

Wyznaczanie zasięgu strefy otuliny na podstawie przesłanek hydrogeologicznych — na przykładzie wybranych rejonów Kampinoskiego Parku Narodowego i Bolimowskiego Parku Krajobrazowego

Krzysztof Józwiak*

Delimiting the protection zone basing on hydrogeological premises: Kampinos National Park and Bolimów Landscape Park case studies. *Prz. Geol.*, 53: 511–515.



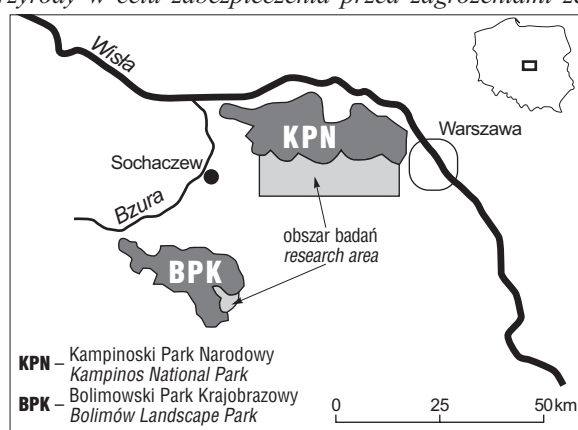
Summary. Hydrogeological conditions are one of the most important factors taken into consideration while delimiting the protection zone. The second important group are socio-economist factors. Basing on hydrogeological conditions, the protection zone ought to depend on factors like: groundwater circulation system,

*Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, 02-089 Warszawa, ul. Żwirki i Wigury 93; krzysztof.jozwiak@uw.edu.pl

type and intensity of anthropopressure and groundwater recharging area. Depending factors, the protection zone should have various width and consider all important factors. Existing protection zone delimited around the Bolimów Landscape Park is 200 meters wide and it protects the Park against all negative factors. Moreover, there are no sources of contamination inside the protection zone. The protection zone around the Kampinos National Park, despite its width (3 kilometers) is practically useless as there are many sources of pollution within its borders. Basing on hydrogeological factors alone, the protection zone should be 800–1000 meters wide and should no include sources of pollution.

Key words: national park, landscape park, protection zone, hydrogeological condition

Otulina jako „strefa ochronna wyznaczona indywidualnie dla określonej formy ochrony przyrody zabezpieczającą ją przed zagrożeniami zewnętrznymi” została zdefiniowana w ustawodawstwie polskim pierwszy raz w Ustawie z dn. 16 października 1991 r., o ochronie przyrody. W Ustawie z dn. 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody — otulina zdefiniowana jest jako *strefa ochronna granicząca z formą ochrony przyrody i wyznaczoną indywidualnie dla form ochrony przyrody w celu zabezpieczenia przed zagrożeniami zew-*



Ryc. 1. Lokalizacja obszarów badań

Fig. 1. Location research areas

nętrznymi wynikającymi z działalności człowieka. W myśl ustawy o ochronie przyrody otulinę wyznacza się obligatoryjnie dla parków narodowych, podczas gdy przy innych formach ochrony przyrody np. rezerwat przyrody, park krajobrazowy — warunek ten nie jest konieczny.

Niezależnie od uwarunkowań prawnych dotyczących konieczności lub nie, wyznaczenia strefy otuliny, brak jest jakichkolwiek regulacji prawnych dotyczących metodyki wyznaczania takiej strefy ochronnej wokół formy ochrony przyrody. Powszechnie przyjęte zasady ochrony środowiska wskazują na buforową rolę otuliny jako obszaru ograniczającego szkodliwe oddziaływanie czynników zewnętrznych.

Zachodzące przekształcenia warunków hydrogeologicznych pod wpływem działalności człowieka w Kampinoskim Parku Narodowym (KPN) są dość dobrze rozpoznane i opisane w literaturze tematu. Znacznie gorzej rozpoznany jest jednak wpływ elementów sozologicznych na warunki hydrogeologiczne Bolimowskiego Parku Krajobrazowego (BPK). Obydwa parki są ekosystemami otwartymi, a ze względu na budowę geologiczną podatnymi na wpływy antropogeniczne. Stwierdzono, że zanieczyszczenie wód podziemnych KPN pochodzą z obszarów sąsiednich (Pilichowska-Kazimierska, 1991, 1994).

W pracy przedstawiono elementy hydrogeologiczne, które mają największy wpływ i które powinny być brane pod uwagę przy wyznaczaniu szerokości strefy otuliny wokół

Tab. 1. Tab. 2. Zestawienie wybranych wskaźników składu chemicznego wód w rejonie Kampinoskiego Parku Narodowego 2004 r.

Table 2. Selected physical and chemical parameters of groundwaters in the Kampinos National Park (KPN) area 2004

Wskaźnik Coefficient	Obszar KPN* Area of KPN* Pasy wydymowe (dune belt) n = 13 Pasy bagienne (swamp belt) n = 5			Otulina KPN n = 59** Protection zone of KPN n = 59**			Obszar zagospodarowany otaczający otulinę n = 178** developed area outside of protection zone n = 178**		
	Min. min.	Maks. max.	Śred. mean	Min. min.	Maks. max.	Śred. mean	Min. min.	Maks. max.	Śred. mean
Na ⁺	0,8 3,40	3,45 5,25	2,32 3,87	11,1	96,00	42,21	6,70	300,00	70,37
K ⁺	0,41 0,86	3,25 3,50	1,80 2,78	2,00	118,00	21,75	1,00	244,00	31,02
Ca ²⁺	11,02 69,14	53,30 99,60	19,39 90,38	24,00	148,50	81,89	20,00	592,00	118,47
Mg ²⁺	0,80 2,70	3,00 9,95	1,96 8,03	1,20	27,40	13,79	0,00	85,60	22,87
Cl ⁻	5,60 10,35	21,13 28,29	12,21 16,08	2,50	152,00	33,21	2,00	715,00	59,45
HCO ₃ ⁻	4,39 125,60	88,62 261,09	22,65 216,36	158,60	506,30	291,56	17,00	671,00	335,38
SO ₄ ²⁻	8,00 52,00	64,00 80,00	36,38 66,40	3,00	345,60	88,95	0,00	980,00	123,50
Mineralizacja Mineralization of water	59,61 295,28	239,02 474,21	112,01 430,48	141,00	1173,00	422,24	118,00	2361,00	614,70
pH [-]	3,82 5,8	6,91 7,60	4,60 6,20	7,00	8,00	7,12	6,00	9,90	7,08

*badania własne (Krogulec & Józwiak, 2005), research by authors (Krogulec & Józwiak, 2005); **badania własne, materiały archiwalne IHiGI oraz analizy wykonane dla MHP 1 : 50 000, research by authors, archival papers and chemical analyses for Hydrological Map Poland

form ochrony przyrody. Pracę oparto na dwóch przykładach obszarów chronionych, w których warunki hydrogeologiczne decydują o możliwości rozwoju biocenozy.

Systemy wodonośne otoczenia KPN i BPK

Zarówno otoczenie Kampinoskiego Parku Narodowego, jak i Bolimowskiego Parku Krajobrazowego wywiera zróżnicowany wpływ na ilość i jakość wód podziemnych w obydwu systemach przyrodniczych. Zbliżony typ budowy geologicznej i warunki hydrogeologiczne pozwalają w obydwu regionach wyróżnić rozdzielone systemy lokalnego i regionalnego krążenia wód podziemnych. System lokalny, obejmuje wody krążące głównie w osadach utworów plejstoceniowych — interglacialnych dolin rzecznych oraz w osadach stożków napływowych. System regionalnego krążenia jest częściowo oddzielony od systemu plejstoceniowego niezbyt mięszą strefą nieprzepuszczalnych utworów plioceniowych. System ten obejmuje wody z utworów oligoceniowych i mioceniowych niecki mazowieckiej. Na rozwój biocenozy obydwu obszarów mają jedynie wpływ lokalne systemy krążenia związane z istniejącą siecią rzeczna. Budowa geologiczna decyduje o istnieniu ścisłej więzi hydraulicznej pomiędzy wodami powierzchniowymi i podziemnymi. O ilości i jakości wód w obydwu rejonach decyduje zasilanie atmosferyczne i przepływy lateralne. Zasilanie najwyższego poziomu plejstoceniowego odbywa się wyłącznie za pośrednictwem wód roztopowych i opadów atmosferycznych. Dla Bolimowskiego Parku Krajobrazowego lokalną bazą drenażu jest rzeka Rawka i jej dopływy (m.in. Korabiewka, Skierniewka), podczas gdy na obszarze poziomu błońskiego (w obrębie otuliny) — lokalną bazą jest Utrata i Kanał Olszowiecki.

Przykłady zmian chemizmu wód w wybranych rejonach KPN i BPN

Zróżnicowany udział poszczególnych czynników kształtujących skład chemiczny wód podziemnych na obszarze parku, otuliny oraz poza nią, sprawia, że występują tu znaczne, naturalne zmiany składu chemicznego wód. Nałożenie na warunki naturalne wpływów antropoge-

nicznych, szczególnie w otoczeniu parków powoduje znaczące fluktuacje chemizmu wód podziemnych wyrażone stężeniami poszczególnych składników wód. Powoduje to, że stan zagrożenia wód na obszarach chronionych jest zmienny nie tylko w przestrzeni, ale i w czasie. Wpływ buforowej roli otuliny widać w zestawieniu wybranych wskaźników składu chemicznego wód pierwszego przypowierzchniowego poziomu wodonośnego z poziomem błońskiego (rejon KPN) i Długokąt (rejon BPK) — tab. 1 i 2.

Obserwując zmiany składu chemicznego wód podziemnych na obszarach parków i ich otoczenia wyraźnie zaznacza się trend samooczyszczania się wód w strefie wydzielonej otuliny. W obrębie obszaru chronionego, jak i w strefie otuliny obserwuje się niższe stężenia wybranych parametrów składu chemicznego niż na obszarze otaczającym. W strefie otuliny Kampinoskiego Parku Narodowego wpływ procesów samooczyszczania się wód jest zamaskowany występującym tam znaczącym stopniem zagospodarowania terenu, szczególnie rosnącym w podwarszawskiej strefie zwartej zabudowy miejskiej i podmiejskiej

Zagrożenia wód podziemnych pochodzące z otoczenia

W otoczeniu Kampinoskiego Parku Narodowego i Bolimowskiego Parku Krajobrazowego występuje wiele antropogenicznych przyczyn przekształceń jakości i ilości wód podziemnych. W otulinie obydwu parków istnieje duża liczba niewielkich potencjalnych ognisk zanieczyszczeń (kotłownie, warsztaty, gospodarstw hodowlane, ogrodnicze, cementarne, kotłownie i in.) — jednak powodują one stosunkowo niewielkie zmiany parametrów hydrogeochemicznych wód podziemnych. Poważniejszym problemem są większe obiekty gospodarcze i przemysłowe oraz zanieczyszczenia docierające drogą atmosferyczną (Pilichowska-Kazimierska 1991, 1994). Ważnymi ogniskami zanieczyszczeń są również obszary aglomeracji miejskich — Warszawy i Skierniewic. Zagrożenia obszarowe są związane głównie z użytkowaniem terenu: nieracjonalnie prowadzona gospodarka wodno-ściekowa, gospodarka odpadami, chemizacja rolnictwa, hodowla czy

Tab. 2. Zestawienie wybranych wskaźników składu chemicznego wód w rejonie Bolimowskiego Parku Krajobrazowego (2001–2003 r.)

Table 2. Selected physical and chemical parameters of groundwaters in the Bolimów Landscape Park (BPK) (2001–2003)

Wskaźnik Coefficient	Obszar BPK n = 7* Area of BPK n = 7*			Otulina BPK n = 11** Protection zone of BPK n = 11**			Obszar zagospodarowany otaczający otulinę n = 65** Developed area outside of protection zone n = 65**		
	Min. min.	Maks. max.	Śred. mean.	Min. min.	Maks. max.	Śred. mean.	Min. min.	Maks. max.	Śred. mean.
Na ⁺	0,09	10,90	4,23	0,10	66,90	6,94	0,80	65,92	9,46
K ⁺	0,12	13,90	4,85	0,12	14,90	4,24	0,16	14,05	3,99
Ca ²⁺	4,12	166,84	23,32	5,18	314,59	36,12	11,25	286,54	48,54
Mg ²⁺	0,37	6,01	2,81	0,57	10,93	4,01	0,88	10,93	5,17
Cl ⁻	0,46	14,46	8,15	1,06	25,87	9,66	4,75	25,80	11,12
HCO ₃ ⁻	3,68	119,37	48,67	3,17	264,50	85,78	6,22	264,10	121,78
SO ₄ ²⁻	0,60	64,00	20,69	3,00	108,00	33,56	2,90	105,11	36,35
Mineralizacja Mineralization of water	42,98	359,23	131,63	43,30	635,22	190,53	67,04	677,66	247,63
pH [-]	4,81	7,75	5,70	4,81	7,72	5,86	5,30	7,62	6,14

*badania własne (Józwiak, 2004), research by author (Józwiak, 2004)

też masowy wykup działek budowlanych i rekreacyjnych. Istotnym czynnikiem są również melioracje rolne oraz drenaż wód podziemnych za pośrednictwem ujęć (rejon KPN — ok. 3319 m³/h ; Krogulec, 2001).

W obydwu badanych obszarach zasięg otuliny powinien mieć zasięg zależny od stopnia antropopresji działającego na system wód powierzchniowych i podziemnych. Ochrona jakości wód w obydwu parkach powinna być dostosowana do specyficznych wymagań czynników biotycznych i abiotycznych środowiska. Jednak w chwili obecnej, do realizacji ochrony jakości i ilości wód podziemnych i powierzchniowych obszarów chronionych, stosuje się elementy prawa wodnego, w którym brak jest niestety, szczegółowych wytycznych w tym zakresie.

Kryteria hydrogeologiczne wyznaczania szerokości strefy otuliny

Szerokość strefy otuliny Kampinoskiego Parku Narodowego jest zmienna i w badanym obszarze wynosi maksymalnie 7 km (w rejonie Warszawy), średnio ok. 3 km. Analogiczna strefa, wokół Bolimowskiego Parku Krajobrazowego jest stała i wynosi 200 m.

Materiałami wyjściowymi do racjonalnego wyznaczenia szerokości strefy otuliny głównie powinny być czynniki:

a) przyrodnicze — m.in. kryteria fizjograficzne, budowa geologiczna, rozpoznanie regionalnej i lokalnej zmienności parametrów hydrogeologicznych utworów przypowierzchniowych, rozpoznanie strefowości hydrogeochemicznej wód, ocena potrzeb siedliskowych naturalnych biocenoz, określenie podatności naturalnej;

b) socjoekonomiczne — m.in. ocena wartości społecznych, kulturowych, gospodarczych, zagospodarowanie terenu, projekt ochrony Parku sporządzony zgodnie z Rozp. MŚ z dn. 15 kwietnia 2002 r., ocena rodzaju substancji zanieczyszczających mogących dostać się na obszar parku (z uwzględnieniem szybkości ich degradacji).

Jednym z głównych czynników warunkujących szerokość strefy otuliny jest izolująca rola słabo przepuszczalnych utworów powierzchniowych, wydłużająca czas migracji zanieczyszczonych wód. Tworzy powierzchniowe w otoczeniu i w Parkach Kampinoskim i Bolimowskim są to głównie przepuszczalne osady piaszczyste, odgrywające rolę czynnika sprzyjającego szybkiemu przeniesieniu się zanieczyszczeń na duże odległości.

Naturalną konsekwencją rozpoznania warunków hydrogeologicznych jest stworzenie modelu koncepcyjnego systemu wodonośnego, uwzględniającego system krążenia wód. Istotnym elementem jest zdolność przypowierzchniowych warstw ośrodka (zwłaszcza strefy aeracji) do neutralizacji potencjalnych zanieczyszczeń. Z możliwością buforowania związana jest konieczność rozpoznania w badanym regionie istniejących oraz przyszłych potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, na podstawie planów zagospodarowania przestrzennego.

Uwzględniając jedynie przenoszenie zanieczyszczeń wraz z krążącą wodą w ośrodku porowym oraz małe prędkości przepływu wód podziemnych (w wodonościach porowych na ogół nie przekraczające kilkunastu metrów na rok) szerokość strefy otuliny nie musi być duża, przy założeniu że będą respektowane w niej zasady ochrony środowiska. Wybrany do badań obszar Bolimowskiego Parku Krajobrazowego reprezentuje typowe warunki hydrogeologiczne obszaru. W badanym rejonie BPK prędkość przepływu wód podziemnych waha się (badania prowadzono na

wybranych odcinkach poligonu Długokąty) w przedziale 18,3–25,6 m/rok. Dlatego też istniejąca tu 200-metrowa strefa otuliny powinna zabezpieczyć Park Bolimowski przed negatywnym wpływem zanieczyszczeń migrujących wraz z wodami podziemnymi (wyłączając z rozważań pewne substancje np. pestycydy, których czas połowicznego rozpadu często przekracza 10 lat — Witczak & Adamczyk, 1994; Macioszczyk & Dobrzyński, 2002). Spadki hydrauliczne w rejonie doliny rzeki Rawki, w pobliżu istniejących tam potencjalnych ognisk zanieczyszczeń są o większe i szybkość przepływu wód sięga tam nawet 65,2 m/rok. Problemem jest jednak obecność ognisk zanieczyszczeń w strefie samej otuliny, przez co skraca się czas dotarcia zanieczyszczonych wód na obszar parku i tym samym wyznaczona otulina traci swoje walory ochronne. Powyższe rozważanie nie obejmują problemu przenoszenia atmosferycznego zanieczyszczeń.

Szerokość strefy otuliny w południowej części Kampinoskiego Parku Narodowego, wynosząca średnio 3 km oraz właściwości hydrogeologiczne ośrodka skalnego (Krogulec, 2004, 1997) wydają się być wystarczającym zabezpieczeniem obszaru parku. Jednak stopień zagospodarowania terenu w obrębie otuliny i praktyczne nierespektowanie żadnych ograniczeń na tym obszarze całkowicie eliminują celowość istnienia jej w obecnym stanie. W niektórych obszarach, gdzie wielkość działającej antropopresji jest bardzo duża celowym byłoby wprowadzenie dodatkowo wydzielonego pasa w obrębie istniejącej już strefy otuliny. Przykładem konieczności wprowadzenia takiego pasa jest np. rejon styku aglomeracji warszawskiej z Kampinoskim Parkiem Narodowym. W takim wydzielonym pasie, o szerokości co najmniej 800–1000 m, powinny obowiązywać zaostrzone bierne środki ochrony np. zaostrzone, zasady zagospodarowania przestrzennego (konieczność posiadania na każdej posesji szamba (o ile brak sieci kanalizacyjnej), pozwalanie na budowę wyłącznie domów charakterystycznych dla działek rekreacyjnych, zakaz budowy obiektów przemysłowych itp.). Zaproponowana szerokość 800–1000 m wynika z odległości, na jaką w badanej strefie KPN mogą zostać przeniesione zanieczyszczenia. Opierając się na wyznaczonym przez Krogulec (1997) zakresie wartości współczynnika filtracji utworów tarasu błońskiego szacuje się, że w ciągu roku zanieczyszczenia mogą zostać przeniesione na odległość 170,29–364,82 m. Tym samym okres co najmniej 3 lat, potrzebny na przeniesienie zanieczyszczeń przez taką strefę pozwoli na znaczne zredukowanie ich ilości (wyłączając zanieczyszczenia o długim czasie połowicznego rozpadu).

Szerokość strefy otuliny oparta na parametrach hydrogeologicznych, będzie zatem odwrotnie proporcjonalna do porowatości efektywnej oraz wprost proporcjonalna do współczynnika filtracji i spadku hydraulicznego. Opierając się wyłącznie na przesłankach hydrogeologicznych strefa otuliny powinna sięgać co najmniej 800–1000 m, od granic formy ochrony przyrody. Pozwoliło by to, w założeniu, na uzyskanie kilkuletniego czasu dotarcia zanieczyszczeń do chronionego obszaru. Oczywiście, wielkość ta nie jest miarodajna, w dużym stopniu zależy również od systemu krążenia lokalnego i regionalnego. Inny wymiar powinna mieć wydzielona strefa otuliny, przy założeniu, że kierunek odpływu jest od parku na zewnątrz — wtedy szerokość wydzielonej strefy otuliny może mieć wymiar „symboliczny” kilkunastu-kilkudziesięciu metrów.

Podatność wód podziemnych na zanieczyszczenie, powinna być uwzględniana przy planowaniu i projektowaniu zagospodarowania przestrzennego terenu, lokalizacji obiektów mogących stanowić zagrożenie dla wód podziemnych. Procedury legislacyjne, dotyczące ochrony wód wymagają, w przypadku realizacji inwestycji mogących zagrażać środowisku, sporządzania raportów oddziaływania na środowisko. Raporty te, obok planów zagospodarowania przestrzennego, należą obecnie do najważniejszych instrumentów ochrony środowiska, co bezpośrednio wynika z dostosowania polskiego prawodawstwa z dziedziny ochrony środowiska do dyrektyw Unii Europejskiej (Krogulec, 2004; Macioszczyk i in., 2004).

Obok rozpoznania warunków hydrogeologicznych, należy rozpoznać całokształt elementów sozologicznych — zarówno stanu istniejącego, jak i prognostycznego. Ograniczenia zagospodarowania terenu, muszą być uwzględnione w planach zagospodarowania terenu jednostek samorządu terytorialnego. Biorąc to pod uwagę, należy minimalną szerokość strefy otuliny, ze względów ściśle hydrogeologicznych, ustalić, podobnie jak w przepisach dotyczących ochrony ujęć wód podziemnych jako strefę 25-letniego przepływu wód w pierwszej od powierzchni terenu warstwie wodonośnej. Tak przyjęta szerokość pozwoli, w przypadku konserwatywnych zanieczyszczeń migrujących w wodach podziemnych, na przechwycenie ich, a w przypadku zanieczyszczeń o krótszym czasie połowicznego zaniku na znaczne zmniejszenie ich stężenia przed dotarciem do obszaru parku.

Wnioski dotyczące zasięgu strefy otuliny

Każda forma ochrony przyrody, dla której przewidziano legislacyjnie konieczność lub możliwość wyznaczenia strefy ochronnej wymaga własnych, specyficznych działań dla szeroko rozumianej ochrony przyrody. Czynniki takimi mogą być m.in. budowa geologiczna i związane z nią warunki hydrogeologiczne, ograniczenia w ilości i sposobie poboru wód powierzchniowych i podziemnych, sposób zagospodarowania terenu, rozbudowa sieci wodno-kanalizacyjnych na obszarach wiejskich, nawożenie i in. Czynniki te można zebrać w dwie główne grupy:

a) przyrodnicze — m.in. kryteria fizjograficzne, geologiczno-hydrogeologiczne;

b) socjoekonomiczne — m.in. ocena wartości społecznych, kulturowych i gospodarczych.

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych wraz z koncepcją działania systemu wodonośnego powinno leżeć u podstaw wyznaczenia strefy otuliny. Rozpoznanie takie powinno uwzględniać system krążenia wód i dynamikę zmian antropopresji. Badaniem powinno się objąć strefę o szerokości co najmniej 2 razy większej niż potencjalna, maksymalna szerokość otuliny.

Otulina wyznaczona wyłącznie na podstawie przesłanek hydrogeologicznych powinna obejmować strefę o zmiennej szerokości, uzależnioną od systemu krążenia, rodzaju i wielkości antropopresji. Tak wyznaczona strefa powinna objąć, w miarę możliwości, obszary zasilania wód wnoszonych następnie na obszar parku. W obręb otuliny należy włączyć również, w miarę możliwości strefy ochronne istniejących ujęć wodnych oraz strefy drenażu (w przypadku parków w dolinach rzecznych). Biorąc pod uwagę czynniki hydrogeologiczne zasięg otuliny jako obszaru, gdzie nie powinny być prowadzone żadne formy gospodarki, powinien wynosić 800–1000 m (przy założeniu

że wody dopływają na obszar parku), na zewnątrz od niego powinna być wyznaczona druga część otuliny — z uwzględnieniem czynników socjoekonomicznych. Należy jednak zauważyć, że szerokości strefy otuliny nie można wyznaczyć wyłącznie na podstawie przesłanek hydrogeologicznych. Otulina powinna być wyznaczona w oparciu o badania interdyscyplinarne, równocześnie należy również uwzględnić czynniki ekonomiczne wydzielenia takiej strefy.

Uwzględniając istniejące obecnie regulacje prawne, dotyczące zagospodarowania terenu w obrębie obszarów chronionych, proponuje się przyjęcie jako strefy otuliny — strefy analogicznej do 25-letniego przepływu wód w pierwszej od powierzchni terenu warstwie wodonośnej, z dodatkowo wydzielonym pasem o szerokości do 1000 m (tylko w obszarach odznaczających się silnym wpływem antropopresji na obszar chroniony). Propozycja ta dotyczy wyłącznie obszarów zbudowanych z utworów porowych. W systemach szczelinowych i krasowych należało by wypracować inne systemy zabezpieczeń.

Otulina traktowana jako strefa barierowa musi też uwzględniać możliwość atmosferycznej migracji zanieczyszczeń, stąd podane wyżej uwagi dotyczą minimalnej szerokości strefy otuliny.

Przy wyznaczaniu strefy otuliny należy równolegle zaprojektować sieć monitoringu przyrodniczego, do obserwacji zmian wywołanych przyczynami antropogenicznymi.

Literatura

- JÓZWIAK K. 2004 — Zastosowanie modelowania hydrogeochemicznego do oceny przekształceń składu chemicznego wód podziemnych wybranych odkrytych zbiorników czwartorzędowych. Arch. IHiGI UW.
- KROGULEC E. & JÓZWIAK K. 2005 (w druku) — Badania hydrogeochemiczne w rejonie Kampinoskiego Parku Narodowego (KPN). Mat. XII Konf. Współczesne Problemy Hydrogeologii. Toruń.
- KROGULEC E. 2004 — Ocena podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia w dolinie rzecznej na podstawie przesłanek hydrogeochemicznych. Wyd. UW.
- KROGULEC E. 2001 — Ocena czynników hydrodynamicznych przeobrażeń antropogenicznych wód podziemnych na obszarze KPN. [W:] Współcz. Probl. Hydrogeol., 10, cz. 2. Wrocław: 95–101.
- KROGULEC E. 1997 — Numeryczna analiza struktury strumienia filtracji w strefie krawędziowej poziomu błońskiego (Kotlina Warszawska). Wyd. UW.
- MACIOSZCZYK A., KROGULEC E. & JÓZWIAK K. 2004 — Ocena zagrożeń wód podziemnych Kampinoskiego Parku Narodowego związanych z gospodarką prowadzoną w jego otoczeniu. Arch. WSEiZ.
- MACIOSZCZYK A. & DOBRZYŃSKI D. 2002 — Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wyd. Nauk. PWN.
- PILICHOWSKA-KAZIMIERSKA E. 1994 — Tło hydrochemiczne wód Kampinoskiego Parku Narodowego. [W:] Prognozowanie przemian właściwości gleb Kampinoskiego Parku Narodowego na tle innych komponentów środowiska przyrodniczego. Fundacja Rozwój SGGW.
- PILICHOWSKA-KAZIMIERSKA E. 1991 — Mineralizacja wód podziemnych Kampinoskiego Parku Narodowego jako wskaźnika antropopresji. [W:] Współcz. Probl. Hydrogeol. Warszawa–Jachranka. Wyd. SGGW-AR 48.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dn. 15 kwietnia 2002 r., w sprawie szczegółowych zasad sporządzania projektu planu ochrony dla parku narodowego. Dz. U. 2002 nr 55, poz. 495.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dn. 15 kwietnia 2002 r., w sprawie szczegółowych zasad sporządzania projektu planu ochrony dla parku narodowego. Dz. U. 2002 nr 55, poz. 496.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dn. 15 kwietnia 2002 r., w sprawie szczegółowych zasad sporządzania projektu planu ochrony dla parku narodowego. Dz. U. 2002 nr 55, poz. 497.
- Ustawa** z dn. 16 października 1991 r., o ochronie przyrody. Dz. U. 1991 nr 114, poz. 492.
- Ustawa** z dn. 16 kwietnia 2004 r., o ochronie przyrody. Dz. U. 2004 nr 92, poz. 880.
- WITCZAK S. & ADAMCZYK A. 1994 — Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. T.I. Wyd. Bibl. Monitoringu Środ. Warszawa.