

Aleksandra KĘDRACKA, Katarzyna KĘDRACKA,
Justyna KIRKIEWICZ

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

ZAGROŻENIA I OCHRONA OBSZARÓW ŹRÓDLISKOWYCH

THREATS AND PROTECTION OF SOURCE'S AREAS

The term source is natural, spontaneous and concentrated underground water outlet on the ground surface. The presence of outflows depends on many factors, these include climate, geology, terrain. Therefore it was necessary to create multiple criteria for division resources. The most commonly used classification of the sources helokren, limnokren and reokren.

Sources connected groundwater with the surface and testify to their mutual relations and unity. A positive aspect of this phenomenon is locate the outflow near rivers or reservoirs, which can recharge the groundwater reservoir. However, this influence has a negative effect, may lead to deterioration of aquifers.

In order to characterize the quality of springs should carefully analyze their hydrological regime. Hydrological regime is a set of characteristics and interdependent parameters that characterize the quality of sources of the hydrogeological environment. In order to know the status of the natural flow of underground water is not enough one-time performance measurement, systematic studies should be conducted by a minimum of 1 year hydrologic, once a week.

In connection with the deteriorating environment, increasing number of threats of quantitative and qualitative sources. A very important problem in the quantitative risk of water resources is overexploitation. The dangers associated with the quality and quantity are caused by the existence of different foci of pollutants that lead to the degradation of the waters. In view of the reasons they are divided into:

Anthropogenic threats - on the sectors of human life, which causes emissions to the environment and require the use of large quantities of water;

geogenic threats - is due to the presence of substances of natural origin, but unusual for environment.

he emergence of "new" substances is a consequence of human activities, which consists of increasing the degradative processes, such as reducing retention by deforestation. The most common threat is the presence of geogenic substances in water, or coming from the rock.

Chemical composition and quality of the liquid in the source depends on the interaction processes and of natural and anthropogenic components occurring in the way of its circulation. Infiltration of rain water, soil cover, plant emissions cause deterioration of water status.

Sources shall be protected in order to prevent their deterioration. There are two methods of protection: passive and active. Passive is the most common method. Natural heritage is the best solution. Another way to protect sources is the creation of nature reserves. Active protection is to maintain a buffer zone around the springs, for example by removing shrub overgrown areas spring areas, hand mowing and manual removal of biomass.

1. Wprowadzenie

Pojęcie źródło oznacza naturalne, samoczynne i skoncentrowane ujście wody podziemnej na powierzchnię terenu. O występowaniu wypływów decyduje wiele czynników, są to między innymi klimat, budowa geologiczna, ukształtowanie terenu. W związku z tym niezbędne było utworzenie wielu kryteriów podziału źródeł. Najczęściej stosuje się klasyfikację na źródła helokreniczne, limnokreniczne oraz reokreniczne.

Źródła łączą wody podziemne z powierzchniowymi oraz świadczą o ich wzajemnych stosunkach i jedności. Pozytywnym aspektem tego zjawiska jest zlokalizowanie wypływów w pobliżu rzek lub zbiorników wodnych, które umożliwia odnawianie zasobów złóż wód podziemnych. Jednakże oddziaływanie takie ma również negatywny skutek, może doprowadzić do pogorszenia się stanu warstw wodonośnych.

W związku z pogarszającym się stanem środowiska wzrasta liczba zagrożeń ilościowych i jakościowych źródeł. Bardzo ważnym problemem w kwestii zagrożeń ilościowych zasobów wodnych jest nadmierna eksploatacja. Niebezpieczeństwa związane z jakością i ilością wywołane są istnieniem różnych ognisk zanieczyszczeń, które prowadzą do degradacji stanu wód. Ze względu na przyczyny dzieli się je na:

- zagrożenia antropogeniczne – dotyczące sektorów życia ludzi, które powodują emisje o środowiska oraz wymagają korzystania z dużych ilości wody;
- zagrożenia geogeniczne – spowodowane są występowaniem substancji pochodzenia naturalnego, ale nietypowych dla danego środowiska. Pojawienie się „nowych” związków jest konsekwencją działalności gospodarczej człowieka, która polega na zintensyfikowaniu procesów degradacyjnych, jak na przykład zmniejszenie retencji poprzez wycinanie lasów. Najczęstszym zagrożeniem jest występowanie w wodzie substancji geogenicznych, czyli pochodzących z ośrodka skalnego.

Skład chemiczny i jakość cieczy w źródłach zależy od współdziałania procesów i elementów naturalnych i antropogenicznych występujących na drodze jej obiegu. Infiltracja wód opadowych, pokrywa glebowa, emisje ścieków powodują pogorszenie stanu wód.

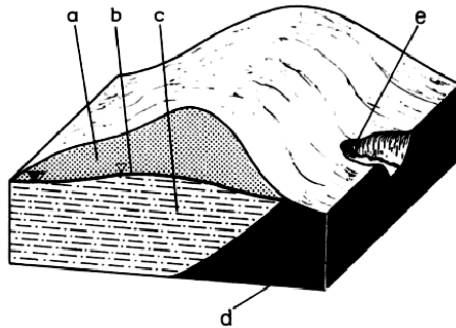
Źródła poddaje się ochronie w celu zapobiegania ich pogorszeniu. Wyróżnia się dwa sposoby ochrony: bierną i czynną. Bierna jest najczęściej stosowaną z metod. Jej przykładem jest objęcie wypływu prawną ochroną pomnikową. Innym sposobem ochrony źródeł jest tworzenie rezerwatów przyrody. Ochrona czynna polega na zachowaniu strefy buforowej wokół źródlika, poprzez na przykład usuwanie zarastających obszary źródlikowe krzewów, ręczne koszenie i ręczne usuwanie biomasy.

1.1. Źródła – definicja i charakterystyka

Pojęcie „źródło” definiowane jest w różnorodny sposób. W zależności od kierunku nauk odrębna nazwa obowiązuje w hydrologii, inna w biologii a jeszcze inaczej nazywane jest w geografii. W geologii oznacza ono miejsce naturalnego wypływu wody na powierzchnię ze skały lub ziemi, jak również obszar zasilania wód powierzchniowych. Natomiast w hydrologii źródłem określa się punktowe obiekty hydrograficzne charakteryzujące się naturalnym, samoczynnym ujściem wody podziemnej na powierzchnię. Zdaniem hydrografów taki wypływ musi mieć charakter skupionego wycieku. To skoncentrowanie źródła może być spowodowane dwoma zjawiskami. Jedno z nich polega na tym, że woda przemieszczając się grawitacyjnie płynie ze skały do punktu strefy wylotowej i powstaje wypływ o zwierciadłe swobodnym. Drugim zaś zjawiskiem jest przebicie osłony nieprzepuszczalnej i wydostanie się wody na powierzchnię terenu pod wpływem ciśnienia. Do źródeł nie zalicza się

wycieków pochodzenia antropogenicznego, takich jak studnie lub innych wypływów spowodowanych zmianą morfologii terenu w skutek działalności człowieka. Naturalnymi ujściami wód podziemnych nie są również ujęcia wód mineralnych pochodzące z otworów wiertniczych specjalnie do tego celu wykonanych. Źródłami nie można nazwać także innych naturalnych wypływów, do których należą mlaki, wysięki i wycieki ze względu na brak uporządkowania.

Źródła powstają tam, gdzie zwierciadło wody podziemnej lub warstwa wodonośna zostaje przecięta przez powierzchnię topograficzną (ryc. 1). Występują pojedynczo lub w zgrupowaniach. Na ich obecność zdecydowany wpływ wywiera klimat, gdyż to on decyduje o występowaniu naturalnego wypływu wody na danym obszarze. Źródła znajdują się jedynie w strefach o klimacie wilgotnym, umiarkowanie wilgotnym i subniwalnym. Na terenach suchych wody podziemne zalegają zbyt głęboko, aby mogło dojść do ich samoczynnego i skoncentrowanego wycieku. Podobna sytuacja dotyczy obszarów subpolarnych, ponieważ występująca wieczna zmarzlina uniemożliwia wsiąkanie wody.



Ryc. 1. Miejsce powstawania źródła, a – skała przepuszczalna, b – zwierciadło wody podziemnej, c – strefa saturacji, d – skała macierzysta, e – miejsce wypływu wody

Fig. 1. Place of formation of the source, and - permeable rock, b - the underground water level, c - the zone of saturation, d - bedrock, e - the place of water flow

Rozmieszczenie źródeł związane jest również z rzeźbą terenu i budową geologiczną. W związku z tym najwięcej wypływów znajduje się na obszarach gęsto i głęboko rozciętych przez działalność wód powierzchniowych, dlatego też największą ich ilość stwierdzono na terenach górskich i wyżynnych, mniej zaś na równinach i nizinach.

Źródła charakteryzują się zróżnicowaną temperaturą wody. W Polsce występują przeważnie źródła zimne o temperaturze około 9°C. W związku z tym, że na różne typy wycieków wód podziemnych inaczej wpływają czynniki atmosferyczne, występują wypływy o temperaturze zarówno 4°C, jak i 36°C. Najcieplejszymi są źródła szczelinowe, natomiast najchłodniejszymi są klasowe, położone w Tatrach. Istnieją również takie, których wody mają temperaturę zbliżoną lub wyższą od temperatury otoczenia. Ciepłsze wypływy nazywa się cieplicami.

Źródła łączą wody podziemne z powierzchniowymi oraz świadczą o ich wzajemnych stosunkach i jedności. Pozytywnym aspektem tego zjawiska jest zlokalizowanie wypływów w pobliżu rzek lub zbiorników wodnych, które umożliwia odnawianie zasobów złoża wód podziemnych. Jednakże oddziaływanie takie ma również negatywny skutek, może doprowadzić do pogorszenia się stanu warstw wodonośnych.

1.2. Klasyfikacja źródeł

Klasyfikacja źródeł polega na przyporządkowaniu ich do odpowiedniej grupy zasobów wodnych. Zaliczane są do wód powierzchniowych jako punktowe obiekty hydrograficzne.

Istnieje wiele sposobów klasyfikacji źródeł (tabela 1). Spowodowane jest to tym, że o ich charakterze decyduje wiele czynników fizycznych i chemicznych, jak na przykład mineralizacja bądź trwałość wypływu.

Tab. 1. Sposoby klasyfikacji źródeł

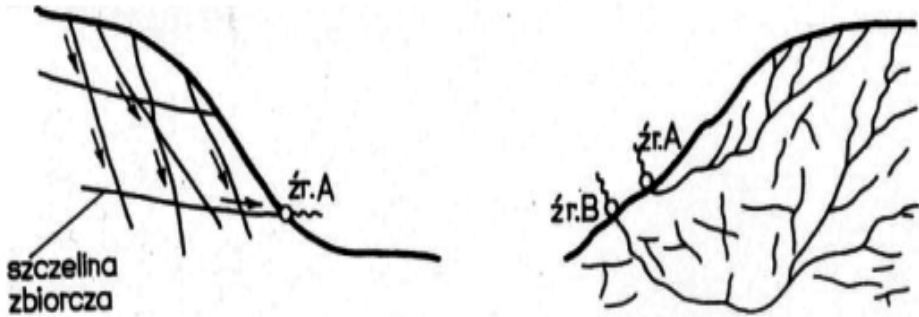
Tab. 1. Ways of classifying sources

KRYTERIUM KLASYFIKACJI	TYP ŹRÓDŁA	RODZAJ ŹRÓDŁA	CHARAKTERYSTYKA
Budowa geologiczna	Szczelinowe	Pulsacyjne	przerywany wypływ wody z utworów piaszczystych, spowodowany zmianą poziomu wody w pobliskim zbiorniku; o zmieniającej się wydajności
	Uskokowe		o stałej wydajności; wyprowadzają wody przez szczelinę uskokową w warstwie nieprzepuszczalnej lub na granicy warstw wodonośnej i nieprzepuszczalnej; wody termalne i mineralne
	Krasowe		występujące w skałach ulegających krasowieniu lub w utworach wapiennych; źródło krasowe rozpoczynające ciek to nazwę wywierzyśka
Rzeźba terenu	Zboczowe		Znajdują się na zboczach dolin
	Krawędziowe	Klifowe	występują u podnóża krawędzi morfologicznych znajdujących się u podnóża klifów nadmorskich
	Korytowe		mają ujście w korytach rzek
	Tarasowe		znajdują się u podnóża tarasów rzecznych
	Grzbietowe		woda wypływa na grzbietach
Zawartość soli mineralnych	Mineralne		zawierają powyżej 1g soli mineralnych w 1dm ³ wody
	Akratopegi		zawartość substancji mineralnych: 0,5-1 g·dm ⁻³
	Śłodkie		zawartość substancji mineralnych: 0,1-0,5 g·dm ⁻³
	Ultrasłodkie		zawartość substancji mineralnych: < 0,1 g·dm ⁻³
Temperatura wody	Zwykłe		woda nie przekracza temperatury 20°C
	Termalne		o temperaturze wyższej niż 20°C
Siła powodująca wypływ wody	Descencyjne (spływowo, grawitacyjne)		woda wypływa pod wpływem siły ciężkości; zwierciadło wód podziemnych pochylone ku źródłu
	Ascencyjne (podpływowo, wypływowo)		woda wydostaje się pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego; płynie w kierunku z dołu do góry; przez cały rok ma stałą temperaturę
Trwałość wypływu	Stałe		stały, nieprzerywany odpływ wody
	Okresowe		woda wypływa w przypadku wysokich stanów wód podziemnych

Zasadniczym kryterium jest jednak budowa geologiczna terenu, na którym znajdują się naturalne wycieki. Ze względu na tę cechę spośród kilku typów źródeł Wieczysty (1982) wydzielił wypływy warstwowe, które zasilane są przez wody podziemne występujące w warstwie wodonośnej zbudowanej z porowatego materiału. Ich wydajność zależy od przepuszczalności utworów i wielkości złoża. Wśród źródeł warstwowych wyróżniono kilka typów:

- erozyjne - powstałe w miejscu, gdzie warstwa wodonośna uległa nacięciu w wyniku erozji,
- kontaktowe - występujące na granicy fazy przepuszczalnej i nieprzepuszczalnej, przeciętej powierzchnią topograficzną,
- przelewowe - powstałe w miejscu pochylenia warstw wodonośnej i nieprzepuszczalnej w przeciwnym kierunku do spływu wód podziemnych,
- zaporowe - utworzone na skutek spiętrzenia wody, spowodowanego zmniejszeniem przepuszczalności lub miąższości warstwy wodonośnej.

Innym rodzajem naturalnych wypływów, wydzielonych ze względu na budowę geologiczną są źródła szczelinowe (ryc. 2). Dają one ujście wodom znajdującym się w szczelinach skał, które wydostają się pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego (ascensyjne) lub grawitacji (descensyjne). Takie obiekty hydrograficzne cechują się różną wielkością oraz zmienną wydajnością, zależącą od zasilania przez wody opadowe.



Ryc. 2. Źródła szczelinowe; źr. A – descensyjne, źr. B – ascensyjne

Fig. 2. Sources slot; A - descending springs, B - ascensyjne

Każdy obiekt powinien być jednak charakteryzowany wielostronnie, gdyż konieczne jest uwzględnienie wszystkich możliwych jego cech.

Ilość sposobów klasyfikacji może w znacznym stopniu utrudniać charakterystykę badanego obiektu hydrograficznego, dlatego podczas klasyfikowania źródła, w zależności od potrzeb i celu badawczego, konieczne jest wybranie jednego kryterium podziału, pozostałe się pomija. W związku z tym przyjęto stosowanie ujednoczonych kryteriów, zgodnie z którymi źródła podzielone zostały na trzy rodzaje: reokreniczne, limnokreniczne i helokreniczne. Wody pierwszych z nich wypływają z warstw geologicznych tworzą ciek o kamienistym lub piaszczystym dnie i szybkim prądzie, który uniemożliwia akumulację osadów. Takie wypływy są często początkami większych cieków. Drugim rodzajem są

źródła limnokreniczne tworzące kuliste zagłębienie terenu, które często jest piaszczyste. Niecka zasilana jest wodą od dołu i w związku z tym może przekształcić się w jezioro. Natomiast w przypadku źródeł helokrenicznych wody powoli wypływają na nachylony i rozległy teren. Dlatego też helokreny powodują tworzenie się mokradeł i torfowisk, a erozja jest znacznie słabsza niż w przypadku źródła reokrenicznego.

1.3. Reżim hydrologiczny źródeł

Badania i obserwacje źródeł, ich wydajności i składu chemicznego, mają bardzo duże znaczenie dla poznania stanu wód podziemnych. Monitoring tych obiektów hydrograficznych pozwala na określenie reżimu hydrologicznego, a także lokalizacji, rodzaju i zasobów warstw wodonośnych oraz warunków obiegu wody w podziemnej fazie jej krążenia.

Reżim hydrologiczny, jakiego podlegają naturalne wypływy wód podziemnych na powierzchnię jest to zbiór cech i zależnych od siebie parametrów, które charakteryzują jakość środowiska hydrogeologicznego źródła. W celu poznania stanu naturalnego wypływu wody podziemnej nie wystarczy wykonanie jednorazowych pomiarów wydajności, temperatury i składu chemicznego wody. Należy prowadzić systematyczne badania przez minimum 1 rok hydrologiczny, raz w tygodniu. Obserwacje powinno prowadzić się w stanie naturalnego wypływu wody, ponieważ każda zmiana w najbliższym otoczeniu źródła może wpłynąć niekorzystnie na jakość wyników.

Cechy charakteryzujące reżim źródła, jakimi są: wydajność, temperatura i skład chemiczny wody ulegają dużym wahaniom okresowym. Wielkość tych odchyień zależy od głębokości zalegania warstwy wodonośnej, z której zasilane jest źródło. Większe amplitudy wydajności, temperatury i składu chemicznego występują w przypadku, gdy zwierciadło wód podziemnych znajduje się płycej. Najmniejsze odchylenia, a zarazem najbardziej stały reżim, cechuje źródła uskokowe z wyjątkiem wypływów asenizacyjnych, których wody mieszają się z wodami płytkimi. Powoduje to powstawanie okresowych zmian w wydajności i temperaturze.

W celu dokładniejszego poznania reżimu hydrologicznego źródła należy określić również:

- położenie - w celu określenia miejsca występowania należy posłużyć się mapami lub pomiarami geodezyjnymi. Ponadto zaleca się również ustalenie położenia administracyjnego oraz właściciela terenu, na którym znajduje się obiekt.
- warunki hydrograficzne – dotyczą sposobu i formy wypływu oraz występowania w jego okolicy rzek, jezior, bagien, a także sztucznych ujęć wody. Należy również uwzględnić liczbę wypływów na danym terenie,
- położenie geologiczne – określenie rodzaju i wieku stratygraficznego utworów, z których wypływa woda,
- sposób eksploatacji – metody i ilość pobieranej wody oraz jej przeznaczenie.

Badając jakość wód źródłanych należy brać pod uwagę wszystkie procesy odpowiedzialne za zmianę składu wody obecne na każdym etapie jej obiegu w biosferze.

2. Zagrożenia jakościowe i ilościowe wód źródlanych

Przez zagrożenie stanu wód rozumie się potencjalną możliwość zanieczyszczenia lub zużycia jej zasobów. W kontekście przyrodniczym jest to proces, który prowadzi do modyfikacji ilości lub właściwości fizyczno – chemicznych. Z punktu widzenia gospodarowania zasobami wodnymi zagrożenia należy rozumieć jako zmiany składu i ilości zasobów, które powodują ograniczenie ich dostępności do wykorzystania.

Niebezpieczeństwa związane z jakością i ilością wywołane są istnieniem różnych ognisk zanieczyszczeń, które prowadzą do degradacji stanu wód. Dzieli się ze względu na przyczyny na:

- zagrożenia antropogeniczne –dotyczące sektorów życia ludzi, które powodują emisje o środowiska oraz wymagają korzystania z dużych ilości wody;
- zagrożenia geogeniczne – spowodowane są występowaniem substancji pochodzenia naturalnego, ale nietypowych dla danego środowiska. Pojawienie się „nowych” związków jest konsekwencją działalności gospodarczej człowieka, która nie polega bezpośrednio na wprowadzeniu zanieczyszczeń do środowiska, ale na zintensyfikowaniu procesów degradacyjnych, jak na przykład zmniejszenie retencji poprzez wycinanie lasów. Najczęstszym zagrożeniem jest występowanie w wodzie substancji geogenicznych, czyli pochodzących z ośrodka skalnego.

O uszczupleniu wód mówi się gdy w wyniku antropopresji zmniejsza się możliwość wykorzystania zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych. Zasoby takie definiowane są jako część wód, które mogą być pobierane z określonego poziomu wodonośnego bez naruszania równowagi hydrogeologicznej. Przyczyny bezpośredniej redukcji zasobności warstw wodonośnych są dwie: ograniczenie zasilania wód podziemnych oraz nadmierny pobór wód przekraczający możliwości regeneracyjne zbiorników.

Zmniejszenie sposobów uzupełniania zasobów wód podziemnych związane jest zarówno z czynnikami naturalnymi jak i antropogenicznymi. Do przyrodniczych należy pustynnienie i stepowanie niektórych obszarów, w wyniku zmian klimatu oraz niższych ilości opadów. Natomiast działaniami antropogenicznymi warunkującymi zasilanie warstw wodonośnych są: zmiany jakości szaty, utwardzenie i zabudowa powierzchni, ujęcie wód opadowych w system kanalizacji, regulacja rzek.

Bardzo ważnym problemem w kwestii zagrożeń ilościowych zasobów wodnych jest nadmierna eksploatacja. W Polsce w 2010 r. wydobycie wód podziemnych na zaopatrzenie komunalnych sieci wodociągowych wyniosło 1 425,4 mln m³, przy czym zasoby eksploatacyjne wynosiły 17176,6 mln m³. Zużycie wody jest uzależnione od standardu wyposażenia mieszkań, ilości mieszkańców oraz poziomu higieny. Ważnym czynnikiem jest również stan techniczny infrastruktury wodociągowej oraz stopień jej konserwacji.

Konsekwencją działań prowadzących do zmniejszenia zasobów wód podziemnych i obniżenia ich zwierciadła jest zanikanie źródeł przez wysychanie. W niektórych przypadkach skutki nie są aż tak drastyczne, a naturalne wypływy ulegają jedynie zmniejszeniu wydajności.

Zagrożenia jakościowe wód źródlanych wynikają przede wszystkim z obecności zanieczyszczeń mechanicznych, biologicznych, organicznych lub chemicznych, a także ze zmiany warunków fizyczno – chemicznych, jak na przykład temperatury, barwy lub potencjału utleniająco – redukującego. Macioszczyk i Mikołajków (2006) wyróżnili dwie podstawowe przyczyny tego procesu. Jedną z nich to wprowadzenie o środowiska substancji zanieczyszczających w wyniku antropopresji. Zanieczyszczenia

są wprowadzane bezpośrednio lub pośrednio w wyniku migracji wraz z krążącą wodą i w trakcie tej wędrówki ulegają różnym modyfikacjom, jak na przykład biodegradacji lub rozpadowi promieniotwórczemu.

Zmiany chemizmu wód w źródłach są wywołane głównie przez dopływ wód zanieczyszczonych antropogenicznie bądź naturalnie, a także w wyniku zakłóceń warunków hydrochemicznych. Skażenia powstałe na skutek działalności człowieka docierają do wypływów z atmosfery, powierzchni ziemi wraz z zanieczyszczonymi wodami powierzchniowymi lub podziemnymi. Dzieje się tak w przypadku, gdy w strefie aeracji jest brak poziomów spowalniających lub ograniczających migrację substancji. Inną przyczyną jest kontakt pomiędzy warstwą wodonośną zasilającą źródło a warstwą zawierającą zanieczyszczone wody. Zanieczyszczenia jakie dotrą w ten sposób do wypływów zależą od składu wód skażonych.

Modyfikacje chemizmu wypływów spowodowane czynnikami naturalnymi wynikają z dopływu wód charakteryzujących się innym składem chemicznym. Procesami powodującymi zmiany są:

- ingresja wód morskich lub śródłądowych
- horyzontalny dopływ wód podziemnych z tej samej warstwy
- horyzontalny dopływ wód podziemnych z innej warstwy
- pionowy dopływ wód podziemnych.

Warunkiem możliwości mieszania się wód o różnym składzie chemicznym jest występowanie bezpośrednich łączności między źródłem a warstwą o innej jakości, a także zmiana kierunków przepływu wody oraz wytworzenie dużych gradientów hydraulicznych. Takie oddziaływanie wpływa na wzrost zasolenia, twardości, barwy oraz wywołuje inne zmiany, które zależą od chemizmu wód mieszających się. Natomiast zakłócenie warunków hydrogeochemicznych jest związane z obecnością substancji organicznych w warstwie wodonośnej. Powoduje to wzrost twardości i mineralizacji oraz stężenia jonów żelaza, wapnia i manganu.

2.1. Skład chemiczny wody w źródłach

Woda w przyrodzie nigdy nie występuje w postaci czystego związku chemicznego, ale jako roztwór, w którym znajdują się rozpuszczone lub nierozpuszczone substancje mineralne, organiczne i gazowe. Skład chemiczny i jakość cieczy w źródłach zależy od współdziałania procesów i elementów naturalnych i antropogenicznych występujących na drodze jej obiegu.

Migracja zanieczyszczeń z powierzchni ziemi do wód gruntowych odbywa się na zasadzie infiltracji, czyli wsiąkania, a następnie przesączania przez strefę aeracji do saturacji. Dzieje się to pod wpływem siły ciężkości. Wielkość infiltracji wyrażana jest z pomocą decymetrów sześciennych na sekundę razy kilometr kwadratowy.

Pierwszym etapem migracji zanieczyszczeń zaadsorbowanych na powierzchni ziemi jest przemieszczanie się w gruncie. Infiltracja odbywa się wyłącznie w czasie deszczu lub roztopów i wymaga obecności tlenu. Ilość przesiąkającej wody zależy głównie od przepuszczalności gruntów, wysokości, natężenia, rozkładu i charakteru opadu. Innymi czynnikami wpływającymi na ten proces jest temperatura i wilgotność powietrza, pokrycie terenu szatą roślinną, jak również stopień zabudowy.

W wodzie opadowej mogą znajdować się substancje pochodzące z rozpuszczenia gazów pochodzenia antropogenicznego lub naturalnego (tabela 3), jak na przykład substancje gazowe z atmosfery oraz rozkładu materii organicznej.

Tab. 2. Pochodzenie składników rozpuszczonych w wodach opadowych

Tab. 2. The origin of the components dissolved in rain water

SKŁADNIK	POCHODZENIE		
	NATURALNE		ANTROPOGENICZNE
	MORSKIE	ŁĄDOWE	
Na ⁺ , Mg ²⁺	sól morską	pyły	spalanie biomasy
K ⁺	sól morską	aerozole biogeniczne, pyły	spalanie biomasy, nawozy
Ca ²⁺	sól morską	pyły	produkcja cementu, spalanie paliw i biomasy
H ⁺	reakcja z gazami	reakcja z gazami	spalanie paliw
Cl ⁻	sól morską	-	produkcja HCl, spalanie odpadów plastikowych, chłodziwa hutnictwie
SO ₄ ²⁻	sól morską, sulfotlenek dimetylowy – dms (CH ₃) ₂ SO z biodegradacji	sulfotlenek dimetylowy, H ₂ S i in. Z biodegradacji, emisje wulkaniczne, pyły	spalanie biomasy i paliw kopalnych
NO ₃ ⁻	N ₂ i wyładowania elektryczne	NO ₂ z biodegradacji, N ₂ i wyładowania elektryczne	spalanie biomasy i paliw kopalnych, nawozy
NH ₄ ⁺	NH ₃ z działalności biologicznej	NH ₃ z rozkładu bakteryjnego	nawozy amonowe, składowanie i spalanie odpadów komunalnych i zwierzęcych
PO ₄ ³⁻	aerozole biogeniczne adsorbowane na soli morskiej	pyły	spalanie biomasy, pyły
HCO ₃ ⁻	CO ₂ atmosferyczne	CO ₂ atmosferyczne, pyły	produkcja cementu
Si, Al, Fe	-	pyły	karczowanie terenu

Skład chemiczny wód opadowych zależy od skali oddziaływania antropogenicznego, oddalenia od linii brzegowej zbiorników morskich, obszarów aktywnych sejsmicznie, zmian aktywności biologicznej, czynników klimatycznych oraz warunków morfologicznych. Deszcze nad obszarami lądowymi pozbawionymi zanieczyszczeń antropogenicznych charakteryzują się zawartością jonów siarczanowych, chlorkowych i wapniowych, natomiast w opadach zanieczyszczonych dominują jony amonowe i azotanowe. Stężenie tych substancji jest zwykle zróżnicowane i sięga jednego rzędu wielkości. Różne jest również pH wody opadowej. W warunkach naturalnych odczyn jest słabo kwaśny, co jest spowodowane rozpuszczaniem atmosferycznego CO₂, natomiast w wyniku działalności człowieka wartość pH ulega obniżeniu. Wywołane jest to dysocjacją kwasów nieorganicznych powstających w wyniku emisji. Oznacza to, że wraz z opadem do wód docierają jony sodowe, magnezowe, potasowe, wapniowe i chlorkowe. Skutkiem rozpuszczenia przez wodę substancji znajdujących się w powietrzu jest powstanie jonów siarczanowych (SO₄), amonowych (NH₄⁺) oraz azotanowych (NO₃⁻).

Deszcze powodują zmywanie pyłów z dachów i ulic, a także przyczyniają się do powstania spływu powierzchniowego zabierającego z pól pozostałości nawozów mineralnych i organicznych oraz chemicznych środków ochrony roślin. Koncentracja tych substancji zanieczyszczających wody źródłane wzrasta zwykle podczas pierwszych kilkunastu minut opadu, co wynika z nagromadzenia się zanieczyszczeń na różnych powierzchniach.

Związki niebezpieczne następnie dostają się do wód powierzchniowych bądź infiltrują w głąb gruntu modyfikując skład chemiczny wód gruntowych i podziemnych. Wnoszony przez opady atmosferyczne do podłoża ładunek substancji rozpuszczonych powoduje zintensyfikowanie procesów glebotwórczych.

Wody opadowe zanim wnikną do podłoża podlegają wielu zmianom zarówno ilościowym, jak i jakościowym. Część z nich ulega odparowaniu podczas transportu w atmosferze lub z powierzchni gruntu i roślin. Największe zmiany wynikają z kontaktu wody z roślinnością. Skład chemiczny wód opadowych trafiających bezpośrednio na powierzchnię gleby znacznie się różni od tych, które spływają po pniach, liściach lub koronach. Czynniki determinujące takie zjawisko jest splukiwanie i wyługowywanie związków wydzielanych przez liście oraz rozpuszczanie gazów i pyłów zaadsorbowanych na liściach w wyniku suchej depozycji. W warunkach polskich infiltrujące wody opadowe docierają do zwierciadła wód podziemnych po około 3 – 70 godzinach, stanowiąc tym samym źródło ich zasilania.

Istotnym czynnikiem determinującym jakość wody jest pokrywa glebowa. Procesem powodującym uruchomienie składników zakumulowanych w skałach lub glebie jest wietrzenie minerałów. Wietrzenie chemiczne najbardziej intensywnie przebiega w warstwie glebowej. Polega na rozpuszczaniu minerałów skałotwórczych i ich wymywaniu w kontakcie z krążącymi wodami. To zjawisko jest najbardziej dostrzegalne na obszarach poddanych wpływowi kwaśnej depozycji. W wyniku rozpuszczania silnych kwasów nieorganicznych, takich jak kwas siarkowy i azotowy odczyn wód znacznie się obniża i zwiększa wymywalność pierwiastków z gleby. Związki chemiczne występujące w glebie mogą być rozpuszczone w fazie ciekłej bądź związane na powierzchni fazy stałej. Substancje te pochodzą głównie z minerałów glebowych, próchnicy glebowej lub nawozów stosowanych przez człowieka. Formy występowania pierwiastków są uwarunkowane odczynem i właściwościami sorpcyjnymi gleby. W pokrywie glebowej występować mogą prawie wszystkie pierwiastki układu okresowego w ilościach śladowych do zawartości nawet rzędu kilku procent.

Minerały znajdujące się w pokrywie glebowej determinujące chemizm wody dzieli się na dwie grupy: pierwotne i wtórne. Podział ten zależy od rodzajów procesów zachodzących w glebie. Pierwiastki występujące w stanie krystalicznym należące do grupy pierwotnych powstają w wyniku wietrzenia skał. Zbudowane są głównie z krzemionki, glinokrzemianów sodu, potasu, wapnia, leucytu, trachitu, nefelinu oraz krzemianów magnezu, wapnia i żelaza. Natomiast minerały wtórne tworzą się w wyniku chemicznego wietrzenia glinokrzemianów i są to przede wszystkim minerały ilaste, stanowiące składnik skał osadowych, głównego utworu macierzystego gleb Polski.

Składniki rozpuszczone, które dotarły do wód podziemnych podczas infiltracji migrują w różnych formach, czyli specjacjach. W wyniku krążenia następuje mieszanie się wód o różnym składzie chemicznym, przez co ich jakość jest równa wypadkowej składu wód dopływających z różnych odległości. Proces ten zachodzi głównie wzdłuż dróg ich przepływu i jest rzadko opisywany ze względu na trudności ze scharakteryzowaniem proporcji i chemizmu mieszających się cieczy. Jego efekty są najbardziej widoczne wtedy, gdy wody znacznie różnią się mineralizacją lub stężeniem określonego składnika, jak na przykład mieszanie się wód słonych ze słodkimi na obszarach morskich. Procesy te prowadzą zarówno do pogorszenia, jak i polepszenia się jakości zasobów wodnych. Zaletą jest jednak to, że powodują tworzenie się zbiorników o unikalnym składzie, czego przykładem są wody lecznicze w Krynicy Zdroju. Ważnym czynnikiem warunkującym jakość wody źródlanej jest skład mineralny skały macierzystej. W przypadku, gdy warstwa wodonośna zbudowana jest z utworu monomineralnego, czyli złożonego z ziaren tylko jednego mine-

rału to rodzaj związków chemicznych znajdujących się w wodzie będzie identyczny ze składem głównego składnika skałotwórczego. Najczęściej jednak spotyka się skały o złożonym składzie, co oznacza że o jakości wypływających wód decydują minerały najlepiej rozpuszczalne w danych warunkach. Jeżeli woda wypływa ze złoża zbudowanego ze skał osadowych to zawiera halit, gips, kalcyt i dolomit, podczas gdy wypływy pochodzące ze skał magmowych i metamorficznych charakteryzują się obecnością krzemianów, glinokrzemianów, węglowodorów, a także siarczanów. Źródła wywodzące się ze skał osadowych są słabiej zakwaszone i zawierają znacznie mniej krzemionki, a ich skład anionowy jest bardziej urozmaicony.

Innym czynnikiem determinującym jakość źródeł jest rzeźba terenu. Woda na obszarach o mniejszych obniżeniach jest znacznie słabiej zmineralizowana poprzez lepsze nawadnianie górnej strefy wód gruntowych.

Za podstawowe czynniki wpływające na zmianę chemizmu wód źródłanych uważa się warunki środowiska, które wpływają na intensywność przebiegu określonych reakcji fizyczno-chemicznych w warstwach wodonośnych. Do najważniejszych zalicza się: utleniania-redukcji, rozpuszczania-wytrącania, wymiany jonowej i sorpcji. W zależności od warunków w jakich zachodzą mogą mieć charakter odwracalny bądź nieodwracalny. Pinneker (1977) uporządkował reakcje kształtujące chemizm wód podziemnych ze względu na efekty jakie wywołują. W ten sposób powstała klasyfikacja wyróżniająca następujące grupy procesów:

- powodujące przemieszczanie się substancji w wodach podziemnych, jak na przykład adwekcja, dyfuzja molekularna;
- zubażające wody w określone substancje, na przykład sorpcja, koagulacja;
- wzbogacające wody w pewne substancje, takie jak hydroliza, rozpuszczanie;
- powodujące równoległe wzbogacanie i zubażanie w różne substancje, na przykład wymiana jonowa;
- powodujące zmiany ilościowe wód podziemnych poprzez odprowadzenie lub doprowadzenie cząsteczek wody, czyli parowanie podziemne, hydratacja i dehydratacja minerałów.

Na zmiany chemizmu źródeł znaczny wpływ wywiera również gospodarcza działalność człowieka, która w sposób pośredni lub bezpośredni rzutuje na skład wody źródlanej. Wielkość modyfikacji jakości zależy od rodzaju i intensywności oraz warunków naturalnych w jakich zachodzi antropopresja. Zanieczyszczenia antropogeniczne zazwyczaj trafiają do powierzchniowych zbiorników wodnych, czyli odbiorników. Odbiornikiem może być jezioro lub rzeka pozostające w ciągłym kontakcie ze źródłami. Związane z tym jest pojęcie infiltracji brzegowej, czyli przesiąkanie wód powierzchniowych do podziemnych poprzez dno i brzegi.

Zanieczyszczenia, które trafiają do środowiska wodnego występują w różnej formie, jak na przykład zawiesiny, drobiny, kropelki lub roztwory. Wszystkie substancje ulegają procesom transportu i są przenoszone na duże odległości. W wyniku przesączania się zanieczyszczonych wód skażeniu ulegają podziemne. Skutkiem takiego oddziaływania jest modyfikacja stanu wód źródłanych.

Związki antropogeniczne pochodzą ze źródeł punktowych, liniowych i obszarowych. Punktowe charakteryzują się tym, że dostarczają substancje szkodliwe w sposób skoncentrowany i obejmują wody chłodnicze pochodzące z elektrowni oraz zasolone wody kopalniane, które niosą ze sobą duże ilości siarczanów i chlorków. Ich głównym źródłem są ścieki komunalne i przemysłowe, które ze względu na pochodzenie można je podzielić na:

- bytowo-gospodarcze – charakteryzujące się stałym składem wody zanieczyszczonej środkami higienicznymi, pochodzące z gospodarstw domowych i zakładów pracy,
- przemysłowe – powstające w wyniku stosowania różnych urządzeń technologicznych, stanowią największe zagrożenie ze względu na duże stężenia substancji szkodliwych,
- opadowe – wody deszczowe i opadowe spływające z różnych terenów i powierzchni, niosą małe wartości stężeń zanieczyszczeń.

Zanieczyszczenie ściekami pochodzącymi z gospodarstw domowych jest najbardziej widoczne na obszarach wiejskich, gdzie stwierdza się tendencję wzrostową stężenia azotanów i fosforanów w wodach. Związane jest to z brakiem integracji pomiędzy budową sieci wodociągowej i kanalizacyjnej. Poprawa warunków sanitarnych wywołana rozbudową wodociągów powoduje zwiększenie zużycia wody, w związku z czym ilość produkowanych ścieków również jest większa. Brak dostatecznego dostępu do kanalizacji, nie szczelne szamba oraz niezabezpieczone gnojowniki prowadzą do niekontrolowanych zrzutów ścieków bytowo-gospodarczych do cieków wodnych lub gleby. Konsekwencją takiego działania jest infiltracja zanieczyszczeń do wód podziemnych. Tak skażone wody wypływają później w postaci źródeł. Najbardziej niebezpiecznymi substancjami są dostającymi się w ten sposób do środowiska są fekalia i detergenty zawierające związki fosforu, gdyż powodują skażenie mikrobiologiczne oraz nadmierną eutrofizację.

Skład ścieków przemysłowych, czyli powstających w trakcie procesów technologicznych jest bardzo zróżnicowany, więc aby ocenić ich szkodliwość trzeba znać skład ich odpływu z całego zakładu przemysłowego, jak również skład strumieni wypływających z poszczególnych działów produkcji. Istotnym parametrem jest ilość ścieków przypadająca na jednostkę produktu wytwarzanego w danym dziale lub zakładzie. Znajomość parametrów ilościowych i jakościowych pozwala na oszacowanie koniecznego stopnia oczyszczenia, przy którym ich odprowadzenie do naturalnego odbiornika nie spowoduje pogorszenia klasy czystości wody. Sytuacją pożądaną jest uzyskanie lepszej czystości ścieków niż czystość wody w odbiorniku.

Zmiany fizyczno-chemiczne wywołane wprowadzeniem ścieków przemysłowych do wód podziemnych lub gleby skutkują zwiększeniem zawartości głównych jonów lub pojawieniem się innych, do tej pory nie obecnych. Modyfikacje są bardzo zróżnicowane i zależą głównie od charakteru produkcji, wykorzystywanych surowców, wytwarzanych produktów, stosowanych technologii, systemów magazynowania, transportu, utylizacji odpadów. Negatywnym skutkiem zanieczyszczenia wód źródłanych ściekami pochodzącymi z przemysłu jest wzrost mineralizacji, twardości, utlenialności i przewodnictwa. Bardzo wyraźne jest również nasilenie zmian organoleptycznych, na które zdecydowanie największy wpływ ma przemysł drzewno-papierniczy oraz chemiczny, a także spożywczy i mineralny. W wodach zanieczyszczonych obserwuje się znaczny wzrost BZT i ChZT oraz innych związków, takich jak: Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cl^- , fenole, detergenty, H_2S , cyjanków. Ścieki z przemysłu drzewno-papierniczego powodują również pojawienie się związków organicznych, jak na przykład substancji żywnościowych, kwasów organicznych, cukrów, alkoholi, metanu, aldehydów, formaldehydów oraz metanolu. Ponadto w wodzie mogą pojawić się inne pierwiastki, należące do grupy mikroskładników (Tabela 3).

Tab. 3. Przykłady mikroskładników zanieczyszczających wody podziemne w wyniku działalności przemysłowej

Tab. 3. Examples of micro-pollutants in ground water from industrial activities

RODZAJ PRZEMYSŁU	PIERWIASTKI ZANIECZYSZCZAJĄCE
Przemysł chemiczny	produkcja tworzyw sztucznych: Cd, Li, Se, Sn; produkcja detergentów: Cd, Li; produkcja nawozów sztucznych: Cd, Cr, Cu, F, Hg, Mn, Ni, Pb, Se, Zn; przemysł gumowy: Cu, Se, Sn, Tl; przemysł farbiarski: B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Sr, Zn, Br, J, Mn, Tl, Ti, Pb, Sb, Sr, V; przemysł farmaceutyczny: As, Br, Co, Cu, J, Sr, W, Zn;
Przemysł metalurgiczny	metalurgia żelaza: Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, Zn, As, Ba, Be, Mn, Mo, Sr, Ti; metalurgia nieżelazna: Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Sn, Ti, V, Zn, As, Bi, F, Mn, Pb, Sb, Se, Ti; procesy galwanizacyjne: Cu, Cr, Ni, Cd, Zn; hutnictwo glinu: F
Przemysł paliwowo-energetyczny	Ag, As, Br, Be, Cg, Cr, Cu, F, Fe, Hg, Mo, Ni, Pb, Ni, Se, Sb, V, Zn, B,
Przemysł drzewno-papierniczy	Ba, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, Zn
Przemysł spożywczy	zespół mikroskładników zależy od przetwarzanych substancji
Przemysł mineralny	B, Ba, Pb, Sr, As, Bi, Co, F, Ni, Se, Tl, Sr

Liniowe źródła zanieczyszczeń charakteryzują się tym, iż działają na środowisko wzdłuż jakiejś linii, na przykład szlaków komunikacyjnych. W tym przypadku następuje spływ szkodliwych substancji pochodzących z transportu, takich jak spaliny zawierające ołów. Bardzo ważne jest także wykorzystanie soli do zimowego utrzymania dróg, w wyniku, którego do środowiska dostarczane są $MgCl_2$ i $CaCl_2$.

Ze względu na duże stężenia substancji zanieczyszczających i brak mechanizmów kontroli najgroźniejszymi ze źródeł zanieczyszczeń są obszarowe, które obejmują:

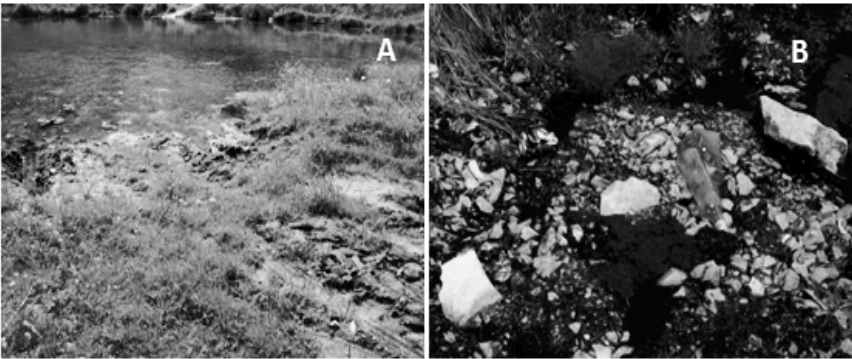
spływy z terenów rolniczych zawierające duże ilości związków chemicznych, takich jak pestycydy oraz nawozy sztuczne, powodujące przeżyźnienie środowiska w wyniku dostarczania związków azotu i fosforu w nadmiarze;

spływy ze składowisk odpadów komunalnych i przemysłowych, które zawierają znaczne ilości szkodliwych substancji takich jak detergenty, pestycydy i związki ropopochodne; zanieczyszczenia atmosferyczne, dostające się do wód wraz z kwaśnymi deszczami.

Najbardziej rozpoznawalnym z ognisk zanieczyszczeń wód są te zlokalizowane na powierzchni terenu, do których zaliczane są wielkopowierzchniowe związane z intensywnym zagospodarowaniem ogrodnictwem i rolnictwem. Na tych obszarach bardzo często stosuje się nadmierne ilości nawozów i pestycydów, co powoduje zanieczyszczenie gleb oraz przenikanie substancji do wód podziemnych. Również inne rodzaje działalności rolniczej, takie jak hodowla lub osadnictwo wiejskie w znaczący sposób wpływają na zawartość związków szkodliwych w środowisku. Najczęściej są to substancje organiczne i nieorganiczne znajdujące się w ściekach bytowo-gospodarczych, odcieki z wysypisk odpadów, dołów kłocznych, gnojowników oraz odcieki z nawozów i kiszzonek paszowych. Z niewłaściwym stosowaniem nawozów mineralnych oraz pestycydów związane jest dostarczanie zanieczyszczeń z ługowania nawozów wapniowych, potasowych, azoto-

wych, fosforowych i wieloskładnikowych. Procesy te prowadzą do zmian organoleptycznych wody, wzrostu mineralizacji, przewodności i twardości, a także do podwyższenia stężeń związków, takich jak: SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , Cl^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , PO_4^{3-} . Powodują również pojawienie się w wodach niektórych mikroskładników, na przykład: B, Cd, Cr, Cu, Co, Pb, Se, Ni, As, Zn, Hg, Mn, Sn, Br, Tl, Mo.

Obok zagrożeń ilościowych i jakościowych obserwuje się również dewastację źródeł w sposób mechaniczny. Bardzo często ludzie zasypują nisze źródłowe odpadami, przekształcając je w „dzikie” wysypiska śmieci (ryc. 2). Nieustanne przemywanie zalegających odpadów powoduje przenikanie odcieków do wód podziemnych, powodując ich skażenie.



Ryc. 2. Źródła zdewastowane, w sposób mechaniczny – A, przez zasypanie odpadami – B

Fig. 2. Sources devastated, A - in a mechanical way, B - by the bridge from-waste management

Równie niebezpiecznym działaniem jest tworzenie stawów hodowlanych w obrębie źródeł. Prowadzi to do całkowitej degradacji naturalnych wypływów. Negatywne skutki powoduje także niszczenie nisz w sposób mechaniczny. Obszary wypływów są zaorywane lub dewastowane pojazdami mechanicznymi typu quad, tworzona jest na nich sztuczna zabudowa. Znaczącą rolę w zmianie stanu tych obiektów ma niewłaściwa lokalizacja studni głębinowych oraz szybów górniczych, powodująca tworzenie się lejów depresyjnych. Wszystkie te działania przyczyniają się do zaburzenia funkcjonowania unikalnych zbiorowisk roślinnych. Sztuczne budowle wykonane na wypływach, nawet w celach badawczych stanowią zagrożenie nie tylko pod względem estetycznym.

Inną przyczyną naturalnego niszczenia nisz są rozpowszechnione procesy erozyjne, które powodują obniżenie się poziomu wód gruntowych lub pogłębienie odpływu ze źródła. W związku z tym zostają uruchomione procesy erozji wstecznej, bocznej i wstępnej, która prowadzi do nieodwracalnej degradacji obszarów źródliskowych. Raz uruchomiony proces degradacji jest niemożliwy do zatrzymania, nie ma również możliwości przywrócenia źródła do jego stanu pierwotnego.

3. Metody ochrony źródeł

Źródła w Polsce podlegają ochronie przyrody. Według ustawy Prawo ochrony środowiska z 27 kwietnia 2001 r. przez pojęcie ochrony środowiska rozumie się podjęcie takich działań, które umożliwiają zachowanie lub przywracanie równowagi przyrodniczej.

Metod, z pomocą których chroni się przyrodę, jest kilka. Wyróżnia się wśród nich ochronę bierną, czyli konserwatorską, czynną, *in situ* oraz *ex situ*. Działania bierne mają na celu jedynie zabezpieczenie obiektu przed negatywnym wpływem z zewnątrz oraz powstrzymanie się od ingerencji. Polegają na wprowadzeniu zakazów lub ograniczeń w czynnościach gospodarczych na danym obszarze. Przeciwnieństwem takiego sposobu postępowania jest ochrona czynna, która dopuszcza stosowanie zabiegów ochronnych w celu przywrócenia bądź zachowania naturalnego stanu, jak na przykład wycinanie siewek w celu powstrzymania sukcesji. Działania *in situ* i *ex situ* dotyczą głównie roślin, zwierząt i grzybów, a także skamieniałości, skał i minerałów. Metody *in situ* dotyczą elementów przyrody znajdujących się w ich naturalnym miejscu występowania. Metodzie tej służą parki narodowe i rezerwy przyrody. Natomiast zabezpieczenia *ex-situ* odnoszą się do obiektów odłączonych od ich macierzystego terytorium i przeniesionych na przykład do ogrodów botanicznych.

Zakwalifikowanie źródła do zabezpieczenia prawnego wymaga spełnienia kilku kryteriów. Uznaje się, że źródło warte ochrony musi posiadać walory naukowe, poznawcze, edukacyjne, krajobrazowe, estetyczne oraz posiadać wodę dobrej jakości. Obiekty te muszą wyróżniać się wydajnością, formą wypływu, jakością, składem chemicznym wody lub muszą stanowić szczególną wartość kulturową. Poprzez kryterium poznawcze określa się możliwość wykorzystania źródła do zbadania wielkości zasobów wód podziemnych, szybkości ich krążenia a także infiltracji zanieczyszczeń. Kolejną z wartości decydujących o poddaniu źródła ochronie prawnej jest funkcja edukacyjna. Naturalne, skoncentrowane wypływy wód podziemnych na powierzchnię terenu mogą być przeznaczone do nauczania w zakresie przedmiotów przyrodniczych. Kryterium krajobrazowe i estetyczne odnoszą się do odczuć wizualnych związanych z otoczeniem źródła. W sąsiedztwie tych obiektów bardzo często występują rozmaite formy rzeźb rasowych i odsłoneń geologicznych, niepowtarzalne i wyjątkowe zbiorowiska naturalnej roślinności. To dzięki tym cechą stają się one miejscem pozytywnych doznań duchowych, jak również przedmiotem atrakcyjnym turystycznie. Przy wyborze źródła do ochrony prawnej uwzględnia się również jakość wody, która się w nim znajduje. Umożliwia to jego wykorzystanie do zaopatrywania ludności w wodę pitną. Innym istotnym kryterium umożliwiającym ochronę wypływu jest stopień zagrożenia. Źródła najbardziej narażone na degradację powinny być w pierwszej kolejności objęte działaniami ochronnymi.

Główną formą ochrony źródła jest objęcie go ochroną prawną, na mocy, której źródło staje się pomnikiem przyrody nieożywionej. Według Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody, pomnikami przyrody nazywa się pojedyncze twory ożywione i nieożywione lub ich skupienia, które posiadają szczególne wartości naukowe, kulturowe, historyczno-pamiętkowe i krajobrazowe oraz takie, które odznaczają się indywidualnymi cechami, wyróżniającymi je spośród innych tworów. Na terenach źródeł, które objęte są ochroną zakazuje się wysypywania wszelkiego typu odpadów, przekształcania obszarów źródłiskowych, a także ingerencji w stosunki hydrologiczne na obszarze całej zlewni źródła. Każdy z takich pomników przyrody powinien posiadać indywidualny sposób użytkowania oraz być widocznie oznakowany. Najczęstszą metodą jest ustawianie tablic informujących o objęciu źródła ochroną oraz zakazach z tego wynikających.

Ustanowienie pomnika przyrody następuje jedynie na mocy uchwały rady gminy, która określa nazwę danego pomnika, jego położenie, szczególne cele ochrony. W przypadku zaistnienia takiej potrzeby, ustala zasady dotyczące jego czynnej ochrony oraz zakazy właściwe dla tego obiektu, obszaru lub jego części. W uchwale rady gminy wyznaczony zostaje również podmiot sprawujący nadzór nad danym obiektem. Uchwała wymaga uzgodnienia z Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska. Władze gminy, w której nastąpiło ustanowienie pomnika przyrody, powinny zgodnie z artykułem 113 i 114 ustawy o ochronie przyrody, przesłać Generalnemu Dyrektorowi Ochrony Środowiska oraz Regionalnemu Dyrektorowi Ochrony Środowiska kopię uchwały w ciągu 30 dni od wejścia jej w życie oraz wpisać informacje o użytku do centralnego rejestru form ochrony przyrody. Podmiot sprawujący nadzór nad pomnikiem przyrody ma obowiązek umieszczenia w pobliżu niego tablicy informującej o zakazach obowiązujących w stosunku do tego obiektu.

Inną właściwą formą ochrony źródeł jest tworzenie rezerwatów przyrody. U świetle ustawy o ochronie przyrody z 2004 roku jest to obszar obejmujący tereny zachowane w stanie naturalnym lub mało zmienionym, ekosystemy, ostoje i siedliska przyrodnicze oraz twory i składniki przyrody nieożywionej, które wyróżniają się szczególnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, kulturowymi lub walorami krajobrazowymi. Wyłącznie znajdujące się w rezerwacie rzadko są głównymi obiektami ochrony, stanowią jedynie podmioty objęte bierną ochroną konserwatorską. Znaczną wadą jest również brak jakichkolwiek zapisów dotyczących szczegółowych zadań ochronnych dla tych obiektów. Może to powodować dewastację wypływu spowodowaną prowadzeniem działań ochronnych na terenie ich występowania. Źródła są też bardzo rzadko uwzględniane w planach ochrony rezerwatów. Takim samym sposobem zabezpieczenia charakteryzują się wypływy na obszarach parków narodowych i krajobrazowych.

Ochrona bierna punktowych obiektów hydrograficznych posiada dwa aspekty, pozytywny i negatywny. Zdaje się być korzystna ze względu na konieczność zachowania dynamiki hydraulicznej źródła w niezmienionym i naturalnym stanie. Jednakże jest niewystarczająca, ponieważ często powierzchnia zajmowana przez warstwę wodonośną zasilającą wypływ wód na powierzchnię jest znacznie większa niż obszar chroniącego ją rezerwatu. Innym problemem dotyczącym braku przestrzegania zakazów jest niedostateczna świadomość ekologiczna ludzi. Pomimo tego, że źródła zlokalizowane są na terenie parku narodowego lub rezerwatu przyrody ulegają bezmyślnej dewastacji, a ich wygląd i skład chemiczny uległ pogorszeniu. W związku z tym bardzo ważne jest wprowadzanie prawnej ochrony z równoczesnym uświadamianiem celów tych działań.

Obok biernej ochrony źródeł stosuje się również metody czynne, które polegają zazwyczaj na zachowaniu strefy buforowej wokół źródłiska, poprzez:

- usuwanie zarastających obszary źródłiskowe krzewów,
- ręczne koszenie i ręczne usuwanie biomasy
- ogrodzenie wycieków wykorzystywanych jako miejsca pojenia zwierząt,
- unikanie lokalizowania ujęć wody na cele komunalne.

Podczas ustalania metod ochrony źródeł bardzo ważne jest, aby wziąć pod uwagę sposób zagospodarowania terenu. Należy ustalić taki sposób wykorzystania obszaru, który nie spowodowałby nadmiernej ingerencji w środowisko.

Bibliografia

- [1] Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z.: Hydrologia ogólna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1999
- [2] Baścik i in : http://www.geo.uj.edu.pl/~j.pociask/Bascik_Pociask-Karteczka_2003.pdf, dostęp 06.05.2011
- [3] Baścik M., Pociask-Karteczka J.,: Źródła Wyżyny Śląsko – Krakowskiej i Wyżyny Małopolskiej o znacznych walorach przyrodniczych. Propozycje ochrony (pod red.) Ciupa T., Kupczyk E., Suligowski R: Obieg wody w zmieniającym się środowisku, Prace Instytutu Geografii AŚ w Kielcach, str. 23-39, 2002
- [4] Chelmiński W., Jokiel P., Michalczyk Z., Moniewski P.,: Rozmieszczenie i wydajność źródeł w Polsce, (pod red.), Magnuszewski A. Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Środowiska, Monografia nr 69, Warszawa, 2010
- [5] Dobrzyński D., 2006: Chemizm wód podziemnych (pod red) Macioszczyk A., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- [6] Gardziel Z., 2001: Minerale skał osadowych (pod red) Harasimiuk M., Wydawnictwo UMCS, Lublin
- [7] Gielniak P., 2010: Ochrona bierna źródeł w rezerwach przyrody regionu łódzkiego. Przegląd Przyrodniczy XXI.2(2010) str. 79-86
- [8] Gruszecki K., 2010: Ustawa o ochronie przyrody, Komentarz, Wydawnictwo Wolters Kluwer Business, Warszawa
- [9] Herbich P., Hordejuk T., Kazimierski, Nowicki 2009: Jednolite części wód podziemnych w Polsce. Współczesne problemy hydrologii, nr X-XI, Wyd. Mikołaja Kopernika, Toruń
- [10] Hounsou M.B., Ahamide B., Agbossou E.K., Gaiser T., 2011: Evaluation of water quality in the Oue'me' River (Be'nin), Environmentalist Nr. 31, s. 407–415
- [11] Humnicki 2006: Zasilanie i drenaż wód podziemnych (pod red.) Macioszczyk A., Wyd. Naukowe PWN, Warszawa
- [12] Jak utworzyć pomnik przyrody: http://www.kp.org.pl/pdf/poradniki/jak_utworzyc_pomnik_przyrody_20100522.pdf, dostęp 11.12.2011
- [13] Jermaczek A., 2011: Dlaczego bierna ochrona przyrody nie jest w modzie? Miesięcznik *dzikie życie*, 10/208
- [14] Kostecki M. 2000: Związki wód podziemnych powierzchniowych w dolinie Warty w warunkach naturalnych oraz wymuszonych eksploatacji dla ujęć aglomeracji Poznańskiej, Wyd. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Poznań
- [15] Kurowski J.K., Kiedrzyński M., Łuczak M., Gielniak P., 2008: Śródlądne źródła – problemy waloryzacji i ochrony na przykładzie regionu łódzkiego, *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej* nr 18 / 2008, s. 218-235

- [16] Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002: Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- [17] Macioszczyk A., Mikołajkow M., 2006: Ochrona wód podziemnych (pod red. Macioszczyk A., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- [18] Magnuszewski A., Soczyńska U., 2001: Między narodowy słownik hydrologiczny, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa
- [19] Marchacz W., 1960: Hydrogeologia, Wyd. Geologiczne, Warszawa
- [20] Ochrona przyrody: http://www.ekoportal.gov.pl/opencms/opencms/ekoportal/prawo_dokumenty_strategiczne/ochron_srodowiska_w_polsce_zagadnienia/Ochrona_przyrody/index.html, dostęp 2012-05-22
- [21] Pinneker E., 1977: Regional Hydrogeology Problems, Science, Moskwa
- [22] Płochniewski Z., 1971: 1960: Hydrogeologia, Wyd. Geologiczne, Warszawa
- [23] Pomiary przepływu: http://holmes.iigw.pl/~wbanach/dydaktyka/hydrologia_inf/pliki/cwiczenia/pomiary_przeplywu.pdf, dostęp 20.05.2012
- [24] Problemy ochrony ujęć wód podziemnych: <http://www.pgi.gov.pl/pl/wody-podziemne-lewe-kopalnia/581-problemy-ochrony-ujwodziemnych.html>, dostęp 19.05.2012
- [25] Rabajczyk A., 2010: Monitoring wód powierzchniowych i podziemnych. Migracje zanieczyszczeń w środowisku, Wyd. Uniwersytet Humanistyczno – Przyrodniczy Jana Kochanowskiego, Kielce
- [26] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych
- [27] Skrzypski J., 2002: Hydrosfera – źródła i rodzaje zanieczyszczeń, sposoby jej ochrony (pod red. Kurantowska A., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- [28] Sophocleous M., 2002: Interaction between groundwater and surface water: state of the science, Hydrogeology Journal nr. 10, s. 52-67
- [29] Ścieki i ich oczyszczanie: <http://www.chem.uw.edu.pl/people/AMyslinski/cw13/ins13.htm#Klasyfikacja%20%C5%9Bciek%C3%B3w>, dostęp 06.05.2011
- [30] Święs F., 2004: Struktura i funkcjonowanie elementów biosfery, Pokrywa glebowa, Wyższa Szkoła Humanistyczno – Przyrodnicza W Sandomierzu, Sandomierz
- [31] USTAWA z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony Środowiska.
- [32] Wieczysty A., 1982: Hydrogeologia inżynierska, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa
- [33] Wierzbowski B., Rakoczy B., 2010: Prawo ochrony środowiska, zagadnienia podstawowe, Wydawnictwo LexisNexis, Warszawa
- [34] Winter T. 1999: Relation of streams, lakes, and wetlands to groundwater flow systems. Hydrogeology Journal 7:28-45.