



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY



MIĘDZYNARODOWE TARGI GEOLOGICZNE

GEOLOGIA 2008

SPRZĘT, TECHNIKA, MYŚL

26-27 lutego, Warszawa, PKiN

WODA – PODZIEMNE BOGACTWO

KONFERENCJA

Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, 27 lutego 2008



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY



MIĘDZYNARODOWE TARGI GEOLOGICZNE

GEOLOGIA 2008

SPRZĘT, TECHNIKA, MYŚL

26-27 lutego, Warszawa, PKiN

KONFERENCJA

Państwowego Instytutu Geologicznego

27 lutego 2008 r. godz. 10.30-12.30

Pałac Kultury i Nauki, Warszawa

WODA – PODZIEMNE BOGACTWO

Program

10.30-10.35	Rozpoczęcie – powitanie dr Lesław Skrzypczyk, Z-ca Dyrektora PIG)
10.35-10.50	<i>Wody podziemne – szansa dla Warszawy</i> dr Zbigniew Nowicki, PIG
10.50-11.05	<i>Kartografia hydrogeologiczna dla samorządów</i> dr Małgorzata Woźnicka, PIG
11.05-11.20	<i>Zasoby wód podziemnych – aktualny stan rozpoznania</i> dr Piotr Herbich, PIG
11.20-11.35	<i>Monitoring wód podziemnych – przykład zastosowania lokalnego</i> dr Bogusław Kazimierski, PIG
11.35-11.50	<i>Ramowa Dyrektywa Wodna w odniesieniu do wód podziemnych</i> Mgr Jan Mitręga, dr Lesław Skrzypczyk, PIG
11.50-12.05	<i>Naturalne zmiany cyklu obiegu wody</i> prof. dr hab. inż. Maciej Maciejewski, dr Tomasz Walczukiewicz, mgr Celina Rataj, IMGW Kraków
12.05-12.30	Dyskusja i zakończenie

Zapraszamy wszystkich zainteresowanych
Wstęp wolny

Informacje: dr Barbara Żbikowska, Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa,
tel./fax 022-849-84-90, tel. 022-849-53-51 w. 338, e-mail: barbara.zbikowska@pgi.gov.pl

WODY PODZIEMNE – SZANSA DLA WARSZAWY

dr ZBIGNIEW NOWICKI

Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

e-mail: zbigniew.nowicki@pgi.gov.pl

Warszawa, od swojego powstania, wykorzystywała do zaopatrzenia ludności w wodę głównie wody powierzchniowe. W średniowieczu pobierano wodę głównie z Wisły, mimo że było to związane z koniecznością pracochłonnego transportowania zbiorników z wodą na wysoką skarpe. Wprawdzie w obrębie Starego Miasta było kilka dość głębokich studni, ale wody w nich było niewiele i nie wystarczało to na potrzeby miasta.

Budowane w późniejszych latach wodociągi również ujmowały wody powierzchniowe. Wykonany w połowie XVI w. drewniany wodociąg doprowadzający wodę do Rynku Starego Miasta pobierał wody rzeczki Bełczącej zbierane w specjalnych zbiornikach zwanych „nalewkami”. Jego rozbudowa związana była z ujęciem obfitych źródeł położonych u zbiegu dzisiejszych ulic Długiej i Leszno. Wodociąg ten, pomimo swej niezwyklej prostoty technicznej przetrwał niemal 250 lat.

Rozrastające się miasto potrzebowało coraz większych ilości wody. Wybudowane w połowie XIX w. dwa wodociągi – Marconiego na lewym brzegu Wisły i Grotowskiego na Pradze szybko okazały się niewystarczające. Dopiero nowoczesna instalacja wodociągowa Lindley’a, oddana do użytku w 1886 r. i działająca do dziś, pokryła w pełni ówczesne zapotrzebowanie miasta na wodę. Wszystkie wybudowane w XIX w. wodociągi oparte były na poborze wody wyłącznie z Wisły – w tamtych latach było to uzasadnione, bowiem jakość wody w Wiśle była nieporównywalnie lepsza niż dziś a drobne kłopoty z zawiesiną rozwiązano stosując proste filtry piaskowe.

Obecnie Warszawę zaopatrują w wodę trzy zakłady należące do Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji m. st. Warszawy SA, w tym:

- Zakład Wodociągu Centralnego dysponujący dwoma ujęciami wód Wisły: ujęciem powierzchniowym (Lindleya) i ujęciem infiltracyjnym. Wodociąg pokrywa 55% zapotrzebowania miasta.

- Zakład Wodociągu Praskiego, uruchomiony w 1965 r., ujmujący wodę trzema ujęciami spod dna Wisły z głębokości około 8 m (Gruba Kaśka). Zakład dysponuje ponadto zlokalizowanymi w Radości i Falenicy dwiema stacjami ujmującymi wodę podziemną z wydajnością 3600 m³/d każda.

- Zakład Wodociągu Północnego ujmujący wodę z Zalewu Zegrzyńskiego.

Wodociągi obejmują swym zasięgiem około 80% powierzchni Warszawy zamieszkałej przez 95,5% mieszkańców. Pozostali mieszkańcy miasta korzystają z lokalnych wodociągów osiedlowych lub indywidualnych studni wierconych bądź kopanych. Pobór wód powierzchniowych wynosi ok. 86%, a wód podziemnych ok. 14%. Aktualne potrzeby Warszawy wynoszą ok. 350 – 400 tys. m³ wody na dobę co, z nadmiarem, są w stanie zaspokoić istniejące zakłady wodociągowe bazujące na ujęciach wód powierzchniowych.

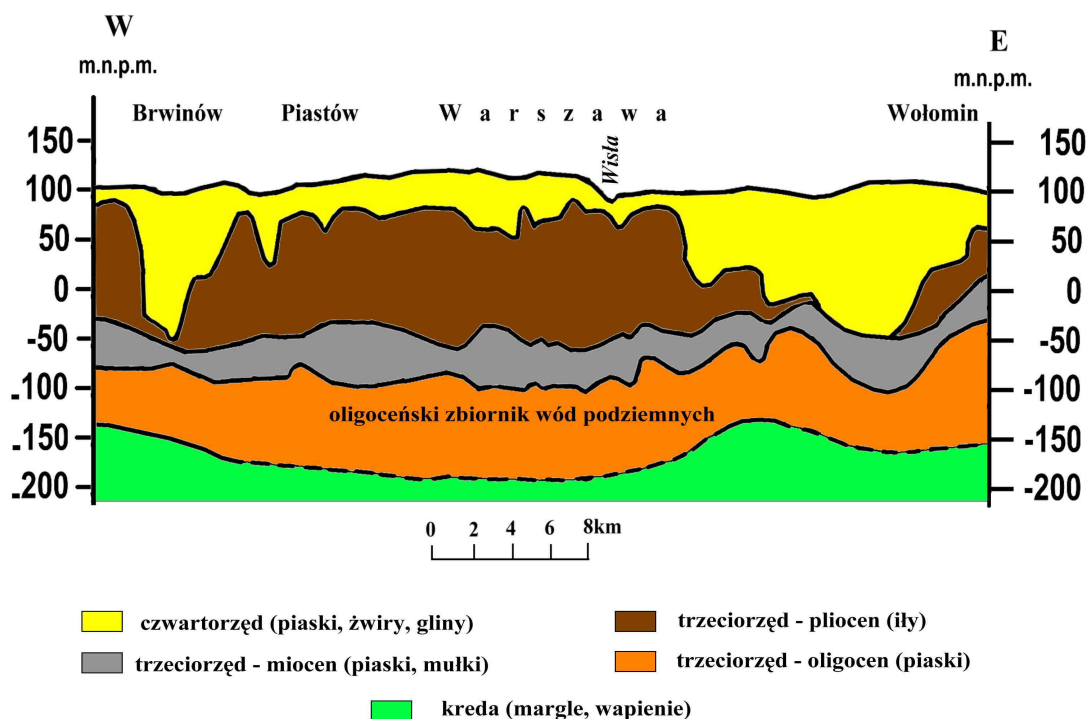
Głównym problemem miasta jest jakość wód, bowiem ujmowane wody Wisły i Zalewu Zegrzyńskiego to wody pozaklasowe, a więc bardzo zanieczyszczone - wykorzystywanie tych wód do celów konsumpcyjnych związane jest z koniecznością budowy niezwykle kosztownych stacji uzdatniania.

Powstaje zatem pytanie: czy Warszawa ma szansę na inne niż wody powierzchniowe źródło zaopatrzenia w wodę? Żeby na nie odpowiedzieć warto przyrzeć się budowie geologicznej i warunkom hydrogeologicznym w rejonie naszej stolicy.

W Warszawie i jej okolicach występują dwa użytkowe piętra wodonośne. Są one związane z utworami paleogenu (oligocen) i czwartorzędu. W obrębie trzeciorzędu wydzielono Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP) nr 215A natomiast w utworach czwartorzędowych Główny Zbiornik Wód Podziemnych nr 222.

Oligoceński poziom wodonośny

Oligoceński zbiornik mazowiecki w rejonie Warszawy występuje na głębokości 170 - 240 m p.p.t. Charakteryzuje się zmienną miąższością od kilku do około 60 m. Wykształcony jest w postaci piasków drobno i średnioziarnistych z glaukonitem. Przewodność warstwy wodonośnej jest niska i nie przekracza $100 \text{ m}^2/24\text{h}$. Wydajności potencjalne studni są bardzo różne i mogą wynosić od poniżej $1 \text{ m}^3/\text{h}$ do ponad $50 \text{ m}^3/\text{h}$, średnio wynoszą $30\text{-}50 \text{ m}^3/\text{h}$.



Wody w utworach oligocenu w zależności od morfologii powierzchni terenu mają charakter artezyjski lub subartezyjski, przy czym obecnie obserwowany rozkład ciśnień piezometrycznych jest znacznie zmieniony w stosunku do pierwotnego, wskutek intensywnej eksploatacji w Warszawie i położonych na zachód i południowy zachód miastach satelitarnych. Przed rozpoczęciem poboru ciśnienie wody w osadach oligocenu było w Warszawie wyższe o 2 atm. od poziomu wody w Wiśle, natomiast w latach 80. ubiegłego wieku maksimum depresji leżało przekraczało 50 m poniżej powierzchni terenu.

Poziom oligoceński do niedawna był intensywnie eksploatowany w Warszawie przez przemysł, co spowodowało rozwinięcie się rozległego leja depresji. Obecnie, w wyniku ograniczania korzystania z tych wód, między innymi poprzez regulacje legislacyjne, następuje zmniejszanie się leja depresji. W rejonie Warszawy zwierciadło wody tego poziomu stabilizuje się na rzędnej ok. 85 - 90 m n.p.m.

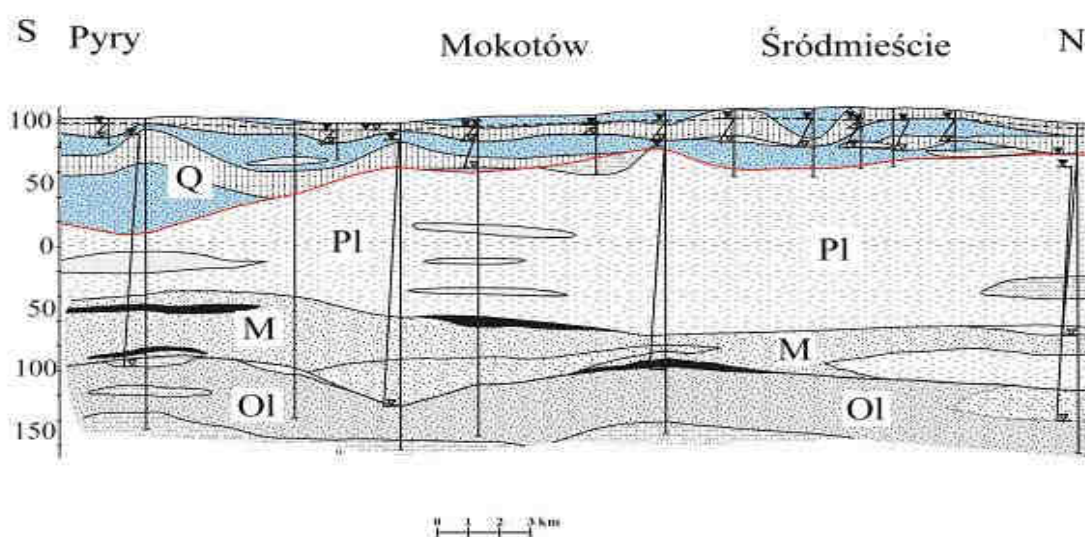
Wielkość tzw. bezpiecznej eksploatacji wód podziemnych z poziomu oligocenu określa się na ok. 20 000 m³/dobę – jest to ilość nie powodująca powiększania się leja depresji.

Wody piętra trzeciorzędowego zaliczone są do GZWP Subniecka Warszawska - część Centralna nr 215A i na obszarze Warszawy są prawnie chronione decyzją Prezydenta m. st. Warszawy.

Wielkość możliwego poboru z utworów oligocenu szacowana na 20 tys. m³/dobę. To ilość niewielka z punktu widzenia codziennych potrzeb miasta, jednak ma ona ogromne znaczenie dla Warszawy jako niezwykle cenna rezerwa o charakterze strategicznym w sytuacjach kryzysowych.

Czwartorzędowe poziomy wodonośne

Kotlina Warszawska – jest obszarem występowania utworów wodonośnych o bardzo zmiennej miąższości. Na zachód od linii Wisły średnie miąższości wodonośnych utworów czwartorzędowych z reguły nie przekraczają 10 – 15 m. Wyjątek stanowią drobne doliny kopalne o nieco lepszych parametrach hydrogeologicznych, jednakże nie zapewniają one możliwości poboru wód podziemnych w znacznych ilościach i mogą być wykorzystywane do zaspokajania potrzeb ludności jedynie w skali lokalnej. Przykładowe tereny o mało korzystnych parametrach hydrogeologicznych w utworach czwartorzędu przedstawiono na przekroju poniżej.

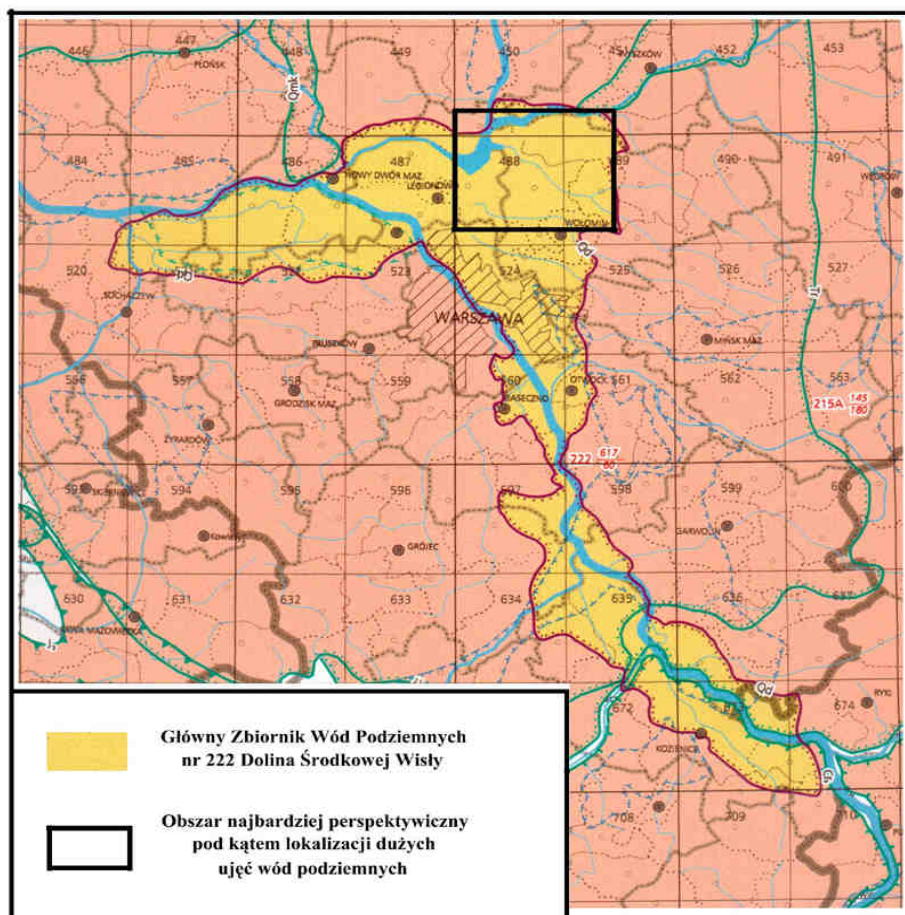


Na wschód od linii Wisły występuje Główny Zbiornik Wód Podziemnych Dolina Środkowej Wisły (nr 222) zajmujący powierzchnię 2 674 km². Jego szacunkowe zasoby na podstawie dokumentacji GZWP wynoszą 616 680 m³/dobę. Przyjmuje się, że średnia głębokość ujęcia na obszarze GZWP nr 222 wynosi ok. 60 m. W rejonie Warszawy i okolic obszar GZWP nr 222 jest jedynym, z którego istnieje możliwość poboru znacznych ilości wody.

Obszary perspektywiczne

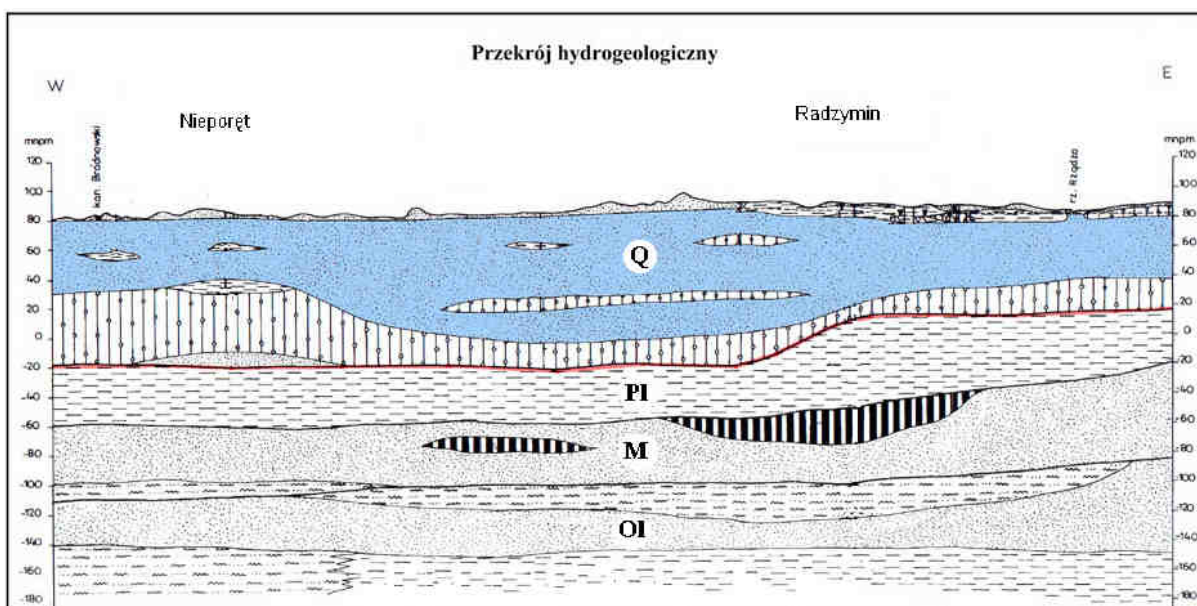
Badania hydrogeologiczne wykonane w ostatnich dwóch latach w Państwowym Instytucie Geologicznym wykazały, że częścią najbardziej perspektywiczną GZWP nr 222 pod kątem lokalizacji ujęć o dużym poborze jest jego północno-wschodni fragment

obejmujący obszar w okolicach Nieporętu i Radzymina. Występują tu utwory wodonośne o miąższości ok. 60 – 80 m, a warstwę wodonośną budują piaski różnej granulacji ze żwirem głównie z interglacjału wielkiego oraz zlodowacenia środkowopolskiego i północnopolskiego. Tworzą one jeden kompleks wodonośny miejscami przewarstwiony utworami słabo przepuszczalnymi (mułkami, łąkami, glinami) o niewielkiej miąższości nie przekraczającej kilku metrów. Na mapie poniżej zaznaczono obszar najbardziej perspektywiczny w pobliżu Warszawy dla lokalizacji dużych ujęć wód podziemnych.



Parametry hydrogeologiczne poziomu czwartorzędowego są tu bardzo dobre. Przewodność na większości obszaru mieści się w przedziale 1000-1500 m²/24h przy współczynniku filtracji w przedziale 10 – 20 m/dobę. W rejonie Zalewu Zegrzyńskiego oraz w okolicach Radzymina i Rembelszczyzny wodoprzewodność może nawet przekraczać 1500 m²/24h. Wydajności potencjalne studni są bardzo wysokie i z reguły przekraczają wartość 120 m³/h.

Czwartorzędowy poziom wodonośny generalnie pozbawiony jest izolacji od powierzchni, dzięki czemu moduł zasobów odnawialnych jest wysoki i przekracza 300 m³/km²/dobę. Brak izolacji od powierzchni oznacza jednak, że wody podziemne tu występujące są wrażliwe na zanieczyszczenia powierzchniowe (przekrój poniżej)



Wykonana w Państwowym Instytucie Geologicznym w latach 2006 – 2007, na zlecenie MPWiK Warszawa, dokumentacja hydrogeologiczna dotyczyła wskazania optymalnej lokalizacji ujęcia wód podziemnych dla Warszawy wraz z podaniem wydajności takiego ujęcia komunalnego. W dokumentacji tej, na podstawie kompleksowych prac obejmujących m. in. badania geofizyczne, próbné pompowania w hydrowęzłach, badania hydrochemiczne oraz modele matematyczne wykazano, że przy wyżej opisanej lokalizacji dużego ujęcia komunalnego maksymalna wielkość możliwej eksploatacji wynosi 190 700 m³/d. Wskazano również dwa następne obszary skąd można uzyskać dodatkowo ok. 150 – 200 tys. m³ wody na dobę. Warto tu zwrócić uwagę na fakt, iż pod względem jakości są to wody o podwyższonych stężeniach jedynie żelaza i manganu co powoduje, że wody te wymagają tylko tzw. prostego uzdatniania. Pozostałe wskaźniki jakości nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla wód pitnych. Dokumentacja została zatwierdzona przez KDH i przyjęta przez Ministra Środowiska.

Obszary perspektywiczne położone są bardzo blisko Warszawy, na północ od miasta. Wyjątkowo korzystna budowa geologiczna oraz niezwykle sprzyjające warunki hydrogeologiczne w rejonie Zegrza sprawiają, iż z tego obszaru możliwy jest pobór wód podziemnych dobrej jakości na poziomie 300 000 m³/d, co stanowi ponad 70% zapotrzebowania Warszawy na wodę.

I to jest szansa dla Warszawy. Szansa na zmianę dotychczasowego systemu zaopatrzenia stolicy w wodę opartego głównie na poborze wód powierzchniowych i wymagającego bardzo kosztownych inwestycji w technologii uzdatniania. System ten powinien być rozbudowany i wzbogacony o ujęcia wód podziemnych usytuowanych na pobliskich obszarach perspektywicznych.

Decyzje należą do władz miasta.

KARTOGRAFIA HYDROGEOLOGICZNA DLA SAMORZĄDÓW

dr MAŁGORZATA WOŹNICKA

Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

e-mail: malgorzata.woznicka@pgi.gov.pl

Prowadzona w Państwowym Instytucie Geologicznym kartografia hydrogeologiczna, będąca jednym z zadań Państwowej Służby Hydrogeologicznej, obejmuje opracowywanie warstw informacyjnych charakteryzujących użytkowe poziomy wodonośne oraz pierwszy od powierzchni terenu poziom wodonośny, w tym przetwarzanie, aktualizację, archiwizowanie, rozwój i udostępnianie informacji bazy danych GIS Mapy hydrogeologiczne Polski.

Zawartość tematyczna zrealizowanej w latach 1996-2004 pierwszej edycji Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (ukł. odwz. 1942) obejmuje charakterystykę użytkowych poziomów wodonośnych wraz z kartograficzną prezentacją warunków występowania, dynamiki, zasobności, wydajności potencjalnej studzien, stanu jakości i zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego (GUPW), stanowiącego podstawowe źródło zaopatrzenia w wodę na cele komunalne i produkcyjne.

Aktualnie Państwowy Instytut Geologiczny realizuje i koordynuje działania związane z dalszym rozwojem bazy danych GIS MhP zarówno w zakresie prac informatycznych jak i kartograficznych, obejmujących opracowanie kolejnych warstw informacyjnych poświęconych identyfikacji i charakterystyce pierwszego poziomu wodonośnego.

Realizowane prace informatyczne doprowadziły do utworzenia scalonej, ciągłej obszarowo bazy danych GIS MhP w formacie GeoMedia Access (ukł. odwz. 1992), która umożliwia selekcję wybranych warstw informacyjnych w dowolnym zasięgu obszarowym (granice administracyjne, obszary bilansowe i in.).

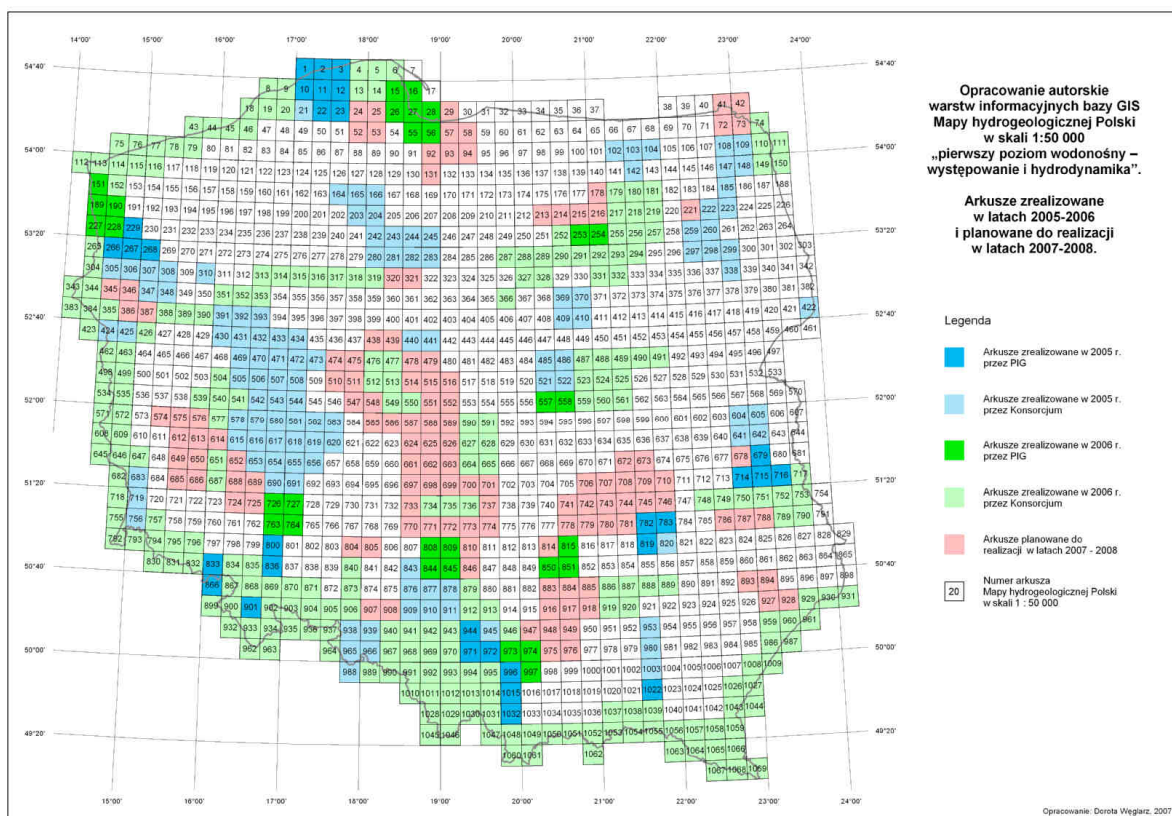
Zakres informacyjny bazy danych GIS MhP jest poszerzony o kartograficzną prezentację warunków występowania i hydrodynamiki oraz wrażliwości na zanieczyszczenie i jakości pierwszego od powierzchni terenu poziomu wodonośnego. Realizacja tego przedsięwzięcia jest niezbędna i pilna w związku z koniecznością dokonania oceny stanu jakościowego płytkich wód podziemnych, bezpośrednio związanych z ekosystemami wód powierzchniowych oraz ekosystemami lądowymi zależnymi od wód podziemnych, w tym obszarów wchodzących w skład Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000. Określenie naturalnych możliwości ochronnych wód podziemnych jest jednym z ważniejszych zadań, jakie podejmowane są obecnie w związku z wdrażaniem w Polsce ustaleń wynikających z

Ramowej Dyrektywy Wodnej. Ze względu na to, że pierwszy poziom wodonośny w wielu obszarach stanowi jednocześnie źródło zaopatrzenia w wodę do picia ludności wiejskiej, przeprowadzenie tej oceny wymaga również ustalenia stopnia wrażliwości płytkich wód podziemnych na zanieczyszczenie, zwłaszcza związkami azotu pochodzenia rolniczego.

Opracowanie autorskie „pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika” obejmuje następujące warstwy informacyjne:

- Obszar występowania głównego użytkowego poziomu wodonośnego jako pierwszego poziomu wodonośnego;
- Obszar występowania pierwszego poziomu wodonośnego nie będącego głównym poziomem użytkowym – w utworach czwartorzędowych;
- Obszar występowania pierwszego poziomu wodonośnego nie będącego głównym poziomem użytkowym – w utworach przedczwartorzędowych;
- Obszar pierwszego poziomu wodonośnego o znacznie zróżnicowanych warunkach występowania i właściwościach warstw wodonośnych;
- Obszar występowania poziomów wód zawieszonych ponad pierwszy poziomem wodonośnym;
- Obszar pozbawiony warstw wodonośnych;
- Hydroizohipsy pierwszego poziomu wodonośnego;
- Głębokość do pierwszego poziomu wodonośnego;
- Obszar objęty zasięgiem znaczącego obniżenia zwierciadła pierwszego poziomu wodonośnego;
- Obszar objęty zasięgiem znaczącego podniesienia zwierciadła pierwszego poziomu wodonośnego;
- Podmokłości;
- Źródła;
- Związek hydrauliczny wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego z wodami powierzchniowymi.

Aktualnie zrealizowanych zostało 414 arkuszy mapy „pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika” w dwóch transzach, a w trakcie opracowania znajduje się kolejnych 120 arkuszy (planowane zakończenie tematu – 31.12.2008 r.) – ryc.1.



Ryc. 1. Harmonogram realizacji warstw informacyjnych bazy danych GIS MhP „pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika”

Na opracowanie autorskie „PPW – wrażliwość na zanieczyszczenie i jakość wód” składają się dwie tematyczne mapy zbiorcze, obejmujące następujące warstwy informacyjne:

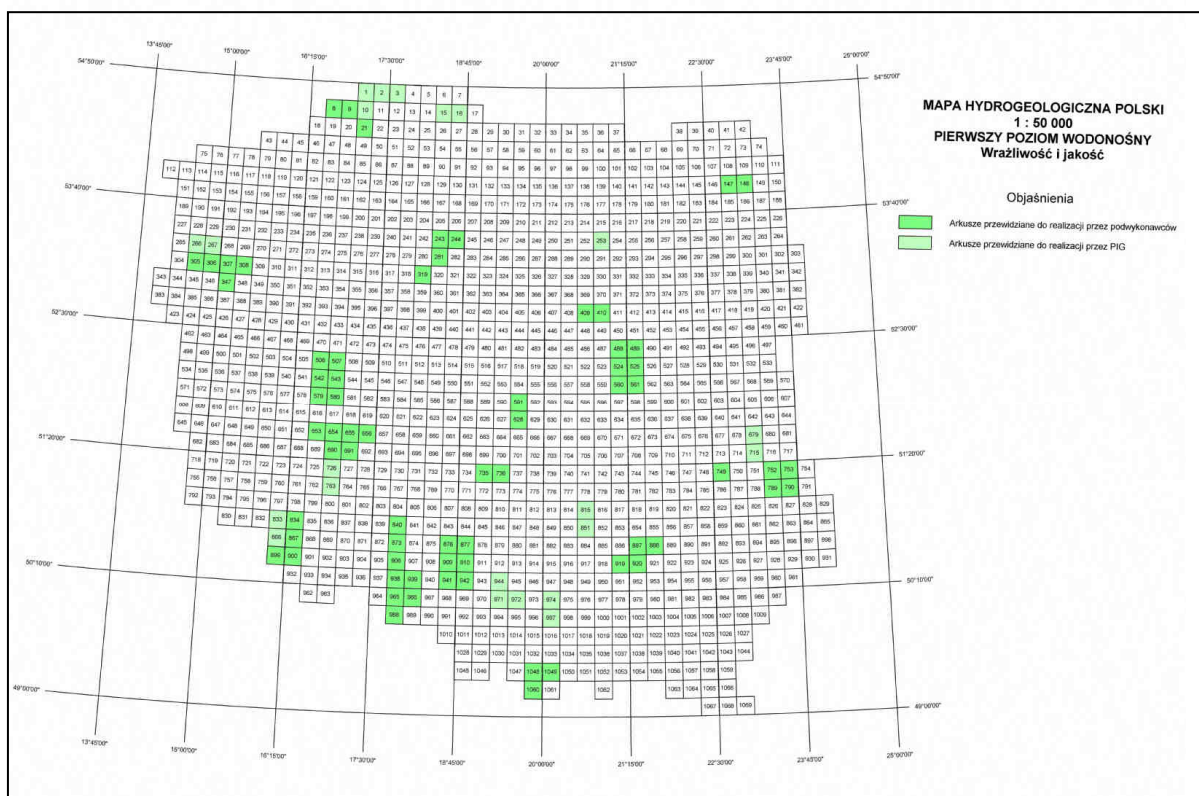
1. Pierwszy poziom wodonośny - wrażliwość na zanieczyszczenie:

- Wrażliwość na zanieczyszczenie wód pierwszego poziomu wodonośnego na zanieczyszczenie.
- Obiekty i działania pogarszające stan chemiczny wód podziemnych.
- Granice jednostek hydrogeologicznych warunków występowania pierwszego poziomu wodonośnego.

2. Pierwszy poziom wodonośny – jakość wód:

- Zawartość związków azotu w wodach pierwszego poziomu wodonośnego.
- Wybrane wskaźniki jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego (NO_3 , NO_2 , NH_4 , SO_4 , Cl, PEW, pH).

Aktualnie realizowane są końcowe prace na obszarze 85 arkuszy transzy pilotażowej (ryc.2), a w drugiej połowie 2008 roku planowane jest rozpoczęcie kolejnej transzy (ok. 150 arkuszy).



Ryc. 2. Opracowanie warstw informacyjnych bazy danych GIS MhP „pierwszy poziom wodonośny – wrażliwość na zanieczyszczenie i jakość wód” – położenie 85 arkuszy realizowanych w ramach transzy pilotażowej.

ZASOBY WÓD PODZIEMNYCH – AKTUALNY STAN ROZPOZNANIA

dr PIOTR HERBICH

Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

e-mail: piotr.herbich@pgi.gov.pl

Referat prezentuje aktualny stan rozpoznania dostępnych do zagospodarowania zasobów zwykłych wód podziemnych w użytkowych poziomach wodonośnych.

Zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania – w zależności od stopnia dokładności rozpoznania hydrogeologicznego - są ustalane jako zasoby dyspozycyjne lub perspektywiczne, możliwe do pobrania z użytkowych poziomów wodonośnych.

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych obszaru bilansowego określa się jako zasoby wód podziemnych możliwe do zagospodarowania w określonych warunkach środowiska i hydrogeologicznych, bez wskazywania lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujęć. Zasoby dyspozycyjne są ustalane w trybie określonym przez Prawo geologiczne i górnicze, sprecyzowanym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 3.10.2005r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz.U.Nr201/1673 z 14.10.2005r.). Metodologię ustalania zasobów dyspozycyjnych określa Poradnik metodyczny, wydany przez MOŚZNiL (1996). Zasoby dyspozycyjne są ustalane w oparciu o wyniki prac i badań, wykonanych zgodnie z projektem prac geologicznych, a obejmujących w szczególności rozpoznanie warunków występowania, własności hydrogeologicznych, układów krążenia, odnawialności, zagrożenia i jakości wód podziemnych użytkowych poziomów wodonośnych w obszarach bilansowych oraz przeprowadzenie modelowej analizy możliwości wykorzystania zasobów wód podziemnych na potrzeby komunalne, przemysłowe i rolnicze z uwzględnieniem celów ochrony środowiska przyrodniczego, związków z wodami powierzchniowymi i zachowania dobrej jakości wód podziemnych.

Aktualnie (2007r.) łączna powierzchnia obszarów bilansowych objętych udokumentowaniem zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych wynosi 142 423 km², co stanowi 42,5 % powierzchni kraju.

Zasoby perspektywiczne są to szacunkowo ustalone zasoby wód podziemnych użytkowych poziomów wodonośnych możliwe do zagospodarowania z uwzględnieniem potrzeby zachowania określonego stanu ekosystemów od nich zależnych. Przez szacunkowy charakter ustalania zasobów perspektywicznych rozumie się taki tok prac hydrogeologicznych, w którym stosowane są metody przybliżonej oceny odnawialnych zasobów wód podziemnych, bez prowadzenia dodatkowych obserwacji terenowych i badań modelowych, zaś potrzeby wodne ekosystemów zależnych od wód podziemnych są uwzględnione w sposób uproszczony.

Zasoby perspektywiczne zostały określone na zamówienie Ministra Środowiska przez Państwowy Instytut Geologiczny w 2003r. dla obszarów bilansowych nie objętych wówczas rozpoznaniem zasobów dyspozycyjnych. W miejsce zasobów perspektywicznych, oszacowanych w 2003r. dla nieudokumentowanych obszarów bilansowych, wprowadzane są ilości zasobów dyspozycyjnych ustalone dla tych obszarów po 2003 roku.

Użytkowy poziom wodonośny stanowi warstwa lub zespół warstw wodonośnych, wykazujących więź hydrauliczną, o parametrach kwalifikujących do eksploatacji komunalnej, t.j. o miąższości utworów wodonośnych ponad 5 m, o wodoprzewodności ponad 50 m²/dobę, wydajności potencjalnej typowej studni wierconej ponad 5 m³/godz. oraz jakości wody odpowiadającej wymogom wód pitnych (wprost lub po uzdatnieniu ekonomicznie uzasadnionym w warunkach zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia). W regionach górskich dopuszcza się obniżenie tych kryteriów (miąższość >2-3 m, wydajność studni >2 m³/godz., przewodność >25 m²/dobę).

Zasoby statyczne zwykłych wód podziemnych są wyznaczone przez objętość wód podziemnych zmagazynowanych w użytkowych poziomach wodonośnych. Ich objętość szacuje się na 6 tys.km³ (co daje 158 tys. m³ wody na statystycznego Polaka), co jest równe 110-letniemu odpływowi rzeczemu z całego obszaru Polski.

Zasoby odnawialne wód podziemnych, stanowiące część przychodową bilansu hydrogeologicznego, tworzone są przez infiltrację opadów atmosferycznych do poziomów wodonośnych. Na całym obszarze naszego kraju, w roku o przeciętnej sumie opadu pomierzonego, wyrażonej wskaźnikiem opadu w wysokości 620mm/r, do poziomów wodonośnych infiltruje ok. 34 km³ wody (18% opadu).

W części rozchodowej bilansu hydrogeologicznego największy udział stanowi **odpływ wód podziemnych do rzek**, który w skali całego obszaru kraju w średnim roku wynosi 27,1km³ (49% średniego rocznego całkowitego odpływu rzeczego wynoszącego 54,8 km³). Pozostałe elementy bilansu po stronie rozchodów stanowi: pobór wód podziemnych na cele komunalne, przemysłowe, odwodnieniowe i rolnicze oraz pokrycie potrzeb wegetacyjnych siedlisk łąkowych i leśnych w podmokłych dolinach rzecznych.

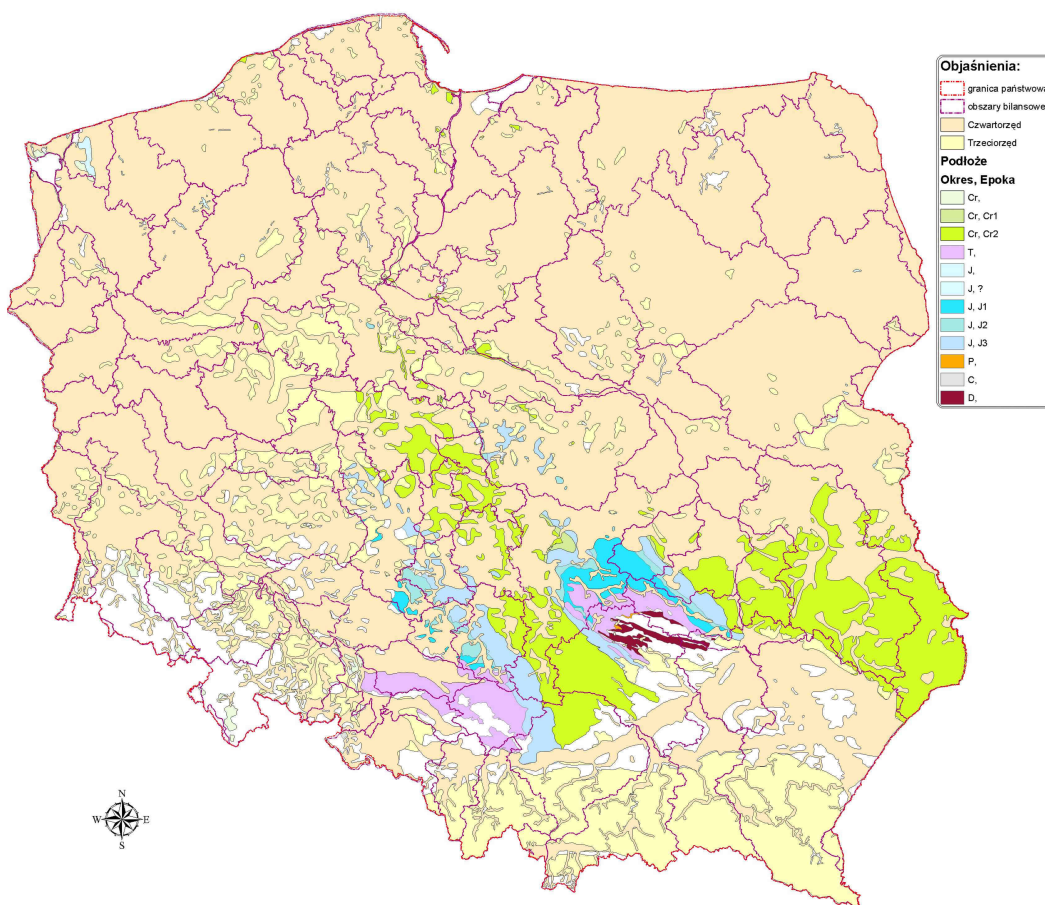
W 2006r. (GUS) krajowe wydobycie wód podziemnych na **zaopatrzenie komunalnych sieci wodociągowych** wyniosło 1,455 km³, średnio 3,99 mln m³/dobę, czyli 105 litrów na dobę na statystycznego Polaka (stanowi to 68,4% ogółu wód pobranych na zaopatrzenie komunalne; z wód powierzchniowych na cele komunalne pobierane jest 0,674 km³/r.). Na **cele produkcyjne** poza rolnictwem i leśnictwem z własnych ujęć zakładowych pobrane zostało 0,371 km³, średnio 1,02 mln m³/dobę, czyli niecałe 27 litrów na dobę na statystycznego Polaka.

Wody podziemne pochodzące z **odwadniania kopalń i wykopów budowlanych** odprowadzane są do rzek w ilości ok. 0,95 km³/rok (7,4mln m³/d - 2,71 km³/r. (19% zasobów dostępnych, 10% odpływu podziemnego)

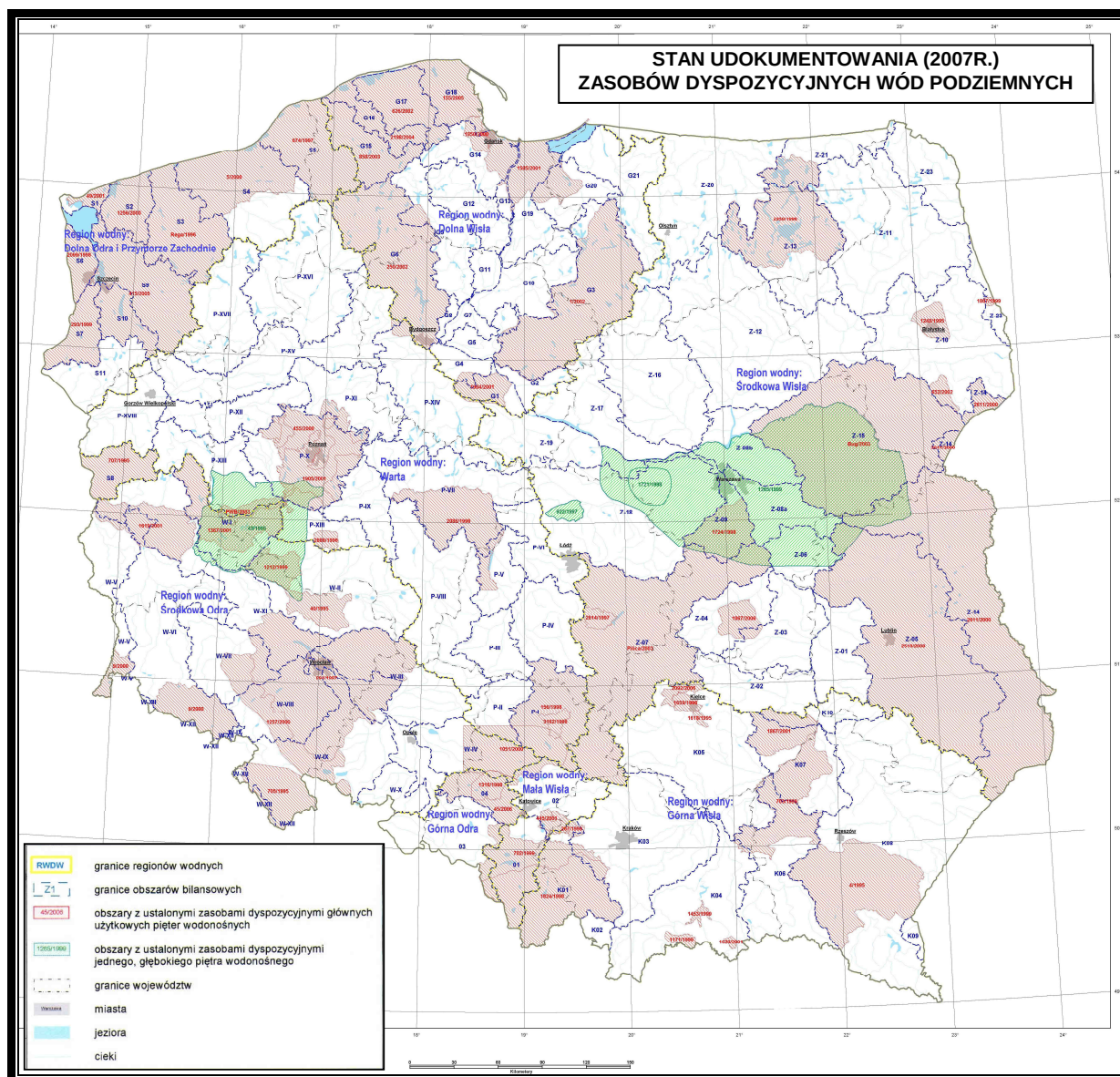
Zasoby wód podziemnych kraju dostępne do zagospodarowania (ustalone jako dyspozycyjne lub perspektywiczne, zależnie od stanu rozpoznania w obszarach bilansowych) wg stanu rozpoznania na 2007r. wynoszą 38,57 mln m³/dobę czyli 14,08 km³/rok (co stanowi 41% zasobów odnawialnych wód podziemnych i 52% odpływu podziemnego do rzek).

Region wodny jest to część obszaru dorzecza wyodrębniona na podstawie kryterium hydrograficznego na potrzeby zarządzania zasobami wodnymi w ramach kompetencji Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej (RZGW).

Aktualny stan rozpoznania zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych wód podziemnych w podziale na regiony wodne (stan na 2007 r.)



Obszary występowania pierwszych od powierzchni terenu użytkowych pięter wodonośnych w utworach: Q- czwartorzędowych, Tr – neogeńskich i paleogeńskich łącznie (d. trzeciorzędowych), Cr –kredowych, J-jurajskich, T-triasowych, P-permskich, C-karbońskich, D-dewońskich. Czerwona linia – granice zlewni bilansowych



Ryc.2.
Aktualny stan udokumentowania (2007r.) zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych.

MONITORING WÓD PODZIEMNYCH – PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA LOKALNEGO

dr BOGUSŁAW KAZIMIERSKI

Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

e-mail: boguslaw.kazimierski@pgi.gov.pl

1. Wprowadzenie

Monitoring wód podziemnych jest jednym z podstawowych narzędzi oceny stanu wód i zarządzania ich zasobami. Dostarcza aktualnych informacji nie tylko o ilości dostępnych dla wykorzystania gospodarczego zasobów wody, ich składzie chemicznym i jakości, lecz również o stanie tych komponentów środowiska przyrodniczego, które są bezpośrednio zależne od wód podziemnych. Wyniki monitoringu wód podziemnych, które z uwagi na swój unikalny skład chemiczny i wysoką jakość są szczególnie predysponowane do zaopatrywania ludności w wodę do picia powinny być obowiązującym elementem systemu podejmowania decyzji administracyjnych z zakresu: gospodarki wodnej, ochrony środowiska, ochrony zdrowia, gospodarki przestrzennej, na każdym szczeblu administracji publicznej i wodnej. Uwzględnia to wprowadzony w Polsce system organizacji monitoringu, prowadzony zarówno w odniesieniu do wód podziemnych znajdujących się w obiegu hydrologicznym jak i ujętych dla zaopatrzenia ludności.

2. Organizacja monitoringu wód podziemnych w skali kraju

W Polsce funkcjonują dwa systemy monitoringu wody. Jeden dotyczy wód ujmowanych lub już ujętych i znajdujących się w urządzeniach wodnych systemu wodociągowego, działający w oparciu o rozporządzenie Ministra Zdrowia¹ z dnia 29 marca 2007 r. Celem tego monitoringu jest stwierdzenie, czy woda spełnia kryteria dla zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia.

Drugi system monitoringu, który będzie głównym przedmiotem naszego zainteresowania, dotyczy wody znajdującej się w obiegu hydrologicznym, a więc znajdującej się jeszcze w warstwie wodonośnej. Podstawowym celem tego monitoringu jest ochrona wód podziemnych przed degradacją zasobów w wyniku ich nadmiernej eksploatacji oraz degradacją jakości przez zanieczyszczenia przenikające z powierzchni terenu. Zasady organizacji i działania tego systemu monitoringu regulują akty prawne Unii Europejskiej i Polski, a najważniejsze z nich to: Ramowa Dyrektywa Wodna², Dyrektywa Wód Podziemnych³, ustawy: Prawo wodne⁴, o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska⁵ i rozporządzenia wydane w ramach delegacji ustawowych. System ten funkcjonuje na 3 szczeblach.

¹ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. nr 61, poz. 417)

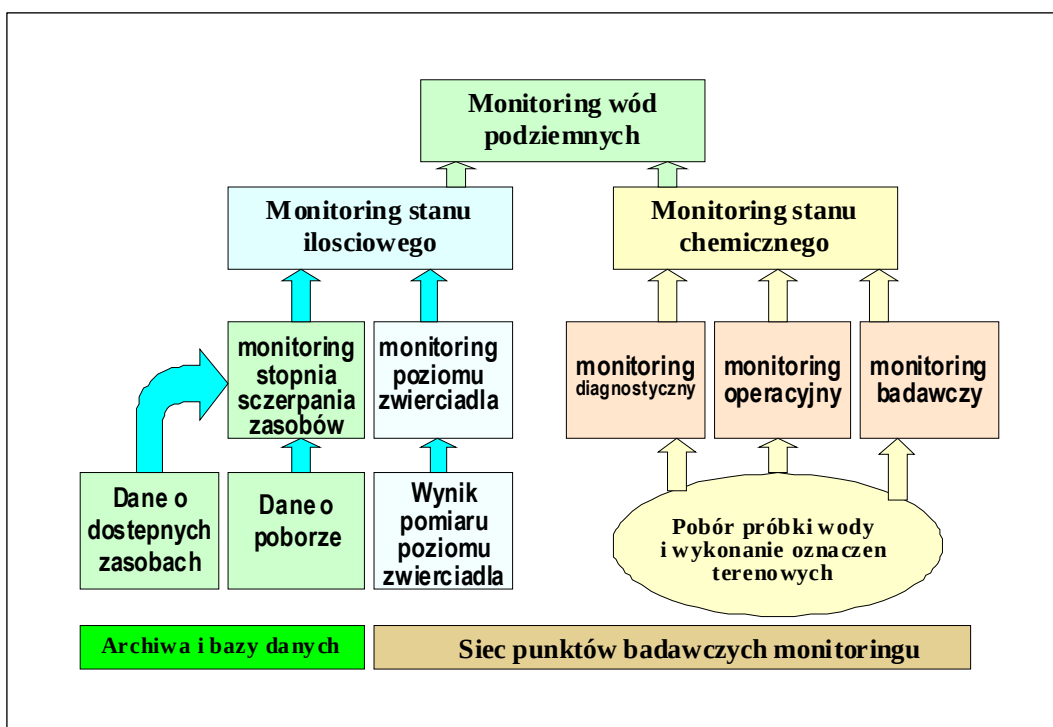
² Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz. U. WE L327/1 z dn. 28.12.2000 r.)

³ Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem jakości (Dz. U. WE nr L372/19 z dn. 27.12.2006 r.)

⁴ Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne, z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2001 nr 115 poz. 1229)

⁵ Ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2001 nr 77 poz. 335)

- ❑ **Monitoring ogólnokrajowy** – działa jako sieć obserwacyjno-badawcza wód podziemnych zorganizowana i obsługiwana przez Państwowy Instytut Geologiczny w ramach wypełniania zadań Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Monitoring ten jest elementem Państwowego Monitoringu Środowiska, koordynowanego przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska i nadzorowany oraz współfinansowany przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej. W skład sieci wchodzi około 900 punktów monitoringu stanu ilościowego i chemicznego. Monitoring ilości polega na badaniach położenia zwierciadła wody lub wydajności źródeł, dostępnych (do zagospodarowania) zasobów i ilości poboru wód podziemnych, a monitoring chemiczny na ocenie składu chemicznego wody (na ryc. 1 przedstawiono schemat organizacyjny monitoringu). Monitoring ten jest finansowany bezpośrednio z budżetu państwa oraz środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



Ryc. 1. Schemat organizacyjny monitoringu wód podziemnych

- ❑ **Monitoringi regionalne** – działają, jako monitoringi wód w obrębie poszczególnych województw. Są zorganizowane i funkcjonujące pod nadzorem Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska. Badaniom podlega skład chemiczny wód i następnie określana jest klasa jakości hydrochemicznej. Finansowanie monitoringu odbywa się ze środków budżetowych będących w dyspozycji Wojewodów lub Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Obecnie trwają przygotowania do objęcia monitoringiem obszarów chronionych Głównych Zbiorników Wód Podziemnych⁶ (GZWP).
- ❑ **Monitoringi lokalne** – organizowane są wokół ujęć wód podziemnych lub ich grup (np. w obrębie powiatu lub gminy), wokół obiektów zagrażających ilości lub jakości wody z mocy ustaw lub wydanych decyzji administracyjnych. Finansowanie ich odbywa się ze środków zakładów wodociągowych, przedsiębiorców obiektów zagrażających środowisku, budżetów gmin i starostw.

⁶ Główny Zbiornik Wód Podziemnych – zbiornik wód podziemnych odpowiadający umownie ustalonym ilościowym i jakościowym kryteriom.

3. Monitoringi lokalne wód podziemnych

Monitoringi lokalne organizowane są jako osłonowe lub kontroli wpływu na stan wód podziemnych obiektów im zagrażających.

Monitoringi osłonowe organizuje się wokół obiektów lub obszarów o niewielkiej powierzchni; mają za zadanie ochronę stanu wód podziemnych w obrębie i ewentualnie otoczeniu chronionego obiektu. Obiektami chronionymi mogą być:

- ujęcia wód podziemnych lub grupy ujęć i ustalone dla nich strefy ochronne;
- obszary dopływu wody do ujęć;
- obszary zasilania użytkowych poziomów wodonośnych⁷;
- struktury hydrogeologiczne o zasięgu lokalnym, szczególnie predysponowane do ujmowania wody podziemnej;
- obszary prawnie chronione z uwagi na ich walory przyrodnicze, w których ekosystemy bezpośrednio zależą od stanu wód podziemnych.

Głównym celem tych monitoringów jest ochrona ilości (głównie zasobów) i jakości wód podziemnych już wykorzystywanych dla zaopatrzenia ludności lub przemysłu wymagającego wód wysokiej jakości, lub będących elementem warunków siedliskowych cennych przyrodniczo ekosystemów. Ochrona jakości wód przeznaczonych do zaopatrzenia ludności polega nie tylko na ochronie przed ich zanieczyszczeniem pochodzenia antropogenicznego, lecz również przed zmianą składu chemicznego pogarszającego jakość wód, powodującą przekroczenie stężeń progowych wskaźników fizykochemicznych i bakteriologicznych określonych dla wód w rozporządzeniu Ministra Zdrowia.

Monitoringi wokół obiektów zagrażających rzeczywiście lub potencjalnie wodom podziemnym organizowane są najczęściej wokół:

- obiektów zagrażających jakości wód, np.: składowisk odpadów, stacji paliw, magazynów substancji chemicznych, oczyszczalni ścieków, zakładów przemysłowych, z których mogą przedostawać się surowce lub produkty do wód podziemnych, kopalń likwidowanych poprzez zalewanie wyrobisk;
- obiektów zagrażających ilości, np. odwadnianych kopalń, długotrwałych odwodnień budowlanych, innych urządzeń mogących powodować obniżenie poziomu wód podziemnych.

Wyniki monitoringu, po ich interpretacji, służą ocenie stanu wód w odniesieniu do ich ilości (zasobów) i chemizmu, dostarczają danych do podejmowania decyzji w zakresie ochrony wód i środowiska przyrodniczego oraz skuteczności realizowanych w ich wyniku działań ochronnych.

4. Przykład monitoringu wód podziemnych rynny brwinowskiej w powiecie pruszkowskim

W centralnej części powiatu pruszkowskiego, przez Nadarzyn, Brwinów, Pruszków w kierunku Józefowa i Leszna biegnie rynna brwinowska. Jest jedną z wielu czwartorzędowych dolin kopalnych występujących na terenie Mazowsza, która wyróżnia się na tle innych struktur wodonośnych tego obszaru dobrymi warunkami hydrogeologicznymi umożliwiającymi eksploatację wód podziemnych w znacznych ilościach. Znajdujące się w jej obrębie ujęcia wód podziemnych stanowią źródło zaopatrzenia w wodę licznych miast strefy

⁷ Użytkowy poziom wodonośny – warstwa spełniająca określone kryteria ilościowe i jakościowe, z której w sposób trwały można pobierać wodę dla zaopatrzenia ludności

podwarszawskiej: Pruszkowa, Brwinowa, Podkowy Leśnej, Nadarzyna, Komorowa, Michałowic, Raszyna i innych.

Władze powiatu pruszkowskiego, zdając sobie sprawę z faktu, że intensywne wykorzystywanie tego obszaru dla celów rozwijającego się budownictwa mieszkaniowego, przemysłu i rolnictwa może zagrozić zasobom wód podziemnych, a w szczególności ich jakości, postanowiły rozpoznać problem ich zagrożenia, a następnie przystąpić do ich ochrony wykorzystując system monitoringu.

4.1 Ogólna koncepcja monitoringu

- Ogólna koncepcja organizacji i funkcjonowania monitoringu zakłada, że ma on mieć charakter monitoringu osłonowego dla obszaru rynny w obrębie powiatu pruszkowskiego, a nie monitoringu poszczególnych ujęć wód podziemnych. Monitoring ma współpracować z lokalnymi punktami sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego, lokalnymi monitoringami osłonowymi poszczególnych ujęć i monitoringiem sanitarnym wód podziemnych oraz ewentualnie monitoringami wód znajdujących się tutaj składowisk odpadów. Monitoring rynny ma pełnić funkcje narzędzia dla zdobywania aktualnej informacji o stanie wód podziemnych.

W związku z tym przyjęto, że monitoring realizowany ma być za pomocą monitoringu stanu ilościowego i monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych. Monitoring ilościowy wód podziemnych służy przede wszystkim do identyfikacji:

- położenia zwierciadła wód podziemnych (lub wydajności źródeł), obniżającego się (zmniejszającego się w przypadku źródła) wskutek szczypania zasobów wód podziemnych i zmian klimatycznych,
- dostępności wód podziemnych do zaopatrywania ludzi w wodę oraz zaopatrywania przemysłu wymagającego wody wysokiej jakości (przemysł spożywczy i farmaceutyczny),
- oceny stopnia szczypania zasobów wód podziemnych oraz wielkości ich rezerw,
- negatywnych oddziaływań na powiązane z wodami podziemnymi wody powierzchniowe,
- znaczących, negatywnych zmian zachodzących w ważnych, bezpośrednio zależnych od wód podziemnych ekosystemach lądowych, w tym w uprawach,
- przedostawania się (ingresji lub ascenzji) wód słonych albo zdegradowanych w wyniku antropopresji, wskutek szczypania zasobów słodkich wód podziemnych.

Monitoring składu chemicznego wód podziemnych, realizowany jest na potrzeby określenia ich stanu chemicznego, tj. jakości wód podziemnych oraz oceny trendu ich zmian. Monitoring stanu chemicznego ma pozwolić na ocenę wód podziemnych w zakresie:

- norm jakości mających zastosowanie na mocy właściwych aktów prawnych, w szczególności dotyczących zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia,
- typu i tła chemicznego wód podziemnych,
- klas jakości stosowanych w monitoringu wód podziemnych,
- efektów ascenzji bądź ingresji wód słonych lub innych zdegradowanych, co może zagrażać w przyszłości wykorzystywaniu tych wód,
- ich wpływu na ekosystemy wód powierzchniowych i lądowe na takim poziomie, że mogłyby prowadzić do nieosiągnięcia przez nie ustalonych celów środowiskowych, lub spowodowania znacznych szkód w ekosystemach lądowych bezpośrednio zależnych od wód podziemnych.

4.2 Program monitoringu

W programie monitoringu rynny brwinowskiej określono:

- liczbę i zasady lokalizacji punktów badawczych, kryteria jakie powinny spełniać oraz zakres prac adaptacyjnych koniecznych do wykonania aby przystosować istniejące już punkty do prowadzenia w nich badań;
- zakres i częstotliwość badań;
- metodykę badań i system kontroli oraz zapewnienia ich jakości;
- zasady interpretacji wyników monitoringu i oceny stanu wód;
- zasady raportowania z przebiegu badań, opracowania sprawozdań i ocen oraz koszt organizacji oraz funkcjonowania monitoringu.

Wskazanymi do monitoringu punktami były istniejące już otwory badawcze, studnie wiercone eksploatowane oraz nieeksploatowane, a w wyjątkowych sytuacjach „wbijane” studnie gospodarskie. Dla punktów tych przyjęto analogiczne wymagania lokalizacyjne i techniczne, jak dla punktów Państwowego Monitoringu Środowiska. Punkty tak dobrano, że ujmowały jeden z występujących tu poziomów wodonośnych, który w danym rejonie był głównym użytkowym poziomem wodonośnym, najczęściej ujmowanym dla celów zaopatrzenia w wodę lub najbardziej narażonym na zanieczyszczenie substancjami przenikającymi z powierzchni terenu. Liczba punktów monitoringu w poszczególnych poziomach wodonośnych jest odwrotnie proporcjonalna do głębokości stropu ujmowanej warstwy wodonośnej, miąższości warstwy lub zespołu warstw izolujących ją od powierzchni terenu, a wprost proporcjonalna do siły oddziaływań czynników naturalnych (zasilania infiltracyjnego, drenażu przez rzeki), a w szczególności antropogenicznych w zakresie ilości (wielkości eksploatacji i odwodnień) i chemizmu (np. zanieczyszczenia powierzchni terenu, ilości stosowanych środków chemicznych ochrony roślin, nawozów, usuwania śliskości pośniegowej na drogach, emisji pyłów i gazów itp.).

Przyjęto, że liczba punktów monitoringu jest iloczynem powierzchni badań (blisko 200 km²) i założonej gęstości punktów (1 punkt na 10 km²), co daje, że powinno ich być nie mniej jak 20. Dla wskazania punktów monitoringu w ramach prac terenowych dokonano przeglądu wszystkich znajdujących się w obrębie rynny otworów hydrogeologicznych, wytypowanych wstępnie z baz danych (352 otwory). W terenie z tych punktów zidentyfikowano oraz określono współrzędne GSP dla 206 otworów. Warunki punktu monitoringu ilości spełniało 55 otworów, monitoringu chemicznego 41 otworów. Stosując wyżej wymienione zasady doboru punktów badawczych, ich rozlokowania w przestrzeni oraz w obrębie poszczególnych poziomów wodonośnych wskazano do monitoringu stanu ilościowego 24 otwory, a do monitoringu stanu chemicznego 25 otworów (patrz tabela 1). Ponieważ część punktów będzie obserwowana w obu typach monitoringu, łączna ich liczba wynosiła będzie 31 punktów, bowiem w 19 otworach prowadzone będą łącznie badania wskaźników ilościowych i chemicznych. Wykaz punktów wskazanych do poszczególnych rodzajów monitoringu zestawiono w tabeli 1.

Zaproponowano zakres monitoringu stanu ilościowego analogiczny do zakresu monitoringu prowadzonego przez Państwową Służbę Hydrogeologiczną. Obejmował on będzie:

- pomiar położenia zwierciadła wód podziemnych, ocenę dostępnych do szczypania zasobów wód podziemnych, rozumianych, jako zasoby odnawialne pomniejszone o przepływ biologiczny rzek i wodę niezbędną dla ekosystemów lądowych (można je utożsamiać z zasobami dyspozycyjnymi lub perspektywicznymi) oraz zasobów eksploatacyjnych ujęcia i ilość wód dozwolonej do poboru w pozwoleniach wodnoprawnych,

Tabela 1. Wykaz punktów wybranych do monitoringu wód podziemnych

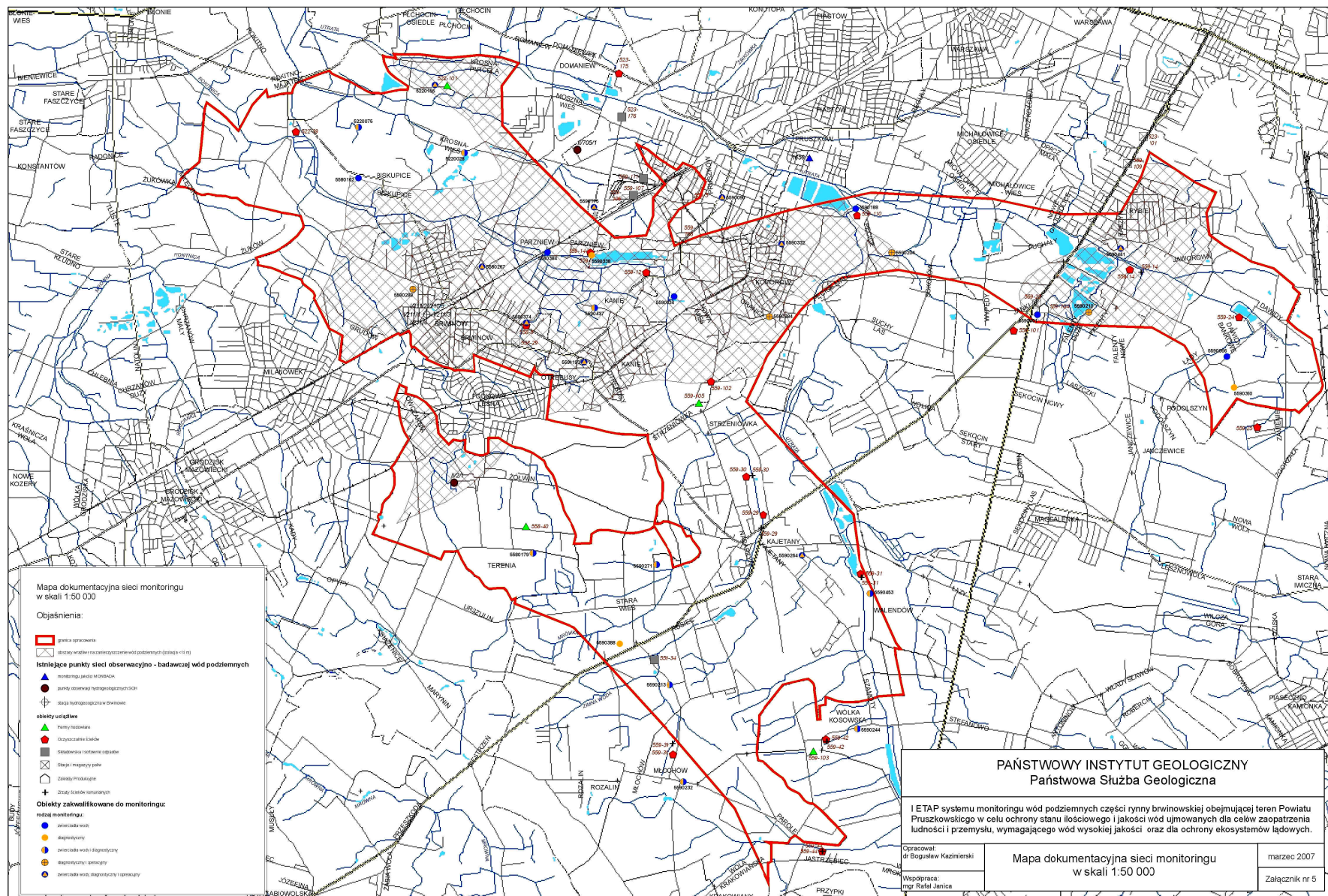
Lp	Nr w RBDH	Nazwa obiektu	Miejscowość Obiektu	Adres	Typ zwierciadła	Rodzaj monitoringu			Zakres adaptacji ⁸
						zw. wody	diagnostyczny	Operacyjny	
1.	5220028	SZKOŁA (Domy Mieszkalne)	Koszajec	---	nap.	TAK	TAK	—	1
2.	5220075	Badawczy	Biskupice	---	nap.	TAK	TAK	—	1
3.	5220155		Krosna-Parcela			TAK	TAK	TAK	1
4.	5580162	Piezometr	Biskupice	---	nap.	TAK	—	—	4
5.	5580179	PGR 1	Kopana	---	nap.	TAK	TAK	—	2
6.	5580267	Pracowniczy Ogród Działkowy	Brwinów	Bratnia 1	swob.	TAK	TAK	TAK	2
7.	5580374	Ośrodek Doskonalenia Kadr	Brwinów	Pszczelińska 99	nap.	TAK	TAK	TAK	3
8.	5580384	Otw. Posz.- Rozpozn. 9p	Kanie	---	nap.	TAK	—	—	3
9.	5590066	Szkoła Podstawowa 1	Łady	---	nap.	TAK	—	—	4
10.	5590090	Osiedle XX-Lecia 1	Pruszków	Domaniewska 23	swob.	TAK	TAK	TAK	4
11.	5590175	Budimex Dromex S.A.	Pruszków	Przejazdowa 24	swob.	TAK	TAK	TAK	3
12.	5590188	Dawny PGR	Pęcice	Pęcicka 1	swob.	TAK		—	3
13.	5590193	Asp Otrębusy 2	Otrębusy	Wiejska 2C	swob.	TAK	TAK	TAK	2
14.	5590213	B. Ferma Krów Mlecz. 2	Żabieniec	---	nap.	TAK	TAK	—	2
15.	5590232	Z-D Dośw. Ziemiaka 1	Młochów	---	nap.	TAK	TAK	—	4
16.	5590244	Firma Saga	Wólka Kosowska	Nadrzeczna	nap.	TAK	TAK	—	4
17.	5590264	Ogródki Działkowe 2	Kajetany	---	nap.	TAK	TAK	—	4
18.	5590271	RSP 1	Stara Wieś	Jemiółowa 70	nap.	TAK	TAK	—	3
19.	5590332	Osiedle Ostoja li 1a	Pruszków	Ireny / Ryszarda	swob.	TAK	TAK	TAK	3
20.	5590437	Urząd Gminy	Kanie	---	nap.	TAK	TAK	TAK	2/3
21.	5590401	Optima Radix S.A. 1	Janki	Godebskiego 5	swob.	TAK	—	—	4
22.	5590434	Otw. Poszuk.- Obser. 5p	Kanie	---	swob.	TAK	—	—	2/3
23.	5590441	Wodociąg 1a	Raszyn - Rybie	Stadionowa	nap.	TAK	TAK	TAK	4
24.	5590453	Wodociąg 4	Walendów	---	nap.	TAK	TAK	—	3
25.	5580288	Wodociąg 1	Brwinów	11 Listopada 5	nap.		TAK	TAK	3
26.	5590204	Wodociąg WIEŚ 2	Pęcice	---	nap.		TAK	TAK	2
27.	5590210	Instyt Melioracji 3a	Falenty	Hrabska 3	swob.		TAK	TAK	1
28.	5590284	Wodociąg Komorów 3	Komorów	Turystyczna	swob.		TAK	TAK	3
29.	5590338	Wojskowy Ośr. Wyp. 5	Helenów	Grodziska 1	nap.		TAK	—	2
30.	5590360	Wodociąg Wiejski 1	Dawidy Bankowe	Miklaszewskiego	nap.		TAK	—	3
31.	5590388	Scania Polska Sa 1	Stara Wieś	Al. Katowicka 316	nap.		TAK	—	4
Łączna liczba punktów monitoringu			Cały obszar badań		nap /swob	24	25	13	

- ocenę rzeczywistego poboru wód podziemnych, będącego sumą poboru rejestrowanego i nierejestrowanego.

W programie ustalono, że monitoring stanu chemicznego wód podziemnych wykonywany będzie w dwóch zakresach: diagnostycznym i operacyjnym.

Monitoring diagnostyczny wykonywany będzie na całym obszarze badań, w większym zakresie wskaźników, ale z mniejszą częstotliwością.

⁸ zakres adaptacji: 1 – adaptacja do obserwacji z remontem; 2 – adaptacja w ograniczonym zakresie z konserwacją; 3 – wyłącznie konserwacja; 4 – brak możliwości oceny stanu technicznego.



Ryc. 1. Mapa dokumentacyjna sieci monitoringu lokalnego rynny brwinowskiej

Monitoring operacyjny wykonywany będzie z większą częstotliwością, ale oznaczana będzie mniejsza liczba wskaźników; dodatkowo realizowany będzie wyłącznie na obszarach zagrożonych silną antropopresją w poziomach wodonośnych ze zwierciadłem swobodnym oraz tam, gdzie stwierdzono już, w wyniku monitoringu diagnostycznego występowanie zanieczyszczeń w stężeniach zbliżonych lub przekraczających wartości progowe dla III klasy jakości wód podziemnych lub stężenia progowe ustalone dla wód przeznaczonych do zaopatrzenia w wodę ludności. Taki sposób realizacji monitoringu pozwala jednocześnie ograniczyć koszty jego realizacji oraz zwiększyć częstotliwość oznaczeń stężeń zanieczyszczeń rzeczywiście zagrażających jakości.

Monitoring diagnostyczny polegał będzie na pobraniu próbek wody, we wszystkich wskazanych do monitoringu stanu chemicznego punktach z częstotliwością 1 raz na 3 lata, i wykonaniu oznaczeń 35 niżej wymienionych wskaźników:

- grupa wskaźników ogólnych: odczyn pH, ogólny węgiel organiczny, przewodność w 20°C, temperatura, tlen rozpuszczony.
- wskaźniki nieorganiczne: amoniak, arsen, azotany, azotyny, bar, bor, chlorki, chrom, cynk, fluorki, fosforany, glin, kadm, magnez, mangan, miedź, nikiel, ołów, potas, rtęć, siarczany, sód, wapń, wodorowęglany, żelazo.
- substancje organiczne: AOX – adsorbowane związki chloroorganiczne, fenole, ropopochodne, suma pestycydów, detergenty.

Zakres ten należy poszerzyć o wskaźniki charakterystyczne dla stwierdzonych w wyniku przeglądu środowiskowego oddziaływań antropopresyjnych. Wskazana jest realizacja tego monitoringu wiosną, nie wcześniej jak 2 tygodnie po roztopach. Taki termin pobrania prób pozwoli na rozpoznanie najwyższych, a tym samym najgroźniejszych stężeń zanieczyszczeń.

Monitoring operacyjny polegał będzie na pobraniu próbek wody we wskazanych do niego 13. punktach znajdujących się w obszarach największego zagrożenia jakości wód i wykonaniu z częstotliwością 2 razy w roku (wiosna i jesień), w terminach, gdy nie jest realizowany monitoring diagnostyczny, oznaczeń następujących wskaźników:

- określenie obligatoryjnie: przewodność elektryczna właściwa w temp. 20°C, odczyn pH, temperatura, sód, potas, wapń, magnez, wodorowęglany, chlorki, siarczany;
- wskaźniki, których stężenia stwierdzone w monitoringu diagnostycznym przekroczyły wartości progowe przyjęte dla dobrego stanu chemicznego,
- wskaźniki charakteryzujące rodzaj oddziaływań antropogenicznych mających wpływ na badany poziom wodonośny.

W monitoringu ma być realizowana procedura zapewnienia i kontroli jakości w całym zakresie jego funkcjonowania. Jej zadaniem jest zapewnienie jednoznacznego, powtarzalnego, porównywalnego oraz poprawnego pod względem merytorycznym i formalnym przebiegu monitoringu oraz wykrycie i ewentualna eliminacja błędów powstających na wszystkich jego etapach. Efektem końcowym procedury jest ocena wiarygodności wyników obserwacji, której elementem jest określenie wysokości ich błędów.

Oceny stanu wód podziemnych dokonuje się dla całego obszaru badań oraz wydzielonych jego części, a w szczególności dla:

- obszarów zagrożonych przenikaniem zanieczyszczeń z powierzchni terenu;
- poszczególnych poziomów wodonośnych czwartorzędowego piętra wodonośnego, a w szczególności odrębnie dla poziomu o zwierciadle swobodnym i napiętym;
- oligoceńskiego poziomu wodonośnego, lub łącznie oligoceńskiego i mioceńskiego,

gdzie są one ściśle połączone hydraulicznie i tworzą wspólny użytkowy poziom wodonośny;

- dla obszarów zasobowych większych ujęć wód podziemnych.

Ocena syntetyczna stanu wód podziemnych sprowadza się do określenia stanu wód podziemnych odrębnie dla stanu ilościowego i chemicznego, oraz łącznie dla obu tych stanów i jest trzystopniowa. Ocenę należy wykonać posługując się modelem pojęciowym struktury hydrogeologicznej, jaką jest tutaj badany fragment rynny brwinowskiej. Model ten należy wykonać w ramach tworzenia pierwszej dokumentacji sieci monitoringu lub najpóźniej w trakcie przeprowadzania pierwszej oceny stanu wód, po przeprowadzeniu pierwszego roku badań monitoringowych.

Stan dobry – wskazuje, że wody podziemne spełniają warunki do zaopatrzenia ludności i przemysłu wymagającego wody wysokiej jakości i brak jest zagrożeń dla ich zasobów oraz jakości; jak również brak jest zagrożeń dla środowiska, w szczególności dla ekosystemów wód powierzchniowych i lądowych bezpośrednio związanych z wodami podziemnymi, wynikających z gospodarką i użytkowaniem tych wód;

Stan słaby (zły) – wskazuje, że wystąpiły i mają miejsce niekorzystne zmiany w składzie chemicznym wód podziemnych, ograniczające ich wykorzystanie, istnieją zagrożenia dla zasobów wód podziemnych lub ekosystemów bezpośrednio powiązanych z wodami podziemnymi.

Stan zagrożenia wystąpienia stanu słabego (złego) – jest to stan pośredni pomiędzy stanem dobrym a złym, w którym wskaźniki stanu wód można interpretować tak, że stan wód jest jeszcze dobry, lecz obserwowane trendy zmian tych wskaźników wykazują jednoznacznie, że w okresie kilku, a najdalej kilkunastu lat, gdy te tendencje się utrzymają, wartości badanych wskaźników przekroczą wartości progowe dla stanu złego.

W trakcie badań monitoringowych należy wykonywać raporty i sprawozdania.

Raporty mają zawierać informacje o zakresie i przebiegu badań monitoringowych i być wykonywane po każdej serii badań. Mogą one zawierać zestawienie surowych (tzw. operacyjnych) wyników badań jeszcze przed przeprowadzeniem ich weryfikacji, z reguły nie zawierają wyników interpretacji.

Sprawozdania zawierają wyniki interpretacji badań monitoringowych, a raporty zawierające zestawienie wyników monitoringu w oparciu, o który dokonywana jest interpretacja i ocena stanu wód podziemnych, powinny być załączone do nich.

Sprawozdania roczne – zawierają interpretację i ocenę wyników monitoringu położenia zwierciadła wody i monitoringu operacyjnego stanu chemicznego. Wykonywane są na zakończenie każdego roku kalendarzowego, w którym nie realizowano monitoringu diagnostycznego i zawierają wyniki badań z roku hydrologicznego.

Sprawozdania podsumowujące wykonywane są na zakończenie roku kalendarzowego, w którym realizowano monitoring zasobów i diagnostyczny (a więc raz na 3 lata) – zawierają interpretację i ocenę wyników monitoringu położenia zwierciadła wody i stanu zasobów oraz monitoringu diagnostycznego i operacyjnego z danego roku oraz podsumowanie wyników sprawozdań rocznych, wykonanych z dwóch poprzednich lat, w których realizowano tylko monitoring położenia zwierciadła i operacyjny.

5. Podsumowanie

- ❑ Rynna brwinowska jest rozległą strukturą hydrogeologiczną, z cennymi zasobami wód podziemnych względnie dobrej jakości i wymagających stosowania tylko prostych zabiegów uzdatniających. Z tego powodu zasoby wodne rynny należy monitorować i chronić przed degradacją.
- ❑ W rejonie Brwinowa i Nadarzyna główny użytkowy poziom wodonośny, z uwagi na brak przykrycia od powierzchni terenu utworami słaboprzepuszczalnymi, jest w sposób szczególny narażony na zanieczyszczenie.
- ❑ Teren rynny jest w znacznym stopniu zurbanizowany, przecięty licznymi szlakami komunikacyjnymi, ulokowanych jest tam wiele zakładów usługowych, produkcyjnych, komunalnych, z których część z pewnością stanowi zagrożenie dla jakości wód. Zorganizowanie monitoringu wód podziemnych rynny pozwoli zidentyfikować rzeczywiste ogniska zanieczyszczeń i dostarczy danych dla podejmowania skutecznych środków zaradczych.
- ❑ Projektowana sieć punktów monitoringu liczy łącznie 31 punktów badawczych, z tego 24 punkty wskazane są do pomiaru położenia zwierciadła wody z częstotliwością 1 raz w miesiącu, a 25 do monitoringu składu chemicznego wód podziemnych (część punktów ma podwójne przeznaczenie).
- ❑ Monitoring wód podziemnych ma być prowadzony w zakresie oceny ilości i stanu chemicznego

Monitoring ilości pozwoli oceniać co 3 lata ilość rezerw zasobowych, corocznie trendy zmian położenia zwierciadła wody, a pośrednio trendy w szczypaniu zasobów wód podziemnych.

Monitoring stanu chemicznego pozwoli ocenić stan chemiczny wód i stężenia zanieczyszczeń raz na 3 lata (monitoring diagnostyczny), a w strefie największego zagrożenia jakość kontrolować sytuację 2 razy w roku (monitoring operacyjny).
- ❑ Opracowywane raporty i sprawozdania dostarczą pełnej informacji o stanie wód raz na 3 lata, a o zagrożeniach dla jakości wód i trendach zmian położenia zwierciadła wody z częstotliwością 1 raz w roku bądź częściej. Taki sposób sporządzania ocen i raportów pozwala zmniejszyć koszty monitoringu, a jednocześnie uzyskiwać na bieżąco informacje o największych zagrożeniach.

RAMOWA DYREKTYWA WODNA W ODNIESIENIU DO WÓD PODZIEMNYCH

dr JAN MITRĘGA, e-mail: jan.mitrega@pgi.gov.pl

dr LESŁAW SKRZYPCZYK, e-mail: leslaw.skrzypczyk@pgi.gov.pl Państwowy Instytut
Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

"Woda nie jest produktem handlowym takim jak każdy inny, ale raczej dziedzicznym dobrem, które musi być chronione, bronię i traktowane jako takie..." (z preambuły w Ramowej Dyrektywie Wodnej).

Ogólna informacja o Ramowej Dyrektywie Wodnej

Woda jest niezbędna dla przetrwania i rozwoju człowieka. Jest konieczna dla życia ludzkiego i wykorzystywana w wielu działaniach gospodarczych. Niezbędna jej ilość i jakość musi być dostępna na obszarach dzikich, aby zagwarantować odpowiedni stan warunków naturalnych dla przetrwania i rozwoju fauny i flory. Zachowanie trwałej równowagi pomiędzy zjawiskami naturalnymi i działalnością człowieka to cel Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) 2000/60/WE przyjętej dla realizacji kompleksowej polityki wodnej dla krajów Unii Europejskiej. Ramowa Dyrektywa Wodna jest syntezą wieloletnich wysiłków Wspólnoty, które zmierzały w kierunku lepszej ochrony wód poprzez ustalenie zintegrowanej europejskiej polityki wodnej. Jako prawo wspólnotowe wprowadza koordynację działań administracyjnych w obszarach dorzeczy pomiędzy państwami członkowskimi UE, która nie jest dobrowolna lecz obowiązkowa. Pozwala to na prawne rozwiązywanie problemu negatywnych skutków jakich przyczyna leży poza granicami danego kraju członkowskiego.

Dyrektywa ta została uchwalona 23 października 2000 r. i stała się w pełni (bez okresu przejściowego, dostosowawczego) obowiązującym prawem w Polsce od chwili akcesji naszego kraju do Wspólnoty, tj. 2004 roku. Obecna polska polityka w zakresie gospodarowania i ochrony zasobów wodnych została dostosowana do prawa wspólnotowego w tym zakresie już w 2001 roku (jeszcze na etapie przedakcesyjnym) przede wszystkim w ustawie Prawo wodne. Wprowadza ekologiczne podejście do oceny stanu wód i planowania gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Ustanawia ramy działań na rzecz ochrony śródładowych wód powierzchniowych, wód przejściowych, wód przybrzeżnych oraz wód podziemnych. Nakazuje wdrożenie działań ujętych w planach gospodarowania wodami do 2012 roku i oczekuje osiągnięcia celów środowiskowych, określonych konkretnymi wartościami standardów do 2015 roku.

Wody podziemne jako podmiot w prawie wspólnotowym

Harmonogram realizacji wymagań Dyrektywy 2000/60/WE w najbliższym horyzoncie czasu obejmuje:

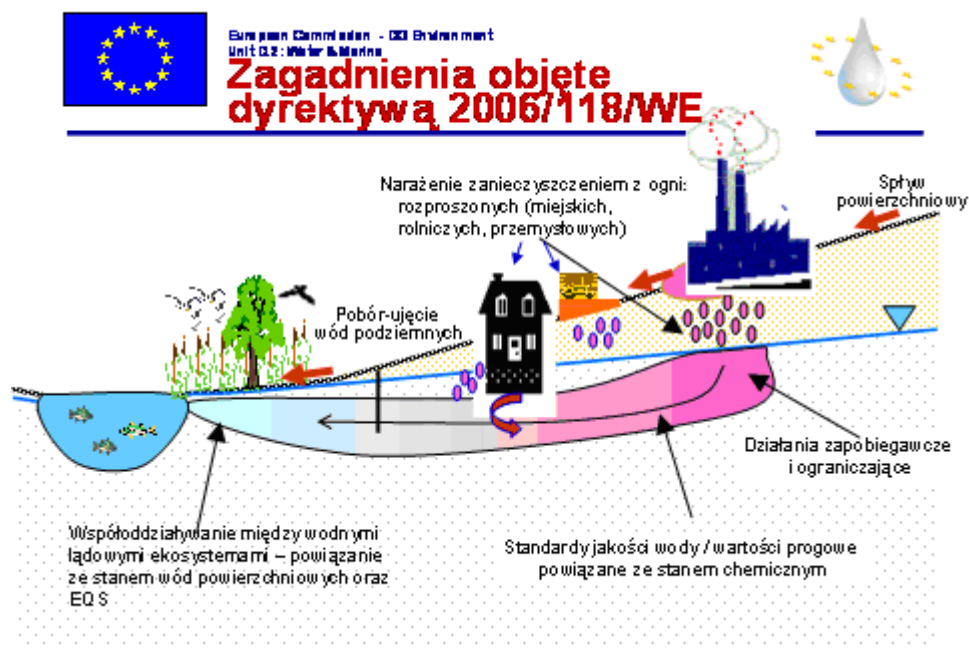
- ✓ Identyfikację istotnych problemów gospodarki wodnej oraz ustalenie wielkości znaczących presji oraz ryzyka nie osiągnięcia celów środowiskowych do 2015 r., w tym wyjściowej oceny stanu ilościowego i chemicznego jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) [2006],
- ✓ Ustanowienie sieci i programu monitoringu [2006],
- ✓ Opracowanie planów gospodarowania wodami w zlewniach i programów przeciwdziałania, wraz z konsultacjami społecznymi [2009],

- ✓ Ustalenie cen usług wodnych, uwzględniające samofinansowanie się systemu zaopatrzenia w wodę [2010].

Ramowa Dyrektywa Wodna nie określa doraźnego działania. Przeciwnie, wprowadza harmonogram cyklicznej (co 6 lat) weryfikacji zarówno aktualnej wiedzy o systemie wód podziemnych jak i oceny stanu ilościowego i chemicznego wód podziemnych, określanych według sprecyzowanych procedur. Dyrektywa uznaje za dobry stan wód podziemnych wtedy, gdy zarówno stan chemiczny jak i ilościowy są co najmniej dobre, tj. spełniają standardy jakości wód i środowiska, jakie formalnie zostały określone na mocy prawa do ustalenia celów środowiskowych.

Stan chemiczny wód podziemnych

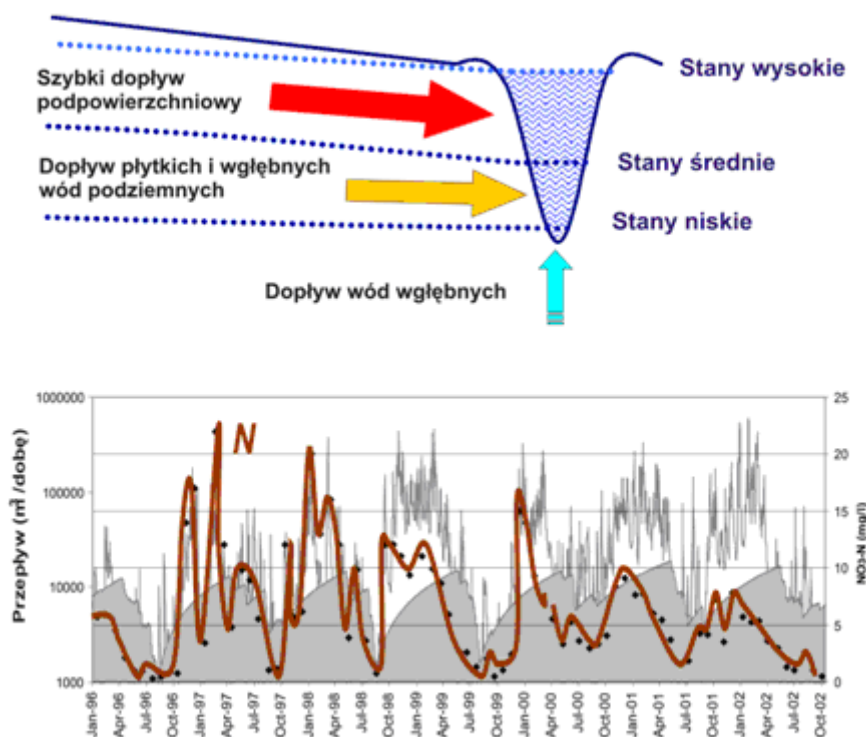
W kontekście prawnym, RDW niesie bardziej złożone relacje w odniesieniu do wód podziemnych niż do wód powierzchniowych. Ramowa Dyrektywa Wodna wywołała bowiem ustanowienie kolejnej dyrektywy (2006/118/WE) w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem (GWD). Zagadnienia objęte dyrektywą wód podziemnych przedstawiono na poniższym rysunku (rys. 1).



Rys. 1 Wody podziemne jako podmiot w Ramowej Dyrektywie Wodnej i Dyrektywie Wód Podziemnych (Źródło: European Commission – DG Environment, 2007).

Wymaga to spojrzenia na wody podziemne jako na część systemu wodnego, stąd definicja dobrego stanu wiąże się także z faktem, że wody podziemne nie mogą wpływać na wody powierzchniowe w stopniu uniemożliwiającym osiągnięcie przez nie również dobrego stanu. Przez takie podejście dyrektywy RDW i GWD uwzględniają aspekt degradacji jakości zasobów wodnych oraz syndrom zaniku niezwykle cennych przyrodniczo ekosystemów wodnych i lądowych związanych ze środowiskiem wodnym. Dodatkowo dyrektywa nakazuje prowadzenie rejestru obszarów chronionych, powoływanych dla ochrony znajdujących się tam wód powierzchniowych i podziemnych oraz tych wyznaczonych w celu zachowania siedlisk i gatunków bezpośrednio uzależnionych od wody. Dlatego współczesne podejście do problematyki gospodarki wodnej wymaga działań na terenie całej zlewni lub dorzecza.

Obrazuje to schemat (rys. 2) związku przyczynowo-skutkowego dla którego za przykład przyjęto zanieczyszczenia azotanami pochodzenia rolniczego, a skalę oddziaływania kształtują przepływy w rzece. Udział rzeki w przenoszeniu zanieczyszczeń powoduje również znaczny zasięg zanieczyszczenia w środowisku wodnym.



Rys. 2 Wpływ zanieczyszczenia wód podziemnych na jakość wód powierzchniowych
(Źródło: Eurogeosurveys Position Paper on GWD and WFD needs under FP7, 2007).

Klasyfikacja stanu chemicznego JCWPd rozważana jest wyłącznie w odniesieniu do stężeń substancji wprowadzanych do wód podziemnych w wyniku działalności gospodarczej człowieka. Dyrektywa nie precyzuje wymaganego poziomu precyzji i wiarygodności. Będą to jednak musiały zrobić same Państwa Członkowskie UE. Nieodzownym elementem dla dokonania właściwej klasyfikacji stanu chemicznego jest analiza trendu w zanieczyszczeniu wód podziemnych. Konfrontację istniejącego stanu chemicznego z podjętymi działaniami dla zapobieżenia lub ograniczenia tego procesu umożliwiają wyniki monitoringu. Monitoring prowadzony jest dla stanu ilościowego i chemicznego wód.

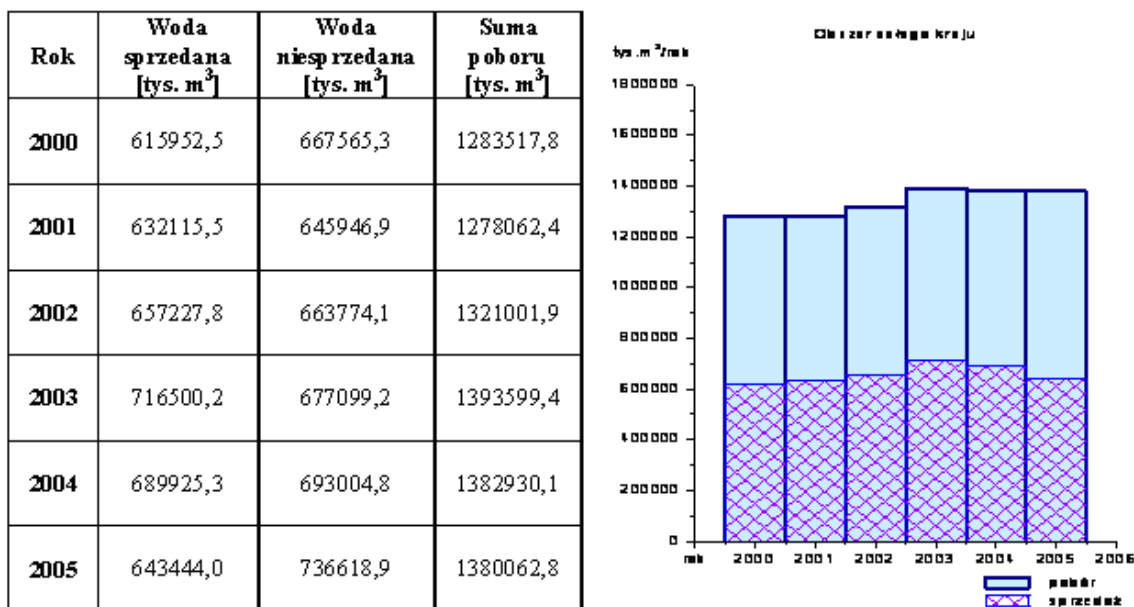
Interpretację wyników monitoringu w kontekście spełnienia wymagań stawianych przez cele środowiskowe przeprowadza się w odniesieniu do określonych standardów jakości środowiska. Do ustalenia standardów jakości wód podchodzi się w sposób elastyczny przez rozgraniczenie wymogów obowiązujących całą wspólnotę do tych mających zastosowanie tylko na poziomie danego kraju członkowskiego, lub jego wyszczególnionego regionu czy nawet jednolitej części wód. W pewnym zakresie, elastyczność znajduje także zastosowanie w odniesieniu do czasu w jakim mają zostać osiągnięte wymagane standardy jakości wody. Wyznacznikiem standardów jakości wody są wartości progowe dla priorytetowych substancji zanieczyszczających. Lista takich substancji pozostaje zagadnieniem otwartym do 22.12.2008 roku. Obligatoryjnie dla wszystkich państw członkowskich obecnie obowiązują jedynie standardy dotyczące stężenia azotanów w wodach (50 mg/l) oraz sumy pestycydów.

Stan ilościowy wód podziemnych

Objętość zgromadzonego zasobu słodkich wód podziemnych (pitnych) na obszarze Polski jest szacowana na ok. 1 100 km³. Jednakże, tylko znikoma część tego zasobu może być wykorzystana w racjonalny sposób. Dostępne zasoby wód podziemnych są to zasoby, które możliwe są do użytkowania gospodarczego bez naruszenia równowagi wynikającej z potrzeb samego środowiska naturalnego oraz warunków hydrogeologicznych zlewni. Wielkość tych zasobów oceniana jest na ok. 14 km³ w skali roku i stanowi tylko część (ok. 50 %) ilości wód podziemnych dopływających do sieci wód powierzchniowych.

W ramach ochrony wód dyrektywa 2000/60/WE wprowadza rynkowe zasady: 1) zanieczyszczający płaci, oraz 2) zużywa mniej a płaci więcej. Ingerencja w cenę wody i sposób ustalanie jej wielkości ma zapobiegać marnotrawstwu wody. Stąd, szczególną uwagę dyrektywa dedykuje warunkom poboru wód dla zaopatrzenia ludności i monitoringowi skutków tego poboru.

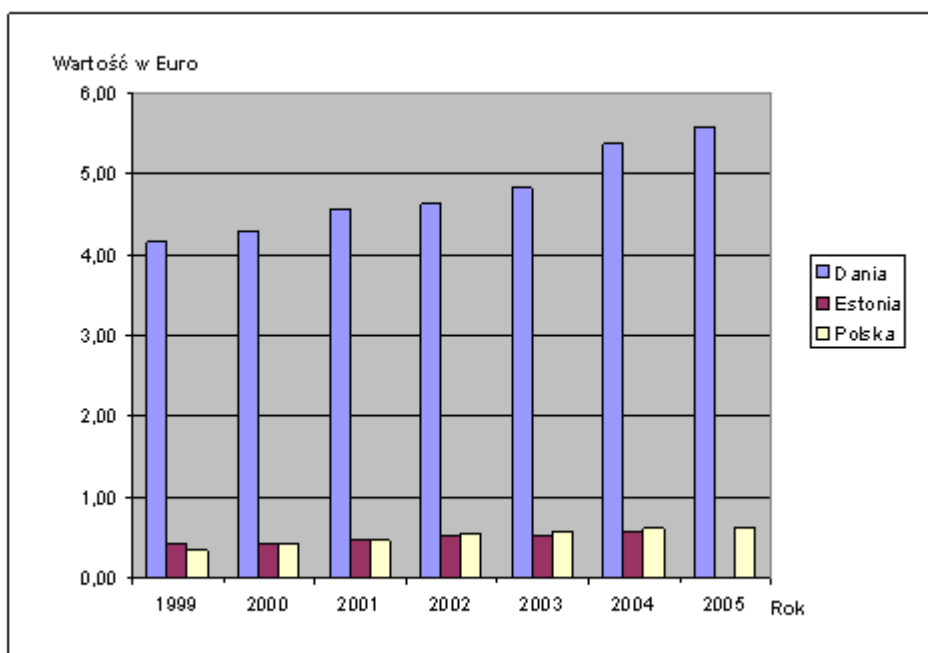
Na obszarze Polski wody podziemne stanowią większą pozycję w zaopatrzeniu ludności (pokrywają ponad 65 % potrzeb wodnych na ten cel) niż wody powierzchniowe. Rejestrowana wielkość poboru wód podziemnych na cele zaopatrzenia ludności i dla przemysłu kształtuje się na poziomie ok. 1.5 km³ w skali roku, w tym z przeznaczeniem do spożycia i cele bytowe – ok. 1.25 km³. Jednak nie cała wielkość poboru wód podziemnych znajduje odzwierciedlenie w zwrocie kosztów, co przedstawiono na poniższych rysunkach (rys 3).



Rys. 3 Zestawienie ilości wody sprzedanej i niesprzedanej oraz sumarycznego rejestrowanego poboru w tys. m³ – synteza dla całego kraju (Źródło: Opracowanie metodyki identyfikacji i ustalenie struktury poboru wód podziemnych dla potrzeb oceny stanu ilościowego wód podziemnych kraju, PIG 2007).

Również cena wody w Polsce, podobnie jak w innych krajach Europy Centralnej, odbiega od poziomu jaki występuje w krajach członkowskich na obszarze Europy Zachodniej

(rys 4). W kontekście zwrotu kosztów usług wodnych należy spodziewać się istotnego wzrostu cen wody jak i działań kontrolnych na rzecz bardziej rzetelnej rejestracji odbiorców zaopatrywanych w wodę.

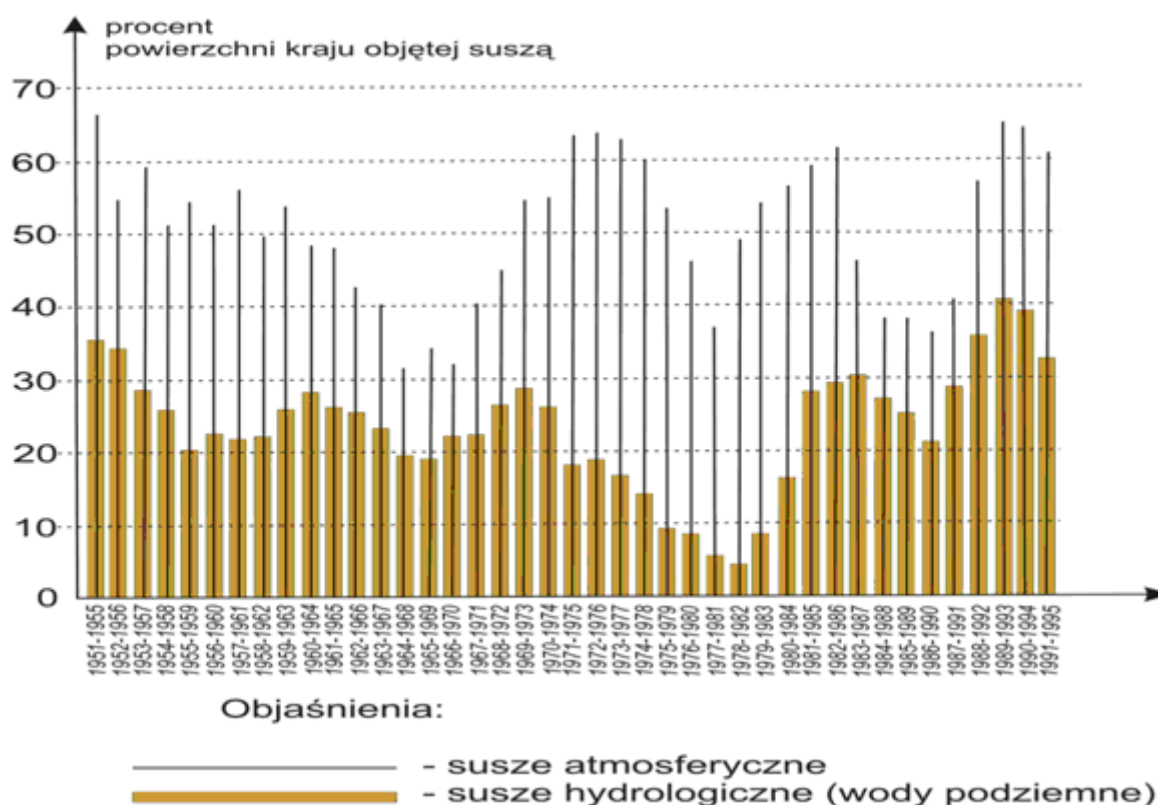


Rys. 4 Charakterystyka ceny 1 m³ wody w Danii, Estonii i Polsce w przeliczeniu na Euro w okresie 1999-2005 (Źródło: dla Danii – DEPA, 2003, uzupełnione przez EEA, 2004 [source: DEPA, updated by EEA, 2003], dla Estonii – Estońskie Centrum Informacji Ochrony Środowiska, 2006 [source: Estonia Environment Information Center, 2006], dla Polski – wg Izby Gospodarczej “Wodociągi Polskie”, 2006).

Wahania klimatyczne

Wielkość dostępnych zasobów wód podziemnych w projekcji długich okresów czasu nie jest stałą wartością z uwagi na zmiany klimatyczne. Według prognoz dotyczących skutków zmian klimatycznych spodziewane jest nasilenie częstotliwości i skali ekstremalnych zjawisk takich jak powodzie i susze, niosących niekorzystne skutki dla stanu wód powierzchniowych, wód podziemnych oraz dla środowiska naturalnego i gospodarki. Dyrektywy RDW i GWD określają je jako sytuacje wyjątkowe, których incydentalny skutek dla jakości wód może być pominięty w ocenach stanu.

W odniesieniu do stanu ilościowego wód podziemnych oraz jego konsekwencji dla stanu chemicznego (mniejsze opady powodują wzrost stężeń zanieczyszczenia w wodach podziemnych) istotniejsze znaczenie ma występowanie okresów susz hydrologicznych (rys. 5).



Rys. 5 Susze hydrologiczne w Polsce w okresie 1951 – 1995 (Źródło: P. Mager i in., 1990).

Wahania klimatyczne znajdują odzwierciedlenie w sezonowej i wieloletniej zmianie wielkości poboru wód podziemnych, która wzrasta w okresach posusznych. W kontekście długotrwale zrównoważonego poboru wód podziemnych (tj. uwzględniając potrzeby następnych pokoleń) kluczowe znaczenie ma trwały trend w zmianach klimatycznych i jego wpływ na system wód podziemnych.

Bieżące wyzwania

Ramowa Dyrektywa wodna ustanawia model gospodarki wodnej samofinansującej się i polegający na powszechnej odpowiedzialności za stan zasobów wodnych. Wyrazem tego jest fakt, że nakłada obowiązek konsultacji społecznych w stosunku do planowanych rozwiązań, oparty jednak na zrozumieniu stawianych celów i konsekwencji wynikających z akceptacji danego rozwiązania. Z uwagi na ustanowioną powszechną odpowiedzialność, dyrektywa rozkłada też kompetencje pomiędzy organy administracji centralnej i terytorialnej oraz samorządowej. Odpowiedzialność przed Komisją Europejską w zakresie realizacji RDW i GWD pełni rząd danego kraju członkowskiego. Z wyjątkiem sytuacji ściśle określonych przez wymienione dyrektywy, nie sprostanie wymaganiom stawianym przez nie (w tym także nie dotrzymanie harmonogramu realizacji) jest przedmiotem postępowania sądowego przed Trybunałem Sprawiedliwości EU, a także wysokich kar pieniężnych.

Zespół obu dyrektyw stanowi w odniesieniu do wód podziemnych normatyw ramowo ustalający procedury realizacji, tj. harmonogram, zakres niezbędnych działań oraz sposób raportowania, który zapewniać ma porównywalność dokonań i wyników osiągniętych przez

poszczególne kraje członkowskie oraz jednolite zintegrowane podejście do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju.

Dyrektywy RDW i GWD wyznaczają obszary dalszego doskonalenia dla prac badawczych (wg Eurogeosurveys Position Paper on GWD and WFD needs under FP7): 1) ustalenie doskonalszych kryteriów dla ochrony ekosystemów zależnych od wód podziemnych, uwzględniając dynamikę i skalę współoddziaływania na siebie wód podziemnych i powierzchniowych oraz efektu zmian klimatycznych; 2) ocena skuteczności działań w nawiązaniu do funkcjonowania systemu 'gleba – wody podziemne – wody powierzchniowe', a w tym kontekście rozwoju technik modelowania oraz technologii interwencyjnych w skali zlewni; 3) rozwój metodologii prowadzącej do pełnej integracji monitoringu i modelowania w celu osiągnięcia optymalizacji strategii gospodarowania oraz zwiększenia efektywności nakładów na monitoring, w tym zastosowania na szerszą skalę technologii sensorowej.

Wykorzystane materiały źródłowe:

- *Materiały informacyjne Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie*
- *Materiały informacyjne Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie*
- *Materiały archiwalne i publikowane (B. Kazimierski, J. Mitręga, L. Skrzypczyk – PIG Warszawa, W. Rejman, MKOOpZ Wrocław*
- *Materiały Komisji Europejskiej i Eurogeosurveys.*

NATURALNE ZMIANY CYKLU OBIEGU WODY

prof. dr hab. inż. MACIEJ MACIEJEWSKI, e-mail: maciej.maciejewski@imgw.pl

dr inż. TOMASZ WALCZUKIEWICZ, e-mail: tomasz.walczukiewicz@imgw.pl

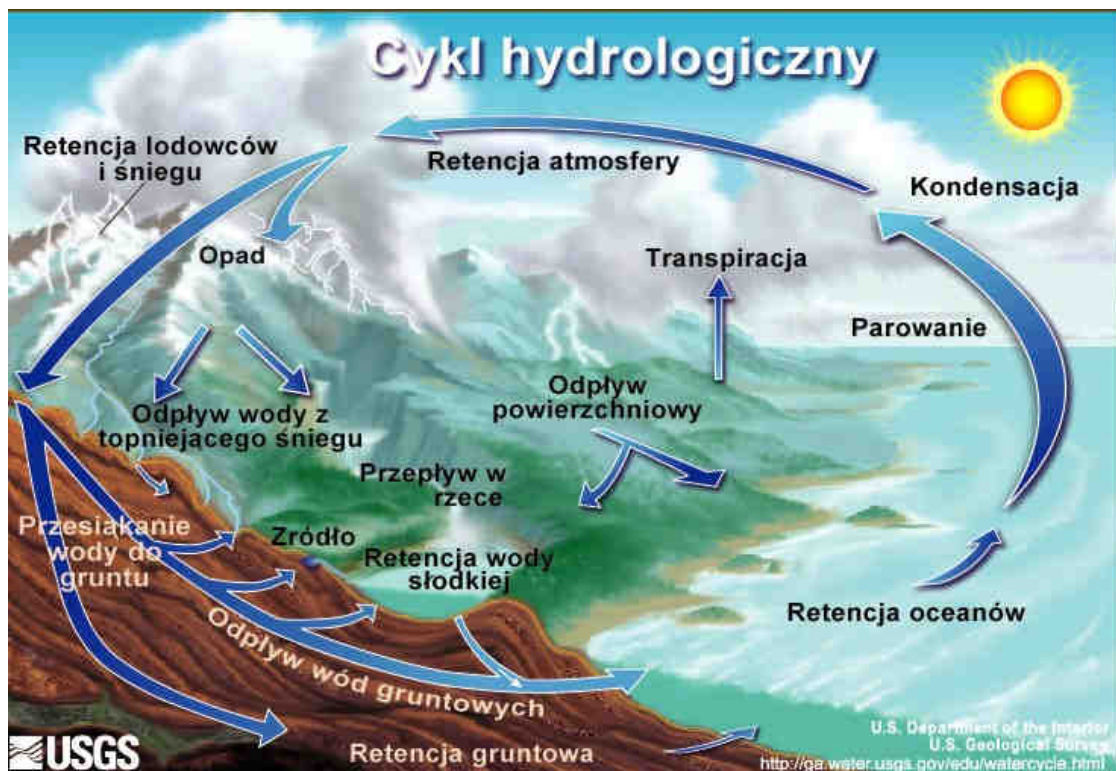
mgr CELINA RATAJ, e-mail: celina.rataj@imgw.pl

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział w Krakowie, ul. Piotra Borowego 14,
30-215 Kraków

Obieg wody trwa od miliardów lat i całe życie na Ziemi jest od niego zależne. Obieg wody w przyrodzie to ruch wody na, w i ponad powierzchnią Ziemi. Woda zmienia swoje formy, od stanu ciekłego, poprzez gazowy do stałego i na odwrót i procesy te trwają nieustannie. Siłą napędową cyklu obiegu wody jest Słońce.

Naturalne zmiany w cyklu obiegu wody nie mają wpływu na bilans wodny Ziemi, wielkość parowania równa się wielkości opadów. Rozkład parowania i opadów zmienia się w czasie i przestrzeni. Natężenie procesów zachodzących na Ziemi jest zależne od wielu czynników, a najważniejszy z nich to szerokość geograficzna. Najważniejsze procesy w cyklu obiegu wody to:

- parowanie
- kondensacja
- opad
- transpiracja
- retencjonowanie



Rys.1. Schemat obiegu wody na Ziemi

Parowanie

Około 96.5% całkowitych zasobów wody na Ziemi to słone wody oceanów. W oceanach występują prądy, które przemieszczają masy wody wokół Ziemi, co ma ogromny wpływ na cykl hydrologiczny i kształtowanie pogody.

W procesie parowania woda zmienia postać z ciekłej na gazową, przechodząc w tej postaci do atmosfery. Z parowania wszystkich wód na Ziemi do atmosfery dostaje się 90% pary wodnej. Pozostałe 10% to wynik procesu transpiracji roślin.

70% powierzchni Ziemi pokrywają oceany, stwarzając wielkie możliwości parowania.

Atmosfera jest magazynem wody, woda ta przemieszcza się wokół Ziemi. Woda w atmosferze występuje zawsze. Widoczną formą jej obecności są chmury. Nawet przejrzyste powietrze w bezchmurny dzień zawiera wodę w postaci małych, niewidocznych gołym okiem cząsteczek. Objętość wody w atmosferze wynosi około 12 900 km³.

Kondensacja

Kondensacja jest procesem odwrotnym do parowania. Dzięki niemu powstają chmury, z których mogą się tworzyć opady. W ten sposób woda powraca na Ziemię. Molekuły wody, zawsze obecne w atmosferze, są zbyt małe by je dostrzec. Łącząc się z drobinami zanieczyszczeń lub kryształków lodu tworzą większe kropelki i stają się widoczne –pojawiają się chmury.

Chmury powstają w atmosferze w wyniku wznoszenia się i ochładzania powietrza zawierającego parę wodną.

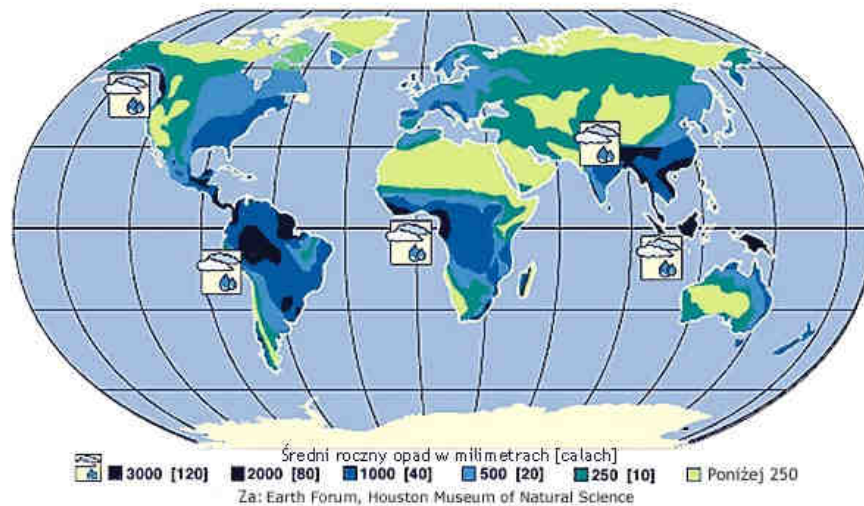


Rys. 2. Przykłady chmur, fot. M. Maciejewski, J. Krassowski, IMGW

Opad

Kropelki wody w chmurach są zbyt małe, aby mogły spaść na Ziemię w postaci deszczu, ale są dostatecznie duże, aby je dostrzec jako chmury. W powietrzu nieustannie przebiega proces parowania i kondensacji wody. Aby wystąpił deszcz najpierw małe cząsteczki wody zderzają się i łączą ze sobą, stają się coraz większe i cięższe, aż w końcu są na tyle duże, że opadają na Ziemię w postaci deszczu, deszczu ze śniegiem, śniegu lub gradu

Opady w różnych częściach świata różnią się wielkością. Poniższa mapa obrazuje średnie roczne opady na świecie.



Rys. 3. Średni roczny opad na świecie.

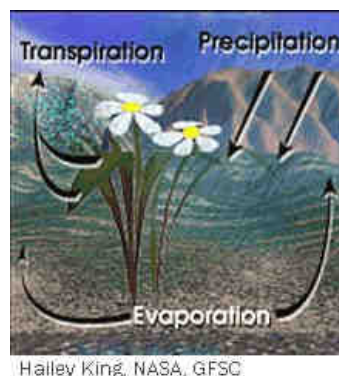
Wielkość opadu jest równa wielkości parowania. Bilans parowania nad oceanami jest ujemny - o 10% mniej jest opadów, a nad lądami dodatni.



Rys. 4. Burza w Zielonej Górze, fot. Jacek Krassowski, IMGW

Transpiracja

Transpiracja jest procesem, w którym wilgoć przechodzi przez rośliny od korzeni do małych porów na spodniej stronie liści. Tam zamieniana jest w parę i uwalniana do atmosfery. Transpiracja jest szczególnym rodzajem parowania wody za pośrednictwem liści. Ocenia się, że około 10% wilgoci dostaje się do atmosfery dzięki procesowi transpiracji.



Hailey King, NASA, GFSC

Rys.5. Schemat procesu transpiracji

Woda na lądzie

Woda na lądzie jest wodą słodką zmagazynowaną w lądolodzie, śniegu, lodowcach, rzekach, jeziorach, bagnach oraz jako wody podziemne.

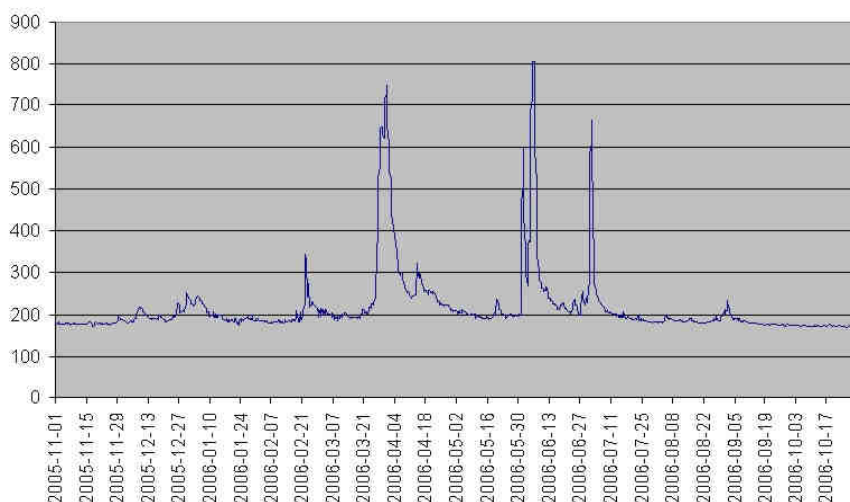
Lodowce pokrywają 10-11% powierzchni wszystkich lądów. Prawie 90% lodu na Ziemi pokrywa Antarktydę. Lód narastał przez wieki w wyniku opadów śniegu i niewielkiemu parowaniu. Średnia grubość lodu zgromadzonego na Grenlandii wynosi około 1 500 m.



Rys. 6. Antarktyda, Lodowiec Ekologii, fot. Julita Biszczuk, IMGW

Opad spadający na powierzchnię lądu spływa po jego powierzchni do rzek, by rzekami dopłynąć do oceanów. Rzeki na swej drodze zasilane są również wodami gruntowymi oraz tracą wodę, oddając ją do gruntu. Przeważająca część wody w rzekach pochodzi ze spływu powierzchniowego. W klimacie chłodniejszym zasilanie rzek w większości pochodzi z topniejącego śniegu i lodu, powodując w okresie wiosennym znaczny wzrost stanów wody. Opady na półkuli północnej koncentrują się głównie na przełomie wiosny i lata - od maja do lipca i w tym okresie stany wód rzek są podwyższone.

Poniższy przykładowy hydrogram z 2006 roku przedstawia rozkład stanów wód na wodowskazie w Mielcu na rzece Wiśloce. Na hydrogramie istotny wzrost stanów wody obserwujemy na przełomie marca i kwietnia - w okresie roztopów oraz od końca maja do połowy lipca, jako efekt wzmożonych opadów deszczu.



Rys. 7. Stany wody w 2006 roku, rzeka Wiśloka – wodowskaz Mielec

Rzeki stanowią główne źródło zaopatrzenia w wodę, są również miejscem rekreacji dla ludzi, bywają jednocześnie przyczyną powodzi. Pozwalają utrzymać odpowiedni poziom wód gruntowych dzięki zjawisku przesiąkania wody rzecznej do gruntu.

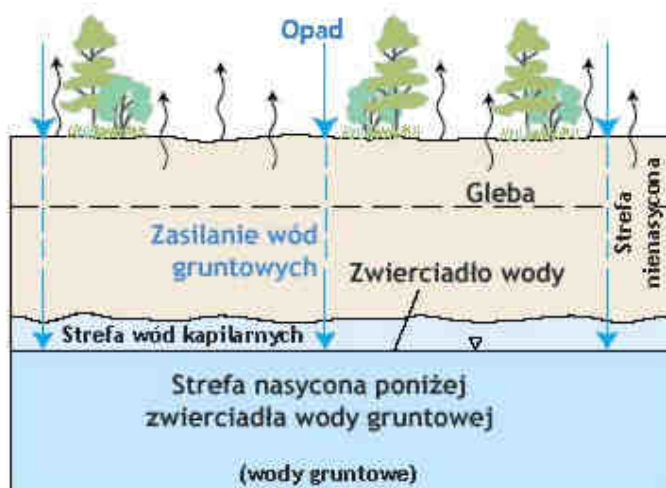
Ważne jest utrzymanie dobrej jakości wody w rzece. Jakość wody zależy od tego, jakie działania prowadzi człowiek na obszarze zlewni rzeki. Ilość wody w rzekach zmienia się w czasie i przestrzeni w sposób naturalny oraz za sprawą człowieka.



Rys. 8. Rzeki Toczna, fot. K. Kasprzak, IMGW

Duża część wody utrzymuje się i porusza w gruncie. Stanowi ona ważne źródło zasilania rzek. Ludzie od tysięcy lat wykorzystywali tę wodę. Korzystają z niej również obecnie, przeznaczając ją głównie do spożycia, produkcji artykułów spożywczych, farmaceutycznych i kosmetyków.

Życie na Ziemi zależy w równym stopniu od wód podziemnych i powierzchniowych. Część infiltrujących opadów tworzy wody gruntowe. Objętość wody przemieszczającej się w głąb zależy od zdolności przepuszczających gruntu oraz od jego porowatości. Jeśli struktura gruntu pozwala na względnie łatwe przemieszczanie się wody, może ona pokonywać znaczące odległości w ciągu kilku dni. Woda może również przesiąkać do głębokich warstw wodonośnych, skąd dopiero po tysiącach lat powróci do środowiska. Czasem warstwa wodonośna przecina powierzchnię gruntu, wówczas woda wypływa w sposób naturalny na powierzchnię tworząc źródła.



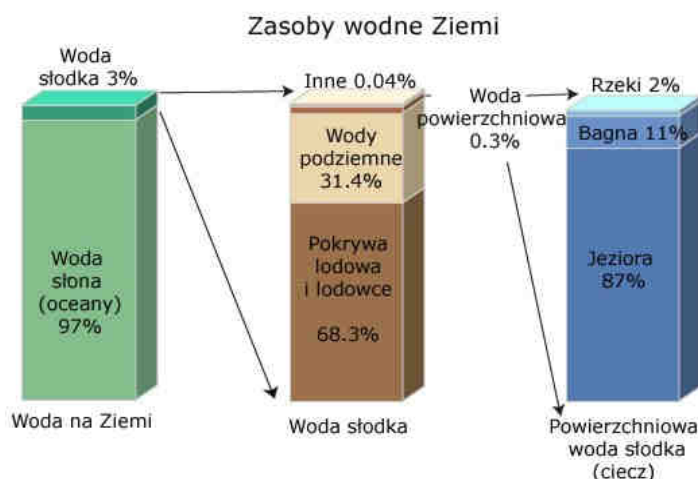
Rys. 9. Retencjonowanie wody podziemnej

Wszystkie procesy obiegu wody w przyrodzie są wynikiem interakcji pomiędzy opadem, a spływem powierzchniowym. Zaledwie jedna trzecia opadów na lądzie dociera do

strumieni czy rzek i powraca do oceanów. Pozostałe dwie trzecie paruje, transpiruje lub wsiąka w grunt. Człowiek dla własnych potrzeb wpływa na zmianę tych interakcji.

Światowe zasoby wodne

Poniższy rysunek przedstawia gdzie i ile jest wody na Ziemi. Wynika z niego, że 96% zasobów to wody słone magazynowane w morzach i oceanach. Wody słodkie w 68% zmagazynowane są w lodach i lodowcach. Pozostałe 30% wód słodkich znajduje się pod ziemią. Powierzchniowe zasoby słodkiej wody w rzekach czy jeziorach, wynoszą około 93 000 km³, co stanowi zaledwie 1/150% całkowitych zasobów wodnych Ziemi. Mimo to rzeki i jeziora są podstawowym źródłem wody w codziennym życiu człowieka.



Ocena światowych zasobów wodnych

Źródło wody	Objętość wody [m ³]	Objętość wody [km ³]	Procent wody słodkiej	Procent całkowitej objętości wody
Oceany, morza, zatoki	321,000,000	1,338,000,000	--	96.5
Pokrywa lodowa, lodowce, wieczne śniegi	5,773,000	24,064,000	68.7	1.74
Wody podziemne	5,614,000	23,400,000	--	1.7
słodkie	2,526,000	10,530,000	30.1	0.76
słone	3,088,000	12,870,000	--	0.94
Wilgoć w glebie	3,959	16,500	0.05	0.001
Wieczna zmarzlina	71,970	300,000	0.86	0.022
Jeziora	42,320	176,400	--	0.013
słodkie	21,830	91,000	0.26	0.007
słone	20,490	85,400	--	0.006
Woda w atmosferze	3,095	12,900	0.04	0.001
Bagna	2,752	11,470	0.03	0.0008
Rzeki	509	2,120	0.006	0.0002
Woda w żywych komórkach	269	1,120	0.003	0.0001
Razem	332,500,000	1,386,000,000	-	100

Źródło: Gleik, P. H., 1996: Water resources. W: Encyclopedia of Climate and Weather, ed. S.H. Schneider, Oxford University Press, Nowy York, vol. 2, 817-823

Opracowano na podstawie:

1. <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>, tłumaczenie Małgorzata Mierkiewicz, *Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej*
2. Zdjęcia z zasobów IMGW
3. Hydrogram na podstawie danych IMGW