

ROLA HYDROGEOLOGII W GOSPODARCE WODĄ

Wzrastający z każdym rokiem rozwój wszelkich gałęzi przemysłu i rolnictwa oraz wzrost potrzeb ludności miast i wsi na pierwsze miejsce w perspektywnych planach zagospodarowania kraju wysuwa zagadnienie wody.

Jeżeli jednak stosunkowo proste jest planowanie wszelkich inwestycji wraz z zapotrzebowaniem wody, nawet w planach perspektywnych, to znacznie trudniejsze jest rozwiązanie zagadnień z dziedziny gospodarki wodą, jakie przy tym powstają oraz wyłonią się w przyszłości, gdyż przy właściwym układaniu planów perspektywnych należy uwzględnić wiele elementów najczęściej zupełnie nie związanych z przedmiotem inwestycji.

Wiadomo, że poza słoną wodą z mórz i oceanów, słodką wodę czerpać możemy tylko z rzek oraz z powierzchniowych i podziemnych jej zbiorników stanowiących część hydrosfery na kontynentach. Istnieje jednak ustalony cykl obiegu wody między litosferą i atmosferą, którego motorem jest energia cieplna słońca. Cykl ten nazywa się potocznie naturalnym obiegiem wody w przyrodzie, a w granicach naszych wieloletnich obserwacji na określonym obszarze w przybliżeniu obejmuje stałą ilość wody.

Jednak zagadnienie obiegu wody należy przedstawić w aspekcie przyrodniczych cech środowiska geograficznego, kształtującego naturalne warunki obiegu wody oraz w aspekcie wpływu na te warunki działalności człowieka i wynikających stąd skutków.

Na naturalne warunki obiegu wody składają się czynniki morfologiczno-geologiczne, klimatyczno-hydrologiczne i biocenotyczne. Czynniki te w granicach naszych obserwacji znajdują się powinny w określonej równowadze i tworzyć scharmonizowaną całość. Zbyt daleko posunięte zmiany w tej równowadze po prostu zmieniają krajobraz. Zmiany takie w postaci stepowienia obserwujemy już w Wielkopolsce, choć występują zapewne także na Kujawach i Mazowszu.

Obserwowane zjawisko wynika nie ze zmian klimatycznych, jak się to na ogół przypuszcza, lecz z działalności człowieka. Wycięcie lasów oraz nadmierne obniżenie zwierciadła wody podziemnej przez wadliwie prowadzoną meliorację wodną i regulację spowodowały daleko idące i niekontrolowane zmiany środowiska geograficznego.

Wodę należy traktować nie tylko jako surowiec przemysłowy, energetyczny lub podstawowy czynnik życia w biosferze, lecz także jako żywiol, który może wyrządzać nieobliczalne szkody.

Gospodarka wodą jest więc zagadnieniem kompleksowym, z którym wiąże się ściśle wielkie zagadnienie przyszłości — racjonalna gospodarka elementami przyrody.

Stwierdzić należy, że jedynie na podstawie tak pojętej gospodarki wodą powstać mogą realne podstawy dla perspektywnego planu zagospodarowania kraju, obejmującego wszystkie dziedziny naszej gospodarki narodowej.

Z kolei zastanowić się należy, jaką rolę spełniać powinna w gospodarce wodą hydrogeologia? Zacząć by trzeba od określenia przedmiotu i zakresu badań tej specjalności w nawiązaniu do zadań gospodarki wodą.

Przedmiotem badań hydrogeologii jest woda zawarta i krążąca w skorupie ziemskiej. W zrozumieniu gospodarki wodą, będzie to woda krążąca swobodnie w obrębie litosfery, tj. w skałach luźnych i porowatych albo w szczelinach skał litych pod wpływem siły ciężkości lub zjawisk pochodnych, a która jest elementem składowym cyklicznego obiegu wody w przyrodzie.

Wody: krystalizacyjna, higroskopijna i kapilarna nie są przedmiotem badań hydrogeologii. Wody zaś reliktove i głębokie, silnie zmineralizowane wody stagnujące, tzn. praktycznie nieruchome i nie biorące udziału w obiegu meteorycznym — są przedmiotem badań specjalnych do celów surowcowych lub balneologicznych. Podobnie traktowane są wody pochodzenia magmowego (juwenilne), które w Polsce nie zostały w sposób niewątpliwy stwierdzone. Występowaniem wód tych rodzajów zajmuje się osobny dział hydrogeologii, poświęcony zagadnieniom wód mineralnych i leczniczych.

Odrebnym zagadnieniem, ale również bezpośrednio związanym z problemami lokalnej lub regionalnej gospodarki wodą, jest hydrogeologia kopalniana, której zadaniem jest określenie stanu zawodnienia złóż kopalin, możliwości ich odwadniania na poszczególnych etapach eksploatacji oraz wynikające stąd skutki i ich zasięg w postaci zaniku wody w studniach. Równoległe z tymi zagadnieniami wyłania się problem zużytkowania wód kopalnianych oraz ich oczyszczania przed odprowadzeniem do cieków.

Przedmiotem badań hydrogeologii w omawianym znaczeniu będą różnorodne nagromadzenia wody wypełniające pory, szczeliny i wszelkie puste przestrzenie w skorupie ziemskiej.

Z ogólnego punktu widzenia strefa występowania wody w obrębie litosfery jest w zasadzie strefą ciągłą. Dolną granicę występowania wody w głębi ziemi wyznaczają czynniki fizyczne, warunkujące jej ciekły stan skupienia.

Zespół warunków fizyczno-chemicznych, panujących w rozpatrywanym odcinku skorupy ziemskiej, narzuca przenikającej tam wodzie określone cechy fizyczno-chemiczne i termodynamiczne. Warunki te i wynikające z nich cechy wód podziemnych są w pewnych granicach stałe. Stanowią one charakterystyczny dla każdego rodzaju wody podziemnej zespół cech zwany potocznie „reżimem“. W pewnych warunkach cechy te mogą być uważane za parametry złożowe, a badane nagromadzenie wody, analogicznie do złóż innych kopalin, może być uważane za „złożo“ wody podziemnej. Analogia ta jest dostatecznie wyraźna tylko dla wód reliktowych (kopalnych), przeważnie silnie zmineralizowanych. W innych przypadkach, z wyłączeniem wód pochodzenia magmowego, mamy do czynienia z wodą pochodzącą z opadów atmosferycznych, przenikających w głąb skorupy ziemskiej. Wylączając z nich praktycznie „martwe“, silnie zmineralizowane i nie nadające się do użytku wody głębokiego krążenia, zagadnienie wód podziemnych w gospodarce wodą zamyka się w ramach retencji podziemnej bilansu wodnego określonego dorzecza lub jego części. Z tego powodu nagromadzenia wody opadowej, wędrujące zależnie od warunków geologicznych na różnych głębokościach skorupy ziemskiej i w obrębie różnorodnych skał, nie odpowiadają pojęciu „złoża“ lub „zbiornika“ w rozumieniu nagromadzeń kopalin stałych, ciekłych lub gazowych, objętych uchwałą nr 864/53 Prezydium Rządu. Dynamika wód podziemnych zniewala do określania ich większego nagromadzenia lub intensywniejszego przepływu pojęciami takimi, jak: „zbiornik“, „strumień“, „sieć wodonośnych szczelin“ itp., lecz w analogii do dynamiki wód powierzchniowych.

Z tego samego powodu pojęcia przestrzenno-statyczne, jak objętość zbiornika i poziom zwierciadła wody podziemnej, nie określają użytkowej wartości jego zasobów, gdyż określić ją mogą tylko dane czasowo-dynamiczne, tzn. ilość przepływającej przez zbiornik wody w jednostce czasu. Ujęcie takie dyktuje nie tylko dynamika cyklicznego obiegu wody w przyrodzie, ale i dynamika jej zapotrzebowania przez organizmy żywe i zespoły przemysłowe, która określana jest również zużyciem w jednostce czasu. Zauważyć przy tym trzeba, że zapotrzebowanie wody zarówno na procesy życiowe biocenozy, jak i na procesy przemysłowe i zaopatrzenie ludności stale rośnie i jest nieograniczone w czasie.

W dalszej konsekwencji za istotnie realne zasoby zbiorników lub innych nagromadzeń wód podziemnych należy uważać takie jej ilości, które pobierane w sposób ciągły i w czasie nieograniczonym nie spowodują w sposób szkodliwy naruszenia dynamicznego reżimu tych wód, równowagi bilansu wodnego określonej zlewni lub równowagi biocenotycznej w jej obrębie.

W nawiązaniu zaś do podstawowego prawa, określającego cykliczny obieg wody w przyrodzie (równanie Pencka), zasoby te stanowią część ogniwa retencyjnego w bilansie wodnym zlewni, czyli w tzw. „bilansie surowym“ (instrukcja do zarządzenia nr 353 z dnia 6 XI 1953 r. oraz do zarządzenia nr 244 z dnia 2 IX 1953 przewodniczącego PKPG). Realne więc, „użytkowe“ zasoby wód podziemnych na obszarze zlewni określa bilans wodny, równowaga biocenotyczna tego obszaru oraz praktyczne możliwości ich uzyskania. W tym ostatnim punkcie mieszczą się nie tylko obecnie możliwości techniczne, ale i rentowność podejmowanej inwestycji.

Bilans wodny jest tym dokładniejszy i miarodajniejszy, im dłuższy okres obserwacji obejmuje. Najbardziej wyrównane będą bilanse z wieloletnich obserwacji. Pod kątem jednak zapewnienia ciągłości zaopatrzenia w wodę, opartego na retencji gruntowej, ważne są dane o jej najniższych wartościach i następstwach z tego wynikających dla biocenozy i warunków eksploatacji.

Jak wynika z powyższych rozważań, do obiektywnej oceny zasobów nagromadzenia wody podziemnej przy planowaniu perspektywnym nie wystarczy poznanie jego dynamiki, tzn. ilości zretencjonowanej wody przepływającej przez zbiornik (wodonosiec) w okresie pomiarowym. W celu określenia warunków awaryjnych badanego reżimu wód podziemnych konieczna jest również znajomość minimalnych wartości retencji gruntowej oraz pojemności zbiornika.

Jeżeli dla uzyskania wskaźników reżimu zbiornika wody podziemnej (analogia do parametrów złożowych) konieczne są przy większych zapotrzebowaniach 2 do 3 lat trwające pompowania próbne i obserwacje, to do określenia warunków awaryjnych, minimalnych wartości retencji gruntowej potrzebna jest znajomość wieloletniego bilansu wodnego, obejmującego badaną zlewnię podziemną.

Z natury wchodzących tu w grę zjawisk wynika, że dla niewielkich zapotrzebowań, w stosunku do zasobów dynamicznych i do pojemności przestrzennej (statycznej) zbiornika, znajomość najniższych stanów retencji gruntowej nie jest potrzebna.

Niedobory zasobów dynamicznych wskutek zmniejszonej infiltracji w okresie awaryjnym mogą być pokryte z zasobów statycznych zbiornika, powodując tylko okresowe obniżenie się zwierciadła wód podziemnych, wyrównane po okresie suszy.

Jeżeli jednak przy niezbyt dużych wymiarach zbiornika (małe zasoby statyczne) zapotrzebowanie zbliża się do średniej rocznej retencji gruntowej, tzn. pochłania całe zasoby dynamiczne zbiornika, wówczas konieczna jest znajomość minimum retencji gruntowej oraz

długotrwałość awaryjnych okresów suszy, bowiem w warunkach przeciętnej przepuszczalności nawet w ciągu stosunkowo wyrównanego roku hydrologicznego wystąpią silne wahania zwierciadła wód podziemnych. Znacznie silniejsze obniżenie wystąpi w okresie awaryjnym w latach suchych i spowodować może poważne trudności wskutek mniejszej wydajności ujęć.

Zrozumiałe jest również, że pobieranie większej ilości wody, niż wynoszą średnie zasoby dynamiczne (średnia retencja gruntowa w okresie wieloletnim) zbiornika, prowadzi nieuchronnie nie tylko do jego osuszenia i poważnych zmian w równowadze biocenotycznej, ale i do zaburzeń na pewnym odcinku życia gospodarczego kraju.

Zjawiska te i ich powiązanie w nierozzerwalny cykl jest prawem przyrody, którego znajomość umożliwia właściwe rozwiązanie zadań racjonalnej gospodarki wodami podziemnymi. Powiązania te określają jednocześnie dziedziny nauki, z którymi bezpośrednio i ściśle musi być powiązana hydrogeologia.

Pozostaje do sprecyzowania „rola ilościowa“ hydrogeologii w gospodarce wodnej naszego kraju. Naświetlą ją cyfry zaczerpnięte z „bilansu surowego“.

Retencja w klasycznym równaniu Pencka obejmuje zarówno retencję podziemną, jak i powierzchniową z końcem roku bilansowania. Obliczenie retencji dorzecza z bilansu, wobec dość ścisłych na ogół danych o wielkości opadów i odpływu, wymaga w zasadzie pomiaru strat parowania terenowego wraz z transpiracją i wodą zużytą przez roślinność.

Prof. inż. K. Dębski podaje w „Wiadomościach Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej“ (tom II, zeszyt 2) sposób obliczania stanów retencyjnych bez znajomości rzeczywistej wartości parowania terenowego. W obliczeniach tych (str. 26 i tabela ze str. 37) przyjęto, że retencja dorzecza składa się z „retencji gruntowej“ i „retencji dolinowej“, która przedstawia „wody znajdujące się w korytach rzek i zbiornikach wodnych na powierzchni, jak również wody opadowe, które wsiąkły w grunt w sąsiedztwie cieków lub w najbliższym czasie przesączą się do nich i najpóźniej w ciągu miesiąca przejdą przez profil Wisły w Warszawie“. „Retencja dolinowa“ stanowi średnio około 18% retencji całkowitej dorzecza Wisły po Warszawę.

Z tabeli na str. 37 „Wyniki obliczenia retencji przy końcu lat poszczególnych“, wynika, że najniższa „retencja gruntowa“ wynosiła 6,8 mm, co dla dorzecza Wisły po Warszawę (85 176 km²) odpowiada 570 milionom m³ w końcu roku hydrologicznego 1921. Najwyższa retencja gruntowa (1931) wynosiła 95,8 mm, co odpowiada 8 150 milionom m³, zaś średnia retencja 36,2 mm, co odpowiada 3080 milionom m³.

Cyfry średnie z bilansu za okres lat 17 przedstawiają się następująco (str. 39):

opady	664,88 mm	— 100%
odpływ	212,16 mm	— 32%
parowanie	452,24 mm	— 68%

Wody zretencjonowane w gruncie w obrębie zlewni Wisły mierzone na wodowskazie w Warszawie wynoszą średnio 36,2 mm. Stanowi to względem średniego odpływu z dorzecza Wisły po Warszawę: $\frac{36,2}{212,16} = 0,171 = 17,1\%$; retencja całkowita $\frac{44,1}{212,16} = 0,208 = 20,8\%$.

W stosunku do średnich opadów na tym obszarze retencja gruntowa wynosi średnio: $\frac{36,2}{664,88} = 0,0545 = 5,45\%$; retencja całkowita: $\frac{44,1}{664,88} = 0,0663 = 6,63\%$.

W przeliczeniu na 1 km² zlewni (85 176 km²) retencja gruntowa przedstawia średnio 1,1 litra na sekundę lub około 95 m³ na dobę.

Analogicznie z obliczenia, które przeprowadził prof. dr R. Rosłoński (niepublikowana praca dla PAN. Kraków 1954) wynika, że dla zlewni Wisły po Warszawę przeciętna roczna retencja gruntowa, obliczona jako średnia z lat jedenastu, wynosi tylko 28,25 mm, co czyni 0,65 litra na sekundę z 1 km² lub ok. 56 m³ na dobę.

Retencja wynosi względem odpływu: $\frac{28,25}{216,70} = 0,13 = 13\%$

zaś względem opadu: $\frac{28,25}{680,9} = 0,0415 = 4,15\%$.

Z pracy prof. Rosłońskiego ponadto wynika, że korzystniejsze warunki dla retencji gruntowej przedstawia warunki geologiczne w górnym biegu Wisły, gdzie np. dla wodowskazu w Tyńcu retencja gruntowa wynosi około 2,25 litra na sekundę lub około 194 m³ na dobę dla obszaru 7401 km². Wielkości te szybko maleją z biegiem rzeki i spadają do 0,45 litra na sekundę lub 39 m³ na dobę z 1 km² dla wodowskazu w Tczewie (zlewnia 193 170 km²). Według prof. R. Rosłońskiego dla całego dorzecza Wisły stosunek retencji gruntowej do dopływu wynosi 0,1475 = 14,75%, zaś retencji gruntowej do opadu 0,041537 = 4,154%.

Średnia retencja gruntowa dla całego dorzecza Wisły na 1 km² wyraża się liczbą 69,798 m³ na dobę lub 0,808 litra na sekundę.

Liczby podawane przez prof. R. Rosłońskiego są dla retencji gruntowej tego samego obszaru zlewni w Warszawie znacznie niższe od podawanych przez prof. K. Dębskiego, jednak są to wielkości tego samego rzędu w stosunku do odpływu. Retencja gruntowa przedstawia ok. 1/6 wody odpływającej do morza w dorzeczu Wisły i przypuszczać należy, że podobnie kształtować się będą warunki hydrologiczne w dorzeczu Odry.

Z liczb tych wynikają bardzo ważne wnioski dla krajowej gospodarki wodą, perspektywicznych planów terenowych i lokalizacji oraz dla roli, jaką przypada w udziale hydrogeologii.

Jest rzeczą oczywistą, że tylko część retencji gruntowej może być zużytkowana do celów gospodarczych i przemysłowych. Na przeszkodzie stoją przede wszystkim trudności techniczne, wynikające z litologicznych własności warstw wodonośnych, które decydują o rentowności ujęć wód gruntowych.

W dalszej perspektywie, bo nie dające się bezpośrednio obserwować, są skutki nadmiernego poboru wody i wynikające stąd zmiany równowagi biocenotycznej, której zachwianie w kierunku nadmiernego osuszania dorzeczy uderza przede wszystkim w rolnictwo. Wynika z tego wniosek, że występująca pod ziemią woda nie może być użytkowana bezplanowo. Nie tylko dlatego, że jest jej o wiele mniej, niż się powszechnie przypuszcza, ale dlatego, że fałszywa gospodarka wodami podziemnymi — niekiedy wręcz rabunkowa — podważa podstawy gospodarce często całego regionu.

Wody podziemne muszą być po prostu traktowane jako bardzo cenny surowiec, którego właściwe użytkowanie, zgodnie z możliwościami lokalnymi i potrzebami gospodarki narodowej regulować powinna hydrogeologia w ścisłej łączności z P.I.H.M. przez odpowiednią akcję kontrolną i dokumentacyjną.

Biura projektowe i oddziały inwestycyjne większości resortów uważają za rzecz naturalną i nie ulegającą żadnej wątpliwości, że skoro nie ma w pobliżu rzeki lub woda z niej budzi jakieś zastrzeżenia, to po prostu uzyskuje się ją ze „studni głębinowych”. Cyfry padają łatwo — 50, 100, a nawet i 1000 m³/godz.

Bez pretensji do jakiegokolwiek ścisłości, ale jedynie dla utrzymania się w rzędzie wielkości, stwierdzić należy, że retencja gruntowa na terenie całego kraju (312 000 km² × 0,808 litra na sekundę) wynosi tylko około 250 m³ na sek., jeżeli przyjmiemy średnią obliczoną przez prof. R. Rosłońskiego dla dorzecza Wisły.

Nie ulega dyskusji, że z retencji gruntowej nie da się praktycznie ująć więcej niż 50% ze względu na geologiczne warunki i cechy litologiczne przede wszystkim wodonośców plejstoceńskich, pokrywających 3/4 powierzchni Polski. Znacznie mniejsze znaczenie i zasięg mają wodonośne utwory trzeciorzędowe. Utwory starsze odgrywają jeszcze mniejszą rolę, gdyż występowanie ich jest bardzo ograniczone, a znane zbiorniki wód artezyjskich są już na ogół niebezpiecznie przeciążone.

A jaką ilość wody z retencji gruntowej zastrzeże sobie rolnictwo, leśnictwo? Jaka będzie ilość wody z retencji gruntowej, na którą w swych planach perspektywicznych liczą energetycy i żegluga?

Dochodzą odgłosy o wyczerpywaniu się olbrzymich zbiorników wód artezyjskich w Ame-

ryce Północnej, o niepewności i obawach o nieckę Paryża. Mamy i własne doświadczenia z niecką łódzkiej, warszawskiej i innych terenów.

Badania przeprowadzone w NRD w kraju najbliższym nam pod względem warunków geologicznych, hydrologicznych i klimatycznych wykazały (H. Kalweit - Wasserhaushalt, 1953), że zwiększone parowania oraz dodatkowy odpływ z wód podziemnych, spowodowany robotami melioracyjnymi, może znacznie przesunąć równowagę bilansu wodnego kosztem retencji gruntowej. Prowadzi to do powstawania ujemnych wartości średniej retencji w roku hydrologicznym dla wielu dorzeczy w NRD.

Zjawisko takie oznacza nie tylko zanik zasobów dynamicznych wód podziemnych na obszarze tych dorzeczy, ale ubytki w zasobach statycznych, prowadzące do osuszania zbiorników wód podziemnych i zmian charakteru środowiska geograficznego.

Zadaniem hydrogeologii jest więc przede wszystkim zabezpieczenie podstaw do racjonalnej gospodarki wodami podziemnymi za pomocą aktów prawnych dla ich ochrony oraz kontroli gospodarowania tym tak zupełnie niedocenionym w naszym kraju, a tak bardzo ograniczonym ilościowo surowcem.

Dla wypełnienia tego trudnego i odpowiedzialnego zadania hydrogeologia musi być jak najściślej związana z geologią regionalną Polski i z hydrologią oraz wszystkimi specjalnościami na niej opartymi.