyników, jeśli są wystarczająco wiarygodne, można niezależnie od uzyskanych wyników obliczeń bilansowych decydować z większym przekonaniem o zasięgu strefy poddanej presji poboru z ujęć lub z odwodnień w skali całej JCWPd czy też w przypadku niskich rezerw zasobów, a w przypadku wiarygodnych wyników niekorzystnych zmian zwierciadła w wystarczająco licznych punktach monitoringu, podjąć decyzję o niekorzystnym wyniku testu bilansowego. Również w drugą stronę, stabilne wyniki obserwacji, mogą wskazywać, że oddziaływanie poboru jest lokalne i ograniczone do niewielkiego obszaru. Reasumując, analiza pełnych danych z monitoringu położenia zwierciadła wody przy dużych ujęciach lub kopalniach, prowadzących odwodnienia, zgodnie z definicją stanu wód podziemnych może wpłynąć na wynik testu. Znaczne zmiany położenia zwierciadła, nawet przy poborze nieprzekraczającym wielkości zasobów, spowoduje zaliczenie JCWPd do słabego stanu ilościowego.

KOMENTARZ

Założenia tego testu, opierającego się na prostym równaniu bilansowym, są proste i logiczne. Jednakże podczas jego przeprowadzenia napotkać można wiele trudności i problemów, które należy mieć na uwadze interpretując uzyskane wyniki końcowe.

Problemy przedstawione w pkt 1–3 odnoszą się w zasadzie do poprawnej i wnikliwej analizy danych wejściowych na temat poboru rejestrowanego i wyznaczenia jego referencyjnej wartości na początku analizy w Kroku 1, jednakże zaleca się spojrzeć na nie powtórnie patrząc już na końcowe wyniki zwłaszcza dla JCWPd, w których stwierdzono pobór przekraczający lub bliski przekroczenia zasobów dostępnych do zagospodarowania. Natomiast zagadnienia w pkt 4–8 wymagają wiedzy i doświadczenia eksperckiego, powinny być z pewnością poddane refleksji i jednoznacznej odpowiedzi tak/nie jeśli chodzi o wpływ na końcowy wynik oceny – tzn. czy uwzględniając wskazane kwestie, któraś JCWPd powinna zostać jednak uznana za będącą w stanie dobrym lub słabym. Końcowa decyzja o ustaleniu słabego stanu ilościowego JCWPd według testu powinna być podjęta dopiero po uwzględnieniu powyższych elementów Kroku 4: analizy elementów bilansu wodnogospodarczego, problemów metodycznych i źródeł możliwego błędu. Wyznaczenie słabego stanu na podstawie testu „Bilans wodny” musi być uzasadnione w odniesieniu do problemów przedstawionych w pkt. 1–8.

3.2.3. TEST I.3 – OCHRONA EKOSYSTEMÓW LĄDOWYCH ZALEŻNYCH OD WÓD PODZIEMNYCH

CEL TESTU

Celem testu jest identyfikacja ryzyka zmniejszenia zasobów wodnych dostępnych dla ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych (ELZPd, ang. GWDTE) na obszarze JCWPd poprzez analizę wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd ze szczególnym uwzględnieniem wpływu antropopresji na jego obniżenie. Ocena w ramach testu dotyczy tych samych ELZPd objętych ochroną prawną w Polsce, które analizowano w teście dotyczącym oceny stanu chemicznego.

WPROWADZENIE

ELZPd znajdują się w grupie siedlisk szczególnie narażonych na zmiany stosunków wodnych i degradację wskutek obniżenia zwierciadła wody podziemnej pod wpływem skumulowanego oddziaływania czynników naturalnych (ocieplenie klimatu) oraz antropogenicznych (meliorację odwadniające, pobór wody, hydrotechniczna regulacja rzek). Przyjętą miarą znaczenia ekologicznego obniżenia zwierciadła wód podziemnych w ELZPd powinno być stwierdzenie stanu złego w zakresie parametru „odpowiednie uwodnienie” na podstawie danych monitoringu stanu zachowania siedlisk przyrodniczych. Jednak obecnie metodyka oceny uwodnienia siedliska nie jest obligatoryjnie oparta na wynikach monitoringu zwierciadła wód w ELZPd, a zaleca się wizualną jednorazową ocenę uwodnienia (Buczek, 2010; Koczur, 2012a; Koczur, 2012b; Koczur, 2012c; Koczur, 2015; Stańko, 2010). Ograniczenie metodyczne stosowanego podejścia skutkuje brakiem wiarygodnego poziomu odniesienia się w teście I.3. Dodatkowo uniemożliwia wprowadzenie algorytmów obliczenia, bazujących na zależności między położeniem zwierciadła wody w ELZPd i ilością dopływu do nich wód podziemnych. W tej sytuacji tymczasowym rozwiązaniem dla oceny znaczenia ekologicznego obniżenia zwierciadła wód podziemnych w ELZPd może być stosowanie wskaźnika „specyficzna struktura i funkcje siedliska przyrodniczego” jako parametru kompleksowego, którego większość elementów zależna jest od warunków wodnych.

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIE

Test wykonywany jest w dwóch etapach. W pierwszym etapie oceny przeprowadza się analizę występowania ELZPd na tle obszarów ze stwierdzoną tendencją do trwałego obniżania zwierciadła wód podziemnych pod wpływem czynników antropogenicznych. W etapie tym dokonuje się także ustalenie charakteru zmian stosunków wodnych w ELZPd, znajdujących się w zasięgu obszarów ze stwierdzoną tendencją trwałego obniżania zwierciadła wód podziemnych. W drugim etapie dokonuje się ustalenia niedoboru lub nadwyżek w wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego (IV–IX) dla lat objętych testem. Kluczowym w tym ujęciu jest kwestia, co należy uznać za odpowiedni dopływ, który zagwarantuje zachowanie ELZPd. Przyjmowana jest tu różna wartość graniczna, najczęściej jednak zakłada się, że jej obliczenie należy wykonać na podstawie średniego położenia zwierciadła wód podziemnych w wieloleciu. Przyjmując taką wartość graniczną jako punkt wyjścia przeprowadza się obliczenie wielkości dopływu wód

podziemnych do ELZPd w każdym kolejnym miesiącu okresu wegetacyjnego względem odchyleń od tej wartości. Dopływ wód podziemnych do ELZPd oceniany jest na podstawie równania Darcy'ego:

$$Q = k \cdot I \cdot (B/2) \cdot m,$$

gdzie: Q – natężenie przepływu, [m³/d]; k – współczynnik filtracji, [m³/d]; I – spadek hydrauliczny, [-]; B – szerokość strefy dopływu na wysokości torfowiska według schematu Wysslinga, [m]; m – miąższość warstwy wodonośnej, [m].

Podstawowe znaczenie ma tu odniesienie sytuacji hydrogeologicznej w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego do średniego położenia zwierciadła wód podziemnych w wieloleciu. Dane te uzyskujemy z krzywych kumulacyjnych pochodnych ze średniego przyrostu położenia zwierciadła wód podziemnych wykonanych dla stref drenażu w wydzielonych regionach geograficznych – Pomorze, Pojezierza, Niziny, Wyżyny i Góry (Biuletyn PSH, 2019).

Formułę generowania krzywej kumulacyjnej (będącej faktycznie sumą średniej różnicy tygodniowej w punktach badawczych) można przedstawić następująco:

$$H_n = \sum_{t=1}^n \overline{\Delta h}_{(p1...pm)}$$

Gdzie:

H – wartość skumulowana w tygodniu n-tym [m];

Δh – średnia zmiana zwierciadła wody w punktach monitoringowych, reprezentatywnych dla danego regionu/strefy [m].

Zatem obliczamy zmiany dopływu wód podziemnych do ELZPd jako pochodne zmian miąższości warstwy wodonośnej w określonej sytuacji hydrogeologicznej.

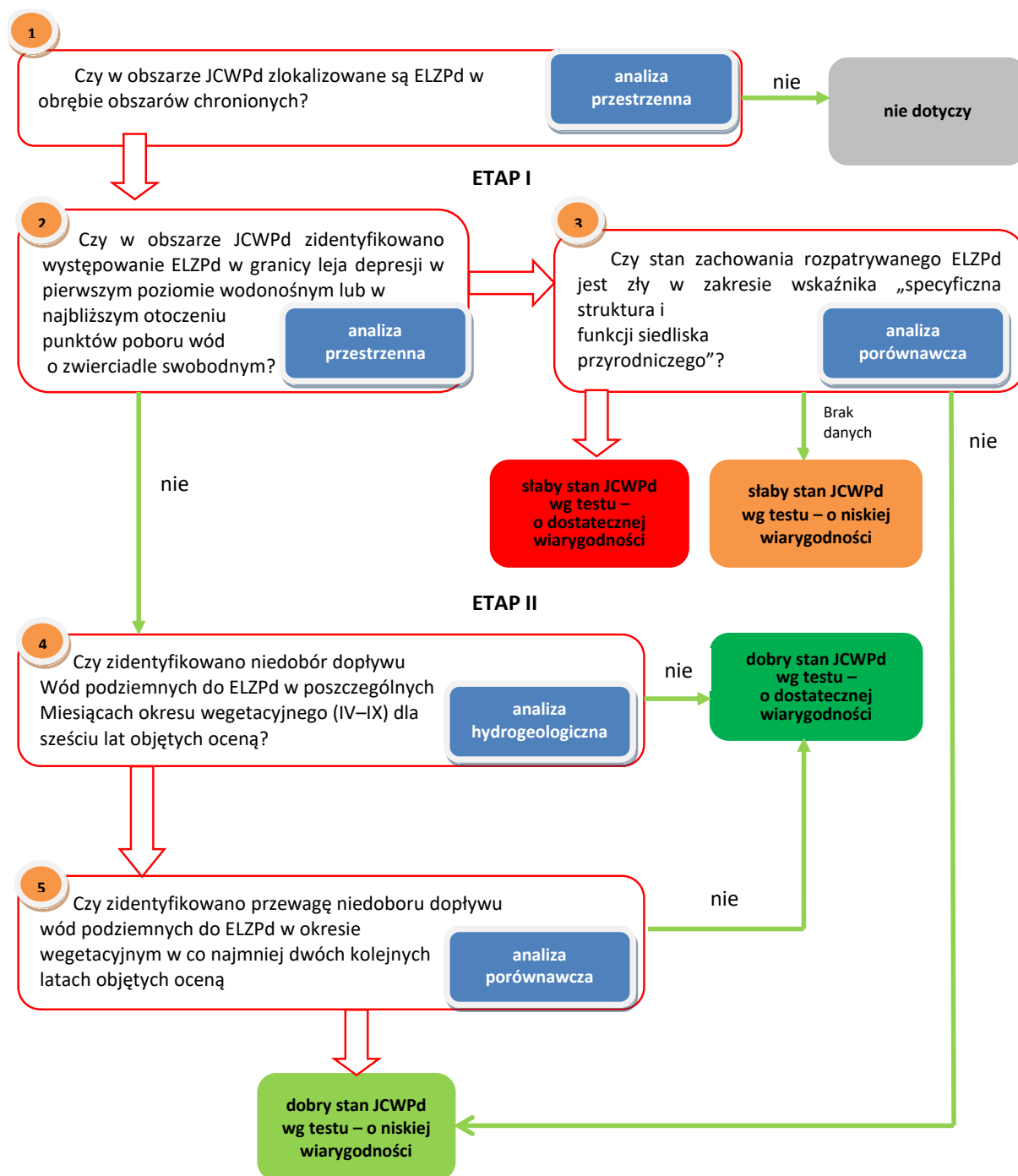
Warunek dobrego stanu JCWPd w zakresie testu I.3 nie jest spełniony, gdy w czasie objętym testem stwierdzono zagrożenie dla chronionych ELZPd negatywnymi skutkami potencjalnego obniżenia zwierciadła wód podziemnych pod wpływem udokumentowanych lejów depresji w pierwszym poziomie wodonośnym. Jeśli w obszarze JCWPd nie stwierdza się tego zagrożenia, to stan ilościowy jednolitej części wód podziemnych określa się jako dobry, z tym że o wiarygodności oceny decyduje ryzyko zmniejszenia zasobów wodnych dostępnych dla ELZPd z powodu czynników naturalnych – suszy hydrogeologicznej.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA TESTU

- wyniki pomiarów położenia zwierciadła wody podziemnej z bazy danych Monitoring Wód Podziemnych, pochodzące z realizacji zadań Państwowej Służby Hydrogeologicznej;
- wyniki oceny stanu zachowania siedlisk – dane uzyskane w ramach Monitoringu Gatunków i Siedlisk Przyrodniczych funkcjonującego w systemie PMŚ (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska);
- baza danych GIS występowania ELZPd na obszarach chronionych – w ocenie stanu wg danych za 2019 r. wykorzystana będzie baza danych stworzona w PIG-PIB uwzględniająca granice ekosystemów zawartych w bazie danych przestrzennych GIS „Ekosystemy lądowe pozostające w dynamicznych relacjach z wodami podziemnymi i powierzchniowymi dla obszarów dorzeczy w Polsce”, wykonana przez konsorcjum firm w składzie TECHMEX S.A. oraz Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych;
- baza danych GIS podziału hydrograficznego Polski (MPHP);
- warstwa informacyjna GIS lokalizacji punktów monitoringu ilościowego oraz dane odnośnie kategorii kompleksu wodonośnego, z którego pobrano próbkę i profilu litologicznego otworu;
- modele pojęciowe i charakterystyki JCWPd;
- baza danych GIS Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 – „Pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika” oraz objaśnienia i profile hydrogeologiczne do arkuszy map.

Poniżej przedstawione są czynności, jakie należy wykonać w trakcie przeprowadzania testu. Schemat testu przedstawiony został na Rysunek 17. Głównymi elementami oceny stanu JCWPd w ramach testu I.3 są:

- zidentyfikowanie JCWPd posiadających chronione ELZPd; analiza występowania ELZPd na tle obszarów ze stwierdzoną tendencją do trwałego obniżania zwierciadła wód podziemnych pod wpływem czynników antropogenicznych;
- analiza stanu zachowania siedlisk uwzględnionych w ocenie;
- ustalenie wartości kryterialnych minimalnych wymagań dotyczących strumienia dopływu wód podziemnych względem najbardziej wrażliwych ELZPd;
- obliczenie wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd;
- analiza odchyień wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd w okresie wegetacyjnym względem wartości kryterialnej stanu dobrego.



Rysunek 17. Schemat testu I.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych

Krok 1 – Selekcja JCWPd posiadających chronione ELZPd.

Rodzaj analizy: przestrzenna.

Cel: identyfikacja JCWPd w których występują chronione ELZPd.

W kroku 1 sprawdza się, czy w obszarze JCWPd zlokalizowane są ELZPd w obrębie następujących obszarów chronionych: Parków Narodowych i Krajobrazowych, Obszarów Natura 2000 OSO i SOO, Rezerwatów, Obszarów Chronionego Krajobrazu, Zespołów Przyrodniczo-Krajobrazowych oraz Użytków Ekologicznych.

Informacja o lokalizacji ELZPd zawarta jest w bazie danych GIS „Występowanie Ekosystemów Zależnych od Wód Podziemnych na obszarach chronionych” (Solovey, 2020). Powyższa baza danych opracowana została w PIG-PIB na podstawie warstwy „Ekosystemy lądowe pozostające w dynamicznych relacjach z wodami podziemnymi i powierzchniowymi dla obszarów dorzeczy w Polsce”, zwanej potocznie GIS MOKRADŁA, wykonanej przez konsorcjum firm w składzie TECHMEX S.A. oraz Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych. Wynikowa warstwa zawiera ELZPd w podziale na typy zbiorowisk roślinnych wyselekcjonowane na podstawie kryteriów hydrogeologicznych.

JCWPd, w obrębie których występują chronione ELZPd przechodzą do dalszej procedury testu. Jednolite części wód podziemnych, w których nie występują ELZPd na obszarach chronionych kwalifikowane są do kategorii „nie dotyczy” w kontekście przeprowadzenia testu ze względu na brak przedmiotu oceny.

Krok 2 – Ustalenie zagrożenia degradacją stosunków wodnych ELZPd wywołanych intensywną eksploatacją pierwszego poziomu wodonośnego.

Rodzaj analizy: przestrzenna

Cel: identyfikacja współwystępowania ELZPd i obszarów trwałego obniżania zwierciadła wód podziemnych pod wpływem czynników antropogenicznych.

Niezbędnymi danymi do analizy są dane przestrzenne dotyczące zasięgów udokumentowanych lejów depresji lub obniżenia się poziomu zwierciadła pierwszego poziomu wodonośnego, pochodzące z warstw informacyjnych bazy danych MhP i MhP PPW. Czynnikiem decydującym o zagrożeniu jest występowanie ELZPd w granicach udokumentowanego leja depresji w pierwszym poziomie wodonośnym lub w najbliższym otoczeniu punktów poboru wód o zwierciadle swobodnym. Na podstawie tego warunku należy wyłonić JCWPd, w obrębie których stwierdza się:

- 1) występowanie udokumentowanych lejów depresji w pierwszym poziomie wodonośnym (MhP Pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika 1 : 50 000) w zasięgu których zidentyfikowano ELZPd;
- 2) występowanie ELZPd w odległości mniejszej niż 500 m od czynnych ujęć o zatwierdzonych zasobach eksploatacyjnych powyżej 100 m³/godz., ujmujących wody o zwierciadle swobodnym.

Jednolite części wód podziemnych, w obrębie których zidentyfikowano powyżej zdefiniowane czynniki powinny być zaklasyfikowane jako będące w stanie słabym jeżeli 50% ELZPd znajduje się

w obszarach spełniających kryteria punktu 1 i 2. Zaś dla stwierdzenia stopnia wiarygodności oceny należy przeprowadzić dalszą analizę uwzględniającą wyniki stanu zachowania ELZPd. Z uwagi na często lokalny charakter oddziaływania przeważającej ilości lejów depresji, wydzielenie subczęści JCWPd jest zalecanym rozwiązaniem, które skutecznie poprawia wyniki interpretacji przestrzennej w teście I.3.

Krok 3 – Identyfikacja skutków negatywnego wpływu stanu ilościowego JCWPd na ELZPd

Rodzaj analizy: porównawcza

Cel: analiza reakcji ELZPd na słaby stan ilościowy JCWPd.

W kroku 3 przeprowadza się analizę stanu zachowania ELZPd narażonych na degradację stosunków wodnych z przyczyn hydrogeologicznych. Ma to na celu właściwą interpretację oddziaływania ilościowego wód podziemnych na ELZPd. Analiza obejmuje wykazanie, czy stan zachowania ELZPd nie uległ potencjalnym niekorzystnym zmianom na podstawie wskaźników „specyficzna struktura i funkcji siedliska przyrodniczego”. W tym celu wykorzystuje się wyniki monitoringu stanu zachowania siedlisk przyrodniczych w ramach sieci Monitoringu Siedlisk i Gatunków. W razie stwierdzenia złego stanu zachowania ELZPd w zakresie wskaźnika „specyficzna struktura i funkcji siedliska przyrodniczego” (według danych monitoringu siedlisk) należy uznać, że przyczyną degradacji siedliska jest słaby stan ilościowy JCWPd. Te JCWPd należy uznać o stanie słabym dostatecznej wiarygodności. W przypadku nie stwierdzenia jakichkolwiek niepożądanych zmian siedliska narażonego na negatywne zmiany stosunków wodnych, stan JCWPd należy uznać jako dobry, ale niskiej wiarygodności. W sytuacji, gdy stwierdza się brak danych wyników monitoringu stanu zachowania siedlisk przyrodniczych w ramach sieci Monitoringu Siedlisk i Gatunków, stan JCWPd należy uznać jako słaby, ale niskiej wiarygodności.

Krok 4 – Obliczenie wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd dla JCWPd niesklasyfikowanych w kroku 2

Rodzaj analizy: hydrogeologiczna

Cel: szacowanie wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego dla sześciu lat objętych testem.

Zachowanie ELZPd zależy w dużej mierze od stabilności dopływu wód podziemnych o określonych parametrach strumienia wynikających z jednej strony z warunków hydrogeologicznych w otoczeniu ELZPd, z drugiej – z pojemności retencyjnej danego obiektu. Wobec istniejącego zróżnicowania tych parametrów na obszarze JCWPd zasadnym jest ich zdefiniowanie względem najbardziej rygorystycznych kryteriów: (1) uwzględniając najbardziej wrażliwe ELZPd, którymi są małe (ok. 1 ha) i płytkie (ok. 1 m) torfowiska, oraz (2) niekorzystne warunki hydrodynamiczne – niewielki współczynnik filtracji, charakterystyczny dla piasków drobnych oraz małe spadki, typowe dla równin i rozległych dolin. W takim ujęciu minimalne wymagania dotyczące rzędnej zwierciadła oraz strumienia dopływu wód podziemnych względem najbardziej wrażliwych ELZPd ustalono na poziomie następujących wartości kryterialnych:

- współczynnik filtracji dla piasków drobnych, $k = 8,64 \text{ m/d}$; (Pazdro, 1990)

- spadek hydrauliczny, $I = 0,001$; (Warstwa Informacyjna Pierwszy Poziom Wodonośny Występowania i Hydrodynamika, PIG-PIB)
- zawodniona miąższość warstwy wodonośnej, $m = 2$ m; (na podstawie warunków zidentyfikowanych podczas badań terenowych w ramach tematu PSH).

Ponadto założono, że zwierciadło pierwszego poziomu wodonośnego nie może obniżyć się poniżej powierzchni odpowiadającej spągowi rozpatrywanego torfowiska.

W metodyce tej zakłada się, że dopływ wód podziemnych do ELZPd obliczany jest na podstawie równania Darcy'ego oraz że jego wielkość jest zmienna przestrzennie i czasowo w odniesieniu do poszczególnych miesięcy okresu wegetacyjnego. Pozostałe założenia tej metodyki to:

- punktem wyjścia przy określeniu odchyień bieżącej sytuacji hydrogeologicznej od warunków optymalnych jest średnie położenie zwierciadła wód podziemnych w wieloleciu reprezentatywnym, zdefiniowanym jako co najmniej 10-letni dobrze udokumentowany okres obserwacji we względnie wielu punktach. Np. dla oceny stanu JCWPd w roku 2019 proponuje się przyjąć przedział czasowy: 2009–2019 w ujęciu lat hydrologicznych. Dobór wielolecia w kolejnych latach wykonywania oceny stanu JCWPd powinien być adekwatny do zmieniającej się dostępności danych i zmienności warunków meteorologicznych w minionym czasie;
- odchylenie stanów wód dla poszczególnych miesięcy w badanym okresie ustala się na podstawie krzywych kumulacyjnych pochodnych ze średniego przyrostu położenia zwierciadła wód podziemnych wykonanych dla stref drenażu w wydzielonych regionach geograficznych, a nie danych z pojedynczego punktu monitoringu;
- dla JCWPd posiadających chronione ELZPd przyjmuje się ujednoliconą wartość kryterialną minimalnych wymagań dotyczących strumienia dopływu wód podziemnych względem najbardziej wrażliwych ELZPd,;
- ocenę stanu ilościowego wód w danej JCWPd należy określić porównując obliczoną wielkość dopływu wód podziemnych do najbardziej wrażliwych ELZPd z wartością średnią (obliczoną dla wielolecia) strumienia dopływu wód podziemnych. Wielkość dopływu wód podziemnych do ELZPd poniżej wartości średniej jest interpretowana jako niedobór zasobów wodnych, natomiast powyżej – jako nadwyżka.

Jednolitym częściom wód podziemnych, w obrębie których nie zidentyfikowano niedoborów w wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego (IV–IX) dla sześciu lat objętych oceną przypisuje się stan dobry o dostatecznej wiarygodności oceny. W przypadku pozostałych JCWPd, w celu ustalenia stanu, test się kontynuuje.

Krok 5 – Analiza częstotliwości odchyień wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd w okresie wegetacyjnym względem wartości kryterialnych stanu dobrego

Rodzaj analizy: porównawcza.

Cel: określenie częstotliwości występowania niedoboru dopływu wód podziemnych do ELZPd w okresie wegetacyjnym.

W kroku 5 przeprowadza się analizę częstotliwości odchyień wielkości dopływu wód podziemnych do ELZPd w okresie wegetacyjnym względem zapotrzebowania wodnego ELZPd. W dużym przybliżeniu należy uznać, że przewaga niedoboru w bilansie ELZPd w okresie wegetacyjnym w co najmniej dwóch kolejnych latach objętych oceną jest przesłanką wskazującą na wpływ warunków hydrogeologicznych

na degradację ELZPd. Tym samym JCWPd otrzymuje stan dobry ilościowy o niskiej wiarygodności oceny. W sytuacji, gdy stwierdza się tylko jednoroczną przewagę niedoboru stan JCWPd można uznać jako dobry o dostatecznej wiarygodności oceny.

WYZNACZANIE OCENY KOŃCOWEJ I JEJ WIARYGODNOŚĆ

Ocenę stanu JCWPd wraz z oceną jej wiarygodności przeprowadza się posługując się kryteriami zestawionymi w Tabeli 11.

Tabela 11. Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście I.3

Czy w danej JCWPd występują chronione ELZPd?	Czy w obszarze JCWPd zidentyfikowano występowanie ELZPd w granicy leja depresji w pierwszym poziomie wodonośnym lub w najbliższym otoczeniu punktów poboru wód o zwierciadle swobodnym	Czy stan zachowania zagrożonego ELZPd jest zły?	Czy zidentyfikowano niedobór dopływu wód podziemnych do ELZPd w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego (IV–IX) dla lat objętych testem	Czy zidentyfikowano przewagę niedoboru dopływu wód podziemnych do ELZPd w okresie wegetacyjnym w co najmniej dwóch latach podlegających ocenie	Ocena stanu ilościowego wraz z oceną jej wiarygodności
Nie	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy
Tak	Tak	Tak	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Słaba – DW
Tak	Tak	Nie lub brak danych	Nie	Nie dotyczy	Słaba – NW
Tak	Nie	Nie dotyczy	Nie	Nie dotyczy	Dobra – DW
Tak	Nie	Nie dotyczy	Tak	Nie	Dobra – DW
Tak	Nie	Nie dotyczy	Tak	Tak	Dobra – NW

3.2.4. TEST I.4 – OCHRONA WÓD POWIERZCHNIOWYCH

CEL TESTU

Zgodnie z wytycznymi unijnymi celem testu jest ustalenie, czy pobór wód z jednolitej części wód podziemnych (JCWPd) ma znaczący, negatywny wpływ na środowisko (ekologię) jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP), które są w bezpośredniej więzi hydraulicznej z tą jednolitą częścią wód podziemnych. Tym samym, czy istnieje realne zagrożenie nieosiągnięcia celów RDW dla JCWP przez lokalny pobór z wód podziemnych.

Koncepcja testu zakłada wykorzystanie wyników klasyfikacji stanu ekologicznego i informacji o nieosiągnięciu przepływu nienaruszalnego w JCWP rzecznych. W ocenie stanu uwzględnia się, oszacowany w trakcie testu, potencjalny wpływ lokalnej eksploatacji wód podziemnych na wody powierzchniowe w skali JCWP/rzeki.

Test dotyczy jednej kategorii wód powierzchniowych: rzek.

WPROWADZENIE

Wielkość przepływu w JCWP podlega naturalnym zmianom w czasie. Na naturalne wahania poziomu wody w rzekach i jeziorach mogą nakładać się zmiany spowodowane różnorodną działalnością człowieka, w tym poborem wód podziemnych. Eksploatacja wód podziemnych może prowadzić do obniżenia zwierciadła wody w jeziorze czy przepływu wody w rzece. Przyjętą miarą znaczenia ekologicznego obniżenia zwierciadła wody w JCWP rzecznych jest w niej spadek wielkości przepływu poniżej pewnego przepływu w danym przekroju rzecznym.

W teście „wymagany przepływ w JCWP potrzebny do osiągnięcia bądź utrzymania dobrego stanu chemicznego i ekologicznego” można utożsamić z pojęciem przepływu nienaruszalnego (wyznaczonego na podstawie kryterium hydrobiologicznego) lub przepływu środowiskowego korytowego zgodnie z metodyką opisaną przez zespół pod kierownictwem Greli (2018). Ze względu na to, że przepływ środowiskowy nie jest jeszcze obecnie prawnie obowiązującym, w opisie metodyki posłużono się terminem przepływu nienaruszalnego funkcjonującym w krajowej gospodarce wodnej od wielu lat.

PRZYJĘTE ZAŁOŻENIE

Przyjęto, że JCWP znajdujące się na obszarze danej JCWPd są z nią w więzi hydraulicznej z wyłączeniem JCWP silnie zmienionych o sztucznym korycie uniemożliwiającym wymianę wód lub też test będzie bazować w tym względzie na gotowej liście odpowiadających sobie JCWP podziemnych i powierzchniowych powstałej na podstawie szczegółowych badań, jeżeli taka lista zostanie kiedyś utworzona.

DANE POTRZEBNE DO PRZEPROWADZENIA TESTU

Dane dotyczące JCWP rzecznych:

- JCWP
- wynik aktualnej klasyfikacji JCWP – lista JCWP o stanie ekologicznym poniżej dobrego wraz z ich lokalizacją;
- wielkości przepływów nienaruszalnych według kryterium hydrobiologicznego lub miarodajnych przepływów środowiskowych korytowych wraz z wyznaczonymi czasami, dla których dopuszcza się ich przekroczenie dla JCWP rzecznych o stanie ekologicznym niższym niż dobry w przekrojach wodowskazowych zamykających zlewnię danej JCWP;
- informacja, w których z w/w JCWP został przekroczony przepływ nienaruszalny (Q_{hn}) w okresie objętym testem (tj. w roku, dla którego wykonywana jest dana ocena stanu JCWPd) przez czas dłuższy niż ustalony jako dopuszczalny dla przepływów niższych niż przepływ nienaruszalny (t_{max});
- czas (daty), w których został przekroczony przepływ nienaruszalny wyżej wyselekcjonowanych JCWP;
- lokalizacja przekrojów rzek na podstawie, których wyliczono przepływy nienaruszalne (na potrzeby testu niezbędne jest, aby przekrój wodowskazowy, w którym zanotowano nieosiągnięcie przepływu zamykał obszar zlewniowy danej JCWP lub zlewnię rzeki w skład, której ona wchodzi);
- informacje z IMGW na temat zasięgów i czasów trwania naturalnych obniżen zwierciadła wody gruntowej i niskich stanów na rzekach wywołanych naturalnym zjawiskami (np. suszami hydrologicznymi) z okresu objętego testem.

Dane dotyczące zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych oraz poboru i zrzutów wód podziemnych:

- wartości zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych dla poszczególnych obszarów bilansowych wraz z lokalizacją obszarów bilansowych
- lokalizacja ujęć wód podziemnych w JCWPd na terenie, których znajdują się JCWP o stanie ekologicznym poniżej dobrego o przekroczonych przepływach/stanach nienaruszalnych przez czas dłuższy niż dopuszczalny (t_{max});
- wielkość poboru z okresu objętego oceną w teście z w/w ujęć;
- lokalizacja zrzutów wody do JCWP pochodzących z poboru wód podziemnych wraz z informacją o dynamice zrzucanej wody i jej ilości;

Dane o JCWPd na obszarze, których znajdują się JCWP o stanie ekologicznym poniżej dobrego:

- lokalizacja JCWPd;
- wartości położenia zwierciadła wody podziemnej z okresu objętego testem i, jeśli to możliwe, dłuższego w punktach monitoringowych PIG-BIP w pobliżu ujęć wód podziemnych

znajdujących się w zlewni JCWP o stanie ekologicznym niższym niż dobry (mogą okazać się pomocne przy ustaleniu charakteru przyczyny wywołującej przepływy niższe niż nienaruszalne).

Pożądany format wymienionych wyżej danych przestrzennych (lokalizacja obszarów bilansowych, punktów poboru wód, JCWPd i JCWP oraz wodowskazów przekrojów hydrometrycznych itd.) to warstwy shp.

OPIS METODYKI

Test przeprowadza się dla rzek (JCWP) o zamkniętych zlewniach przekrojem wodowskazowym, w którym zanotowano nieosiągnięcie przepływu nienaruszalnego. Poniżej przedstawione są kolejne kroki testu.

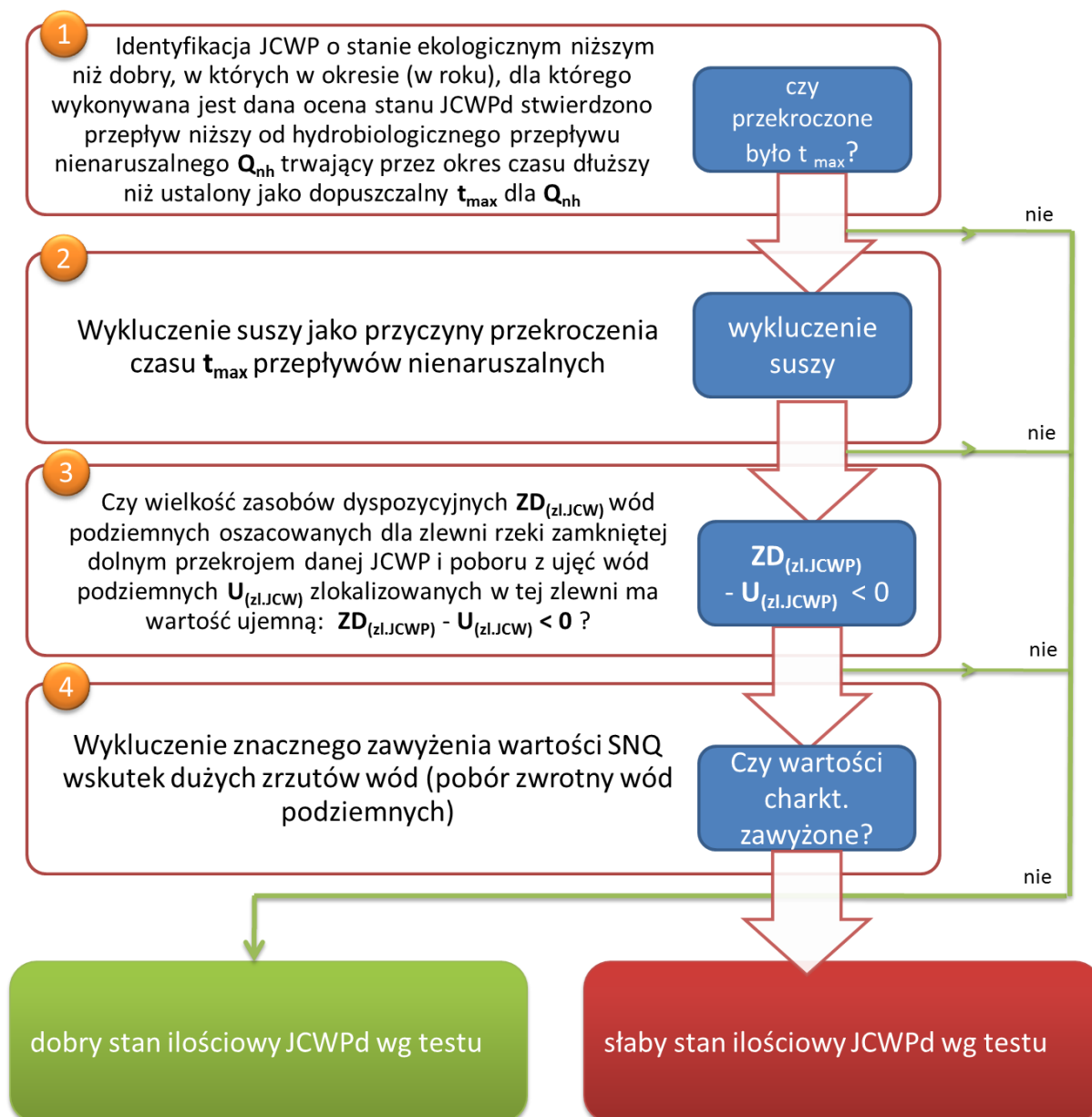
Krok 1 – Analiza przyczyn nieosiągnięcia dobrego stanu przez JCWP

Rodzaj analizy: przestrzenno-atrybutowa

Cel: selekcja JCWP rzecznych o stanie ekologicznym niższym niż dobry, w których nieosiągnięty został przepływ nienaruszalny w okresie objętym testem (tj. w roku, dla którego wykonuje się bieżącą ocenę stanu JCWPd) i identyfikacja odpowiadających im JCWPd (tzn. będących z nimi w więzi hydraulicznej).

W pierwszym kroku testu wyznacza się dla JCWP o stanie ekologicznym „niższym niż dobry”, w których zanotowano w okresie objętym testem przepływy niższe niż przepływy nienaruszalne przez czas dłuższy niż czas dopuszczalny dla takich przepływów odpowiadające im, tzn. będące z nimi w więzi hydraulicznej, JCWPd.

Odrzuconym w tym etapie JCWPd przypisuje się stan dobry według testu, dostatecznej wiarygodności. W przypadku pozostałych części wód podziemnych, w celu ustalenia stanu, test się kontynuuje. Poniżej na Rysunek 18 przedstawiono schemat wykonania testu I.4 – Ochrona wód powierzchniowych



Rysunek 18. Schemat testu I.4 – Ochrona wód powierzchniowych

Krok 2 – Selekcja rozpatrywanych JCWP i odpowiadających im JCWPd na podstawie przyczyny wywołującej nieosiągnięcie przepływu nienaruszalnego przez czas dłuższy niż t_{max}

Rodzaj analizy: weryfikacja wyników kroku nr 1

Cel: weryfikacja wyselekcjonowanych w kroku nr 1 JCWP i JCWPd

W tym etapie pracuje się na wyłonionych w poprzednim kroku testu JCWP. Wykorzystuje się informacje pochodzące z IMGW lub z innych dostępnych źródeł na temat zasięgów i czasów trwania naturalnych obniżek zwierciadła wody gruntowej i niskich stanów na rzekach wywołanych deficytami opadów atmosferycznych i/lub suszami hydrogeologicznymi. Jeżeli nieosiągnięcie przepływu nienaruszalnego w danej JCWP miało przyczynę naturalną, testu dla odpowiadającej jej JCWPd

(ze względu na tę JCWP, przy czym nie wyklucza to przypisania oceny słabej w tym teście dla tej JCWPd z powodu innej JCWP)¹ się nie kontynuuje i przypisuje się jej stan dobry.

Krok 3 – Porównanie szacunkowej wartości zasobów dyspozycyjnych dla zlewni danej rzeki z wartością poboru z ujęć wód podziemnych

Rodzaj analizy: obliczenia

Cel: ustalenie znaczenia wpływu poboru z ujęć wód podziemnych na przekroczenie przepływu nienaruszalnego

Dla rzek, które wyłonione zostały w etapie 2 testu, przeprowadza się obliczenia. Wielkość zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych dla danej zlewni przyrównuje się z wielkością poboru wód podziemnych z okresu objętego testem (tj. roku, dla którego wykonuje się bieżącą ocenę stanu JCWPd) wyrażoną w m³/d. W przypadku nieokrywających się granic danej zlewni z granicami obszarów bilansowych, dla których wyznaczane są zasoby dyspozycyjne – wykonuje się odpowiednie obliczenia przeliczając zasoby na pożądany obszar na podstawie modułów zasobów dyspozycyjnych.

Jeżeli wartość poboru wód podziemnych jest mniejsza lub równa wielkości zasobów dyspozycyjnych można uznać, że wpływ poboru wód podziemnych nie ma znaczącego negatywnego wpływu na przepływ nienaruszalny rzeki i test można zakończyć. Tym samym JCWPd odpowiadająca danej rozpatrywanej rzece (JCWP) otrzymuje stan dobry ilościowy według testu (ze względu na tę JCWP, przy czym nie wyklucza to przypisania oceny słabej w teście dla tej JCWPd z powodu innej JCWP). W przeciwnym przypadku test kontynuuje się dalej.

Krok 4 – Wykluczenie znacznego zawyżenia wartości charakterystycznej SNQ w danej JCWP spowodowanego zrzutem wód pochodzących z poboru wód podziemnych

Rodzaj analizy: ekspercka

Ten krok testu ustanowiono w celu wykluczenia sytuacji, gdy w wyniku znacznego zrzutu wód do JCWP pochodzących z poboru wód podziemnych w zlewni tej JCWP, nastąpiło znaczne zwiększenie wielkości przepływów w danym cieku, szczególnie w zakresie niskich stanów wód. Sytuacje takie mają miejsce w przypadku względnie niewielkich rzek, które są odbiornikami zrzutów wód z dużych aglomeracji miejskich. W ten sposób wartość przepływu średniego niskiego SNQ, będąca podstawą wyliczenia wielkości przepływu nienaruszalnego, jest w sposób sztuczny zawyżona w stosunku do naturalnych przepływów w cieku. Należy wnioskować, że skutkiem tego wartość przepływu nienaruszalnego też jest w sposób sztuczny zawyżona.

W przypadku stwierdzenia zawyżonych wartości SNQ – mimo pozytywnego wyniku kroku poprzedniego przypisuje się JCWPd odpowiadającej analizowanej JCWP stan dobry według testu. W przeciwnym przypadku, test kończy się wynikiem oceny słabej.

¹ Wystarczy, że z wielu JCWP, które są w więzi hydraulicznej z daną JCWPd, ze względu na co najmniej jedną wyznaczono stan słaby, aby cała JCWPd lub jej subczęść (w zależności od stosunku wielkości ich obszarów) dostała stan słaby ilościowy według testu.

Jeśli w wyznaczaniu przepływu nienaruszalnego uwzględniono aspekt analizy ujęty w kroku nr 4 – wartość SNQ jest wyznaczana w oparciu o wielolecie bez istotnej zmiany struktury przepływów w cieku spowodowanej zrzutami wód, należy pominąć ten krok analizy i rozstrzygające dla oceny stanu według testu są wówczas wyniki kroku nr 3.

WIARYGODNOŚĆ OCENY

Wyznaczenie oceny końcowej następuje zgodnie z opisaną wyżej metodyką i Tabela 12, która przedstawia proponowane kryteria oceny wiarygodności.

Tabela 12. Kryteria wiarygodności oceny stosowane w teście I.4

Czy na obszarze JCWPd znajduje (znajdują) się JCWP o stanie ekologicznym słabym, w których stwierdzono nieosiągnięcie przepływu nienaruszalnego?	Czy przyczyna nieosiągnięcia przepływu nienaruszalnego miała charakter naturalny?	Czy spełniona jest nierówność $ZD - P \geq 0$?	Czy wielkość średniego niskiego przepływu jest zawyżona w stosunku do naturalnych przepływów ze względu na zrzuty wód?	Ocena stanu wraz z oceną jej wiarygodności
Nie	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Dobra – DW
Tak	Tak	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Dobra – DW
Tak	Nie wiadomo lub złożona przyczyna	Tak	Nie dotyczy	Dobra – NW
Tak	Nie wiadomo lub złożona przyczyna	Nie	Tak	Dobra – NW
Tak	Nie	Tak	Nie dotyczy	Dobra – NW
Tak	Nie	Nie	Tak	Dobra – NW
Tak	Nie wiadomo lub złożona przyczyna	Nie	Nie	Słaba – NW
Tak	Nie	Nie	Nie	Słaba – DW

KOMENTARZ

W komentarzu do testu warto nadmienić, że powszechnie obserwowaną tendencją w ciekach powierzchniowych w zlewniach o intensywnej eksploatacji ujęć wód podziemnych jest spadek wartości przepływów średnich i wyższych, natomiast podwyższenie przepływów niskich, w których coraz większą, a nawet dominującą, część stanowią ścieki odprowadzane przez użytkowników ujęć głębinowych (Herbich, 1997)

Interpretując uzyskane wyniki końcowe testu powinno się mieć świadomość:

1. szacunkowego charakteru obliczeń w sytuacji przeliczania zasobów dyspozycyjnych na obszary o granicach niezgodnych z granicami obszarów bilansowych;
2. różnej wielkości wydzielonych JCWPd i JCWP (na obszarze JCWPd znajduje się średnio ok. 30 JCWP przy obecnym podziale) przekładającej się między innymi na problem dostępności danych i oceny końcowej;
3. podziału rzek na JCWP, który utrudnia analizę bilansową.

Warunkiem niezbędnym wykonania testu jest informacja o przekroczeniu w JCWP czasu dopuszczalnego dla „wymaganego przepływu potrzebnego do osiągnięcia bądź utrzymania dobrego stanu chemicznego i ekologicznego” w rozpatrywanym w danej ocenie JCWPd okresie (tj. roku, dla którego wykonuje się daną ocenę stanu JCWPd).

Jak napisano wyżej (wprowadzenie) w teście mogą być zastosowane wymiennie dane dotyczące przekroczenia przepływów nienaruszalnych (kryterium hydrobiologiczne) lub przepływów środowiskowych (korytowych). Jeżeli nie będzie jednoznacznego uregulowania prawnego, rozstrzygająca w tej kwestii będzie dostępność danych.

W przypadku stosowania przepływu nienaruszalnego według metody Kostrzewy (1977), która to metoda jest w Polsce począwszy od lat 80-tych najczęściej stosowanym sposobem określania przepływu nienaruszalnego (Witczak, Żurek, 2008; Operacz 2015), należy mieć świadomość, że wartości przepływu nienaruszalnego są w niej zawyżone w kryterium hydrobiologicznym w stosunku do wyników otrzymywanych z wielu innych, coraz częściej stosowanych, metod. Szczególnie w przypadku górskich cieków o niewielkich zlewniach, wartości przepływu nienaruszalnego niejednokrotnie są mocno zawyżone, co z wiązane jest m.in. z brakiem uwzględniania zmienności sezonowej we wspomnianym podejściu (Operacz, 2015).

Opisaną metodykę testu konsultowano z wieloma specjalistami, w tym z dr. Piotrem Herbichem. Zwraca się uwagę, że ze względu na brak niezbędnych danych wejściowych, test I.4 do tej pory nigdy nie był wykonywany. Zastrzega się prawo modyfikacji metodyki.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawiona w opracowaniu metodyka jest uaktualnioną i wielu miejscach rozszerzoną wersją metodyki z 2015 r. (Kuczyńska i in., 2015). Opracowanie to kompleksowo i interdyscyplinarnie traktuje zagadnienie oceny stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych i jest zgodne z podejściem i przesłaniem Ramowej Dyrektywy Wodnej. Założenia zawarte w poszczególnych testach klasyfikacyjnych i wspomagających wynikają z wymogów formalnych przedstawionych w dyrektywach unijnych, jak również w prawodawstwie krajowym.

Dzięki wieloletniemu doświadczeniu zespołu państwowej służby hydrogeologicznej realizującego ocenę stanu JCWPd w poprzednich latach zaktualizowana metodyka jest bardziej kompleksowa i lepiej dopasowana do zakresu informacji możliwych do wykorzystania w obecnych realiach krajowych. Podobnie jak w poprzedniej wersji metodyki sposób oceny stanu wód podziemnych ściśle nawiązuje do wytycznych metodycznych zredagowanych przez ekspertów Komisji Europejskiej, co pozwala sądzić, iż wykonywane na podstawie przedstawionego podejścia kolejne oceny stanu wód podziemnych będą spełniały aktualne wymogi raportowania do Komisji Europejskiej.

Z pozoru 'niewielkie' zmiany, np. ocena jakości wody w poszczególnych punktach badawczych sieci monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych z ostatniego badanego roku ale także z ostatnich sześciu lat powoduje, że w teście C.1 – Ogólna ocena stanu chemicznego wód podziemnych brany jest znacznie większy zbiór danych co dodatkowo weryfikuje i uwiarygadnia wynik oceny w teście. Podobnie jest w teście C.5 – Ochrona wód podziemnych przeznaczonych do spożycia przez ludzi, w którym zostaną wykorzystane wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych z punktów monitoringowych, wchodzących w skład ujęć komunalnych, punktów z których woda wykorzystywana jest do spożycia przez ludzi w związku z prowadzoną działalnością handlową lub publiczną (m.in. zakłady produkcyjne, szkoły, szpitale) oraz punktów ujmujących lub monitorujących główne użytkowe poziomy wodonośne (GUPW) i główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP). Co także znacząco zwiększa zbiór danych w analizie. W teście C.2/I.2 – Ocena wpływu ingresji i ascenzji wód słonych lub innych na stan wód podziemnych zmieniono wartości kryterialne wskaźników – przyjęto 75% wartości progowych dla stanu dobrego (III klasa) PEW, SO_4 , Cl i Na wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. *w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych* (Dz. U. 2019 poz. 2148). W teście C.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych dodano nowe wskaźniki biogenne, takie jak: NH_4 , NO_2 , HPO_4 , K. Dodano także analizę przyczyny przekroczenia wartości kryterialnych wskaźników biogennych na podstawie stwierdzenia przypadków występowania podwyższonych stężeń wskaźników biogennych w powiązaniu z innymi składnikami wskazującymi na zanieczyszczenie wód. Jako kryterium przyjęto wartości mediany ze średnich rocznych wartości stężeń z okresu 1995–2019 dla następujących wskaźników: 1) $\text{Na}+\text{Cl}>1000 \text{ mg/l}$; 2) $\text{SO}_4>165 \text{ mg/l}$; 3) obecność syntetycznych substancji organicznych (pestycydów i WWA); 4) As, Be, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb i Zn > wartości odstających (75% percentyli).

W przypadku testu C.4– Ochrona wód powierzchniowych uznano, że wypracowana w poprzednich latach metodyka jest właściwa w kontekście dostępnych danych. Typ i zakres danych wejściowych w ostatnich latach nie zmienił się. Wciąż podstawową realizacją zadania jest ten sam rodzaj informacji, stąd na dzień dzisiejszy nie uważa się za celowe modyfikowanie metodyki tego testu.

W teście I.1 – Bilans wody wprowadzono korekty, które wynikają przede wszystkim z zakończenia wieloletniego procesu dokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych kraju – ponad 135 dokumentacji ustalających zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (wykonane w okresie 1994–2019) i wykonaniu od 2013 r., 40 dokumentacji obejmujących ponad 40% powierzchni kraju. Prace te sprawiły, że jedynie na niespełna 1% powierzchni kraju zasoby wód podziemnych są określone uproszczonymi metodami hydrologicznymi jako zasoby perspektywiczne (ZP) – obszar ten został wytypowany do pilnej weryfikacji i aktualizacji zasobów wód podziemnych. W części opisującej dane dotyczące poboru wód podziemnych (jako dane wejściowe) – wskazano zmiany wprowadzone wraz z przejęciem zadania polegającego na naliczeniu opłat za usługi wodne przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie.

W teście I.3 – Ochrona ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych dodano nowy wskaźnik – natężenie dopływu wód podziemnych do ELZPd. Zwaloryzowano także wskaźnik spadku zwierciadła wód podziemnych w strefie drenażu.

W przypadku testu I.4 – Ochrona wód powierzchniowych uaktualniono metodykę o możliwość wykorzystania danych o przepływie środowiskowym. Uwzględniono zasoby dyspozycyjne wód podziemnych w „uproszczonym bilansie ekologicznym” w teście. Zmieniono istotnie sposób weryfikacji wyników testu przy wykorzystaniu informacji o zrzutach wód pochodzących z poboru wód podziemnych w zlewni danej JCWP. Dopuszczono możliwość agregacji JCWP na etapie analizy, w celu redukcji błędów związanych z przeliczaniem zasobów dyspozycyjnych na obszary o granicach niezgodnych z obszarami bilansowymi.

Zupełnie nowymi elementami w przedstawianej metodyce są analiza tendencji zmian stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych w JCWPd uznanych za zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych a także analiza odwrócenia tendencji wartości wskaźników fizyczno-chemicznych. Obie te analizy wzmocnią końcową ocenę stanu JCWPd.

Zmianie uległa także metodyka analizy położenia zwierciadła wody. W aktualnej wersji wynik analizy nie jest uzależniony od wyniku żadnego z wykonywanych równolegle testów ilościowych. Analiza jest rozszerzona o badania wahań zwierciadła wody w punktach monitoringowych w kierunku antropopresji. W wyniku wskazuje się punkty monitoringowe, w których reżim wód i położenie zwierciadła jest pod znaczącą, negatywną antropopresją. Dzięki temu analiza dostarcza nowych informacji, które mogą poszerzyć możliwości interpretacyjne uzyskanych wyników w innych testach oceny stanu JCWPd.

Niezmiennie jakość wykonywanych ocen stanu JCWPd będzie od jakości i aktualności danych, na podstawie których będzie ona wykonywana. Problem zgrania czasowego oraz kompatybilności danych z różnego rodzaju monitoringu został wielokrotnie komentowany w tekście opracowania. Doświadczenia uzyskane podczas przeprowadzania oceny stanu wód podziemnych w poprzednich latach oraz wiedza zdobyta podczas aktualizacji niniejszego opracowania wskazują na zasadność stanowiska, iż ze względu na duży zakres danych wejściowych uaktualnianych rzadziej niż raz na rok, ocena stanu wód podziemnych w przedstawionej formie powinna być wykonywana raz w cyklu wodnym.

Zaktualizowana powyżej procedura oceny stanu JCWPd pozwala w sposób systematyczny i powtarzalny dokonywać przeglądu stanu wód podziemnych i ich oddziaływań na powiązane w nimi wody powierzchniowe i ekosystemy lądowe zależne od wód podziemnych. Pozwala śledzić zmiany

jakościowe i ilościowe zasobów wodnych mających znaczenie użytkowe. Procedura nie uwzględnia jednak wszystkich możliwych sytuacji mogących mieć wpływ na zasoby wód podziemnych. Trzeba mieć także na względzie różnicowość przeprowadzania poszczególnych monitoringów środowiska i ich różne zakresy oznaczeń co może istotnie rzutować na wynik i wiarygodność oceny stanu JCWPd. Dlatego też niezwykle istotnym elementem oceny stanu jest krytyczna analiza wyników testów klasyfikacyjnych w kontekście istniejącej wiedzy eksperckiej na temat badanego obszaru.

5. LITERATURA

Bertrand, G., Goldscheider, N., Gobat, J.M., Hunkeler, D., 2012. Review: From multi-scale conceptualization to a classification system for inland groundwater-dependent ecosystems. *Hydrogeology Journal*, 20: 5–25.

Buczek A. 2010. Torfowiska nakredowe. W: Mróz W. (red.) *Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz. I*, GIOŚ, Warszawa, str. 161–173.

Common Implementations Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), 2009 – Guidance Document No. 18: Guidance on groundwater status and trend assessment.

Common Implementations Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), 2001 – Technical report No. 1: The EU Water Framework Directive: statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results.

Common Implementations Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), 2011 – Technical report No. 6: Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems.

Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and the Floods Directive. Technical report on groundwater quality trend and trend reversal assessment. Procedures applied by Member States for the first RBMP cycle – January 2019.

Dahl, M., Nilsson, B., Langhoff, J.H., Refsgaard, J.C., 2007. Review of classification systems and new multi-scale typology of groundwater-surface water interaction. *J. Hydrol.* 344, 1–16.

De Mars H., Wassen M.J., Peeters W.H.M. 1996. The effect of drainage and management on peat chemistry and nutrient deficiency in the former Jegrznia-floodplain (NE-Poland). *Vegetatio* 126, 59–72.

Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory – Dyrektywa Siedliskowa.

Dyrektywa Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW).

Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu.

DYREKTYWA KOMISJI 2009/90/WE z dnia 31 lipca 2009 r. ustanawiająca, na mocy dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, specyfikacje techniczne w zakresie analizy i monitorowania stanu chemicznego wód.

Frankowski Z., Gałkowski P., Mitreęga J., 2009 – *Struktura poboru wód podziemnych w Polsce*, Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Gałkowski P. i in., 2011 – Aktualizacja oceny stanu ilościowego wód podziemnych w jednolitych częściach wód podziemnych zagrożonych ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych, Raport z zadania 19 PSH w 2010 r., Państw. Inst. Geologiczny – Państw. Inst. Badawczy, Warszawa.

Gałkowski P. i in., 2012a – Aktualizacja oceny stanu ilościowego wód podziemnych w jednolitych częściach wód podziemnych zagrożonych ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych, Raport z zadania 19 PSH w 2011 r., Państw. Inst. Geologiczny – Państw. Inst. Badawczy, Warszawa.

Gałkowski P. i in., 2012b – Określenie poboru rejestrowanego w jednolitych częściach wód podziemnych, Raport z zadania 18 PSH w 2011 r., Państw. Inst. Geologiczny – Państw. Inst. Badawczy, Warszawa.

Gałkowski P. i in., 2012c – Prowadzenie, aktualizacja, weryfikacja i udostępnianie bazy danych poboru rejestrowanego z ujęć wód podziemnych na podstawie oficjalnych danych krajowych, Raport z zadania 16 PSH w 2011 r., Państw. Inst. Geologiczny – Państw. Inst. Badawczy, Warszawa.

Grel J. i in. 2018 – Wdrożenie metody szacowania przepływów środowiskowych w Polsce. Weryfikacja i kalibracja metody szacowania przepływów środowiskowych – część analityczna (wraz z uzupełnieniem badań terenowych) oraz opracowanie narzędzi do wdrożenia metody *Szczegółowa metodyka i opis sposobu wdrażania ostatecznej metody ustalania przepływów środowiskowych*. Projekt: POIS.02.01.00-00-0016/16 opracowany na zlecenie KZGW w Warszawie. Kraków.

Herbich P., 1997 – Określanie wpływu eksploatacji ujęć wód podziemnych na zasoby wód powierzchniowych dla potrzeb bilansów wodnogospodarczych zlewni., Współczesne problemy hydrogeologii. T.VIII, s. 63–66.

Herbich P. i inni, 2003 – Ustalenie zasobów perspektywicznych wód podziemnych w obszarach działalności regionalnych zarządów gospodarki wodnej. Praca wykonana na zamówienie Ministra Środowiska. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Herbich P., Hordejuk T., Kazimierski B., Mitręga J., Skrzypczyk L., 2007 – Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych dla potrzeb opracowania programów działań i planów gospodarowania wodami. Praca wykonana na zamówienie Ministra Środowiska. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Herbich P. i Przytuła E., 2012 – Bilans wodnogospodarczy wód podziemnych z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi w dorzeczu Wisły. Państw. Inst. Geologiczny – Państw. Inst. Badawczy, Warszawa.

Herbich P., Kapuściński J., Nowicki K., Rodzoch A., 2013 – Metodyka określania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w obszarach bilansowych z uwzględnieniem potrzeb jednolitych bilansów wodnogospodarczych. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa, str. 270.

Hordejuk T., Mitręga J., red, 2008 – Raport o stanie chemicznym i ilościowym jednolitych części wód podziemnych dla obszarów dorzeczy zgodnie z wymaganiami RDW. Warszawa, niepubl. Arch. PIG-PIB.

Hordejuk T. i in., 2007 – Wstępna ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach. PIG/GIOŚ Warszawa.

Hordejuk T. i in., 2008 – Raport o stanie chemicznym i ilościowym jednolitych części wód podziemnych dla obszarów dorzeczy zgodnie z wymaganiami RDW. „Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2006 – 2008”. ETAP VI, zadanie nr 9. PIG/GIOŚ Warszawa.

Hordejuk T., Kazimierski B., Mitręga J., Hordejuk M., Skrzypczyk L., 2007 – Wstępna ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach. Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2006–2008.

Hordejuk T., Mitręga J. z zespołem, 2008 – Opracowanie raportów o stanie (chemicznym i ilościowym) jednolitych części wód podziemnych dla obszarów dorzeczy zgodnie z wymogami RDW. GIOŚ, Państw. Inst. Geol. Warszawa.

Hordejuk T. i in., 2010 – Aktualizacja oceny stanu ilościowego wód podziemnych w jednolitych częściach wód podziemnych zagrożonych ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych, Raport z zadania 19 PSH w 2009 r., Państw. Inst. Geologiczny – Państw. Inst. Badawczy, Warszawa.

Janica R., Brzezińska A., Kucharczyk K., 2019. Analiza zmian dynamiki zwierciadła wód podziemnych na potrzeby oceny stanu ilościowego JCWPd. Materiały niepublikowane. PIG-PIB. Warszawa.

Koczur A. 2012a. Torfowiska przejściowe i trzęsawiska (przeważnie z roślinnością z *Scheuchzeria-Caricetea nigrae*). W: Mróz W. (red.) Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz. III, GIOŚ, Warszawa, str. 109–122.

Koczur A. 2012b. Obniżenia na podłożu torfowym z roślinnością ze związku *Rhynchosporion*. W: Mróz W. (red.) Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz. III, GIOŚ, Warszawa, str. 123–136.

Koczur A. 2012c. Górskie i nizinne torfowiska zasadowe o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk. W: Mróz W. (red.) Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz. III, GIOŚ, Warszawa, str. 137–151.

Koczur A. 2015. Torfowiska wysokie, zdegradowane, lecz zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji. W: Mróz W. (red.) Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz. IV, GIOŚ, Warszawa, str. 182–195.

Kostrzewa H., 1977 – Weryfikacja kryteriów i wielkości przepływu nienaruszalnego dla rzek Polski. IMGW. Materiały badawcze. Warszawa.

Kuczyńska A., Hordejuk T., 2010 – Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu wg danych z 2008 roku, Etap II, zad. 6: Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczych w latach 2009–2011. PIG-PIB, Warszawa.

Kuczyńska A., 2010 – Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu wg danych z monitoringu operacyjnego w 2009 r. Etap III, zad. 6: Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczych w latach 2009–2011. PIG-PIB, Warszawa.

Kuczyńska A., Palak-Mazur D., Kostka A., Stojek M., Mikołajczyk A., Cabalska J., Galczak M., Kucharczyk K., Kowalczyk A., Gałkowski P., Herbich P., Rojek A., Solovey T., Chada M., Lewandowska A., Madej M., Hordejuk T., Kazimierski B., Stańczak E., Wojewódka M., 2013 – Raport o stanie chemicznym oraz ilościowym jednolitych części wód podziemnych w dorzeczych w podziale na 161 i 172 JCWPd, stan na rok 2012 zadanie 8: Interpretacja wyników monitoringu stanu chemicznego i ilościowego, ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych (w podziale na 161 i 172 JCWPd), opracowanie raportu o stanie jednolitych części wód podziemnych w dorzeczych, wykonane w ramach realizacji II etapu umowy nr 21/2012/F z dnia 20.08.2012 r. – http://mjwp.gios.gov.pl/g2/oryginal/2014_06/e59e3449d9ec0d4591a937827abe83c9.pdf

Kuczyńska A., Cabalska J., Czyżkowski B., Galczak M., Gałkowski P., Herbich P., Kazimierski B., Kucharczyk K., Kostka A., Kowalczyk A., Mikołajczyk A., Mikołajków J., Palak-Mazur D., Rojek A., Solovey T., Woźnicka M., 2015. Adaptacja metodyk przedstawionych w poradnikach UE dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych, opracowanie procedur i „makr” dla przeprowadzenia analiz, obliczeń i ocen – wersja druga, poprawiona. Materiały niepublikowane. PIG-PIB. Warszawa.

Kuczyńska A., Palak-Mazur D., Rojek A., Kostka A., Galczak M., Gidziński T., Piskorek K., Stojek M., Józwiak K., Kowalczyk A., Olędzka D., Gałkowski P., Połujan-Kowalczyk M., Stańczak E., Razowska-Jaworek L., Mikołajczyk A., 2017. Raport o stanie Jednolitych części wód podziemnych w dorzeczych – stan na rok 2016, Tom 1 – opracowanie tekstowe. *Raport opracowano w ramach realizacji V etapu*

umowy nr 15/2015/F z dnia 12.05.2015 r., zadanie nr 11: „Interpretacja wyników monitoringu stanu chemicznego i ilościowego, ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych – w podziale na 161 i 172 JCWPd, opracowanie raportu o stanie jednolitych części wód podziemnych w dorzeczych”. Materiały niepublikowane. PIG-PIB. Warszawa.

Kuczyńska A., Kowalczyk A., Palak-Mazur D., Razowska-Jaworek L., Mikołajczyk A., Woźnicka M., Cabalska J., Rojek A., Piskorek mgr Karolina, 2019 – Opracowanie dotyczące kryteriów oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych Opracowano w ramach realizacji VII etapu umowy nr 15/2015/F z dnia 12.05.2015 r., aneksowanej w dniu 12.06.2018, zadanie nr 12: „Weryfikacja kryteriów oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych”, Wersja 3 – ostateczna. Materiały niepublikowane. PIG-PIB. Warszawa.

Kupfersberger H & GENESIS Team, 2010 – Impacts and threats on groundwater systems at a European scale – the GENESIS project, XXXVIII IAH Congress, Groundwater Quality Sustainability, eds. Zuber et al., Abstract Book, Krakow: 399–400.

Laio F., Tamea S., Ridolfi L., D'odorico P. & Rodrigues-Iturbe I., 2009 – Ecohydrology of groundwater-dependent ecosystems. Water Resources Research, vol. 45, W05419.

Mitręga J. i in., 2010 – Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2007 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska.

Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczych w latach 2006–2008. Raport o stanie chemicznym i ilościowym jednolitych części wód podziemnych dla obszarów dorzeczy zgodnie z wymaganiami RDW.

Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczych w latach 2006–2008. Raport dla Komisji Europejskiej o programie monitoringu jednolitych części wód podziemnych dla obszarów dorzeczy. CAG PIG-PIB.

Mordzonek G., Przytuła E., Herbich P., Węglarza D., 2019a – Mapa stanu rozpoznania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w Polsce (stan na 31.12.2019), skala 1:800 000. [w:] Biuletyn państwowej służby hydrogeologicznej, Działalność państwowej służby hydrogeologicznej w 2019 roku, zadanie 14).

Mordzonek G., Przytuła E., Herbich P., Węglarza D., 2019b – Mapa zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w obszarach bilansowych (stan na 31.12.2019), skala 1:800 000. [w:] Biuletyn państwowej służby hydrogeologicznej, Działalność państwowej służby hydrogeologicznej w 2019 roku, zadanie 24).

Olde Venterink H., Wassen M.J., Verkroost A.W.M., De Ruiter P.C. 2003. Species richness-productivity patterns differ between N-, P-, and K-limited wetlands. Ecology 84, 2191–2199.

Operacz A., 2015 – Wyznaczenie wartości przepływu nienaruszalnego w inwestycjach. Ekonomia i Środowisko 1 (52).

Palak D. i in., 2011 – Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2010 roku. BMŚ, Warszawa.

Rodzoch A. i in., 2008 – Przeglądowa mapa wskaźnika odnawialności wód podziemnych PPW, Hydro-Eko, PIG-PIB, Warszawa.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2148).

Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 9 października 2019 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019 poz. 2147).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. poz. 1187)

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294).

Solovey T., Jóźwiak K., Jarmułowicz-Siekiera M., Honczaruk M., Śliwiński Ł., Janik M., Czebreszuk J., Filar S., Warumzer R., 2019. Ocena chemizmu wód podziemnych w obszarach wybranych ekosystemów zależnych od wód podziemnych. Materiały niepublikowane. PIG-PIB. Warszawa.

Stańko R. 2010. Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą (żywe). W: W: Mróz W. (red.) Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz. I, GIOŚ, Warszawa, str. 145–160.

Szczepańska J., Kmiecik E., 2005 – Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w oparciu o wyniki badań monitoringowych. AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.

Tóth, J., 1963. A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. J. Geophysical Research 68, 4795–4812.

UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive. Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystem (GWDTE) threshold values, 2012.

UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive Paper 11b(i) Groundwater Chemical Classification for the purposes of the Water Framework Directive and the Groundwater Directive. 2019.

Więzik B., 2009 – Metody określania przepływu nienaruszalnego – zalety i wady. Seminarium Stowarzyszenia Hydrologów Polskich. Warszawa – http://shp.org.pl/Seminaria/2009_04_22/Qnn_Wiezik.pdf

Witczak S., Żurek A., Witczak S., Żurek A., 2008 – Problemy związane z uwzględnieniem przepływu nienaruszalnego przy ocenie dyspozycyjnych zasobów wodnych. W: Problemy wykorzystania wód podziemnych w gospodarce komunalnej: materiały na XVII symposium naukowo-techniczne pt. „Zrównoważone gospodarowanie zasobami wód podziemnych na terenach przekształconych antropogenicznie”. PZliTS Częstochowa.