

Ogólna ocena stanu wód podziemnych na terenie Gdańska i Sopotu – podsumowanie

Mirosław Lidzbarski¹, Agnieszka Karwik¹, Zbigniew Kordalski¹, Tomasz Kowalewski¹,
Beata Pasierowska¹, Krzysztof Sokołowski¹, Anna Szelewicka¹, Ewa Tarnawska¹

Groundwater assessment in the Gdańsk and Sopot area – a summary. Prz. Geol., 64: 427–435.

Abstract. This paper synthetically describes results of research conducted in Gdańsk in 2009–2014. The chemical composition of groundwater varies between aquifers. Intermoraine, Miocene and Oligocene aquifers conduct freshwater with a mineralisation of below 600 mg/dm³. These waters preserve natural chemical composition and are characterized by first- and second-class quality. The groundwater of the Cretaceous formation are low-mineralised and represent mainly the HCO₃-Na type and, to a smaller extent, to the HCO₃-Ca type. High concentrations of fluoride ion are also a specific feature of these waters, reaching even 2 mg/dm³ in some places. The groundwater composition of the Pleistocene-Holocene aquifer is often altered due to the impact of anthropogenic factors. The performed study has enabled identification of zones of past groundwater pollution. The work was focused on determining the type, extent, concentration and the rate of transport of contaminants. Two zones of polluted water have been identified with different specific substances. Based on the study, activities aimed at reducing the risks and improving an appropriate water management have been undertaken, particularly with regard to the endangered groundwater intakes.

Keywords: groundwater, groundwater monitoring, chemical composition and quality of groundwater, resistance to pollution

Pod względem stanu chemicznego, ujęcia w Gdańsku i Sopocie wyróżniają się dobrym stanem wód, najczęściej w II, a niekiedy w I klasie jakości (Rozporządzenie, 2008). Dotyczy to przede wszystkim wód głębszych poziomów wodonośnych: mioceńskiego, czwartorzędowo-mioceńskiego, oligoceńskiego i kredowego. Natomiast stan chemiczny wód na ujęciach zlokalizowanych w strefie nadmorskiej Gdańska jest zróżnicowany. Częściowo zagrożone wysoką podatnością na presję czynników antropogenicznych są ujęcia „Czarny Dwór”, „Zaspa Wodna”, „Grodza Kamienna” i „Lipce”, które ujmują czwartorzędowe piętro wodonośne. W ich otoczeniu stwierdzono występowanie ognisk zanieczyszczeń oraz wód zdegradowanych. W efekcie jakość wód plejstoceno-holocenońskiego poziomu wodonośnego jest obniżona do III, a lokalnie do IV i V klasy (ryc. 1).

Wyniki prac badawczych realizowanych w Gdańsku i Sopocie w latach 2009–2014 (Kordalski i in., 2012; Lidzbarski i in., 2014) umożliwiły dokonanie całościowej oceny stanu zasobów i jakości wód podziemnych w obrębie wszystkich użytkowych poziomów wodonośnych.

SKŁAD CHEMICZNY I JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH

Analizując stan chemiczny wód podziemnych, uwzględniono wyniki badań z okresu 2011–2014. Największą liczbę próbek pobrano w latach 2011–2012, kiedy to realizowano pierwszy etap prac (monitoring diagnostyczny) w kilkuletnim cyklu badawczym (Kordalski i in., 2012). Opróbowano wszystkie czynne i nieczynne studnie na ujęciach komunalnych oraz dostępne otwory obserwacyjne, które znajdowały w obrębie Tarasu Nadmorskiego, Żuław Gdańskich oraz w strefie krawędziowej Pojezierza Kaszubskiego. Na Tarasie Nadmorskim i Żuławach Wiślanych, gdzie są zlokalizowane największe ujęcia komunalne,

dokonano dwukrotnego poboru próbek wody. Wykonanie tych badań w krótkim czasie pozwoliło zinterpretować wyniki, jako jednoczasowy obraz stanu chemicznego wód wszystkich użytkowych poziomów wodonośnych (tab. 1).

W rejonie Gdańska i Sopotu przedmiotem oceny stanu chemicznego były wody zwykle niezasolone, użytkowane przez mieszkańców aglomeracji gdańskiej. Skład chemiczny wód podziemnych występujących we wszystkich piętrach wodonośnych jest zbliżony. Są to wody charakterystyczne dla młodoglacjalnych obszarów północnej Polski. W międzymorenowych oraz plejstoceno-holocenońskim poziomie wodonośnym dominuje typ chemiczny HCO₃-Ca i HCO₃-Ca-Mg. Tylko w centralnej części Żuław Gdańskich przeważają wody HCO₃-Ca-Na i HCO₃-Na (ryc. 2). Natomiast w północnej części delty Wisły, na terenach depresyjnych, występują wody o złożonym składzie chemicznym (HCO₃-Cl-Ca-Na) oraz wody chlorkowo-sodowe (Cl-Na).

Wody podziemne mioceńskiego oraz oligoceńskiego piętra wodonośnego są najczęściej wodami wodorowęglanowo-wapniowymi lub wodorowęglanowo-wapniowo-sodowymi, natomiast gdańskiego zbiornika górnokredowego – typu HCO₃-Na. Tylko w strefie krawędziowej Pojezierza Kaszubskiego oraz wzdłuż zachodniej krawędzi Żuław Gdańskich występują wody HCO₃-Na-Ca. W pobliżu wschodnich granic Gdańska stwierdzono wody typu Cl-HCO₃-Na. Typ chemiczny wód kredowego piętra wodonośnego jest zbliżony: HCO₃-Ca, HCO₃-Na-Ca oraz HCO₃-Na. Wody podziemne typu HCO₃-Na-Ca, występują w zachodniej części Żuław Gdańskich oraz w strefie krawędziowej Pojezierza Kaszubskiego. Na Tarasie Nadmorskim i we wschodniej części Żuław Gdańskich dominują wody typu HCO₃-Na.

Skład chemiczny wód międzymorenowych poziomów wodonośnych w strefie krawędziowej Pojezierza Kaszub-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza, ul. Kościńska 5, 80-328 Gdańsk; mirosław.lidzbarski@pgi.gov.pl, agnieszka.karwik@pgi.gov.pl, zbigniew.kordalski@pgi.gov.pl, tomasz.kowalewski@pgi.gov.pl, beata.pasierowska@pgi.gov.pl, krzysztof.sokolowski@pgi.gov.pl, anna.szelewicka@pgi.gov.pl, ewa.tarnawska@pgi.gov.pl.

skiego jest bliski tła naturalnego. Są to wody średnio twarde (171–369 mgCaCO₃/dm³), słabo zmineralizowane, o odczynie pH obojętnym 6,8–9,7, sucha pozostałość nie przekracza na ogół 450 mg/dm³. Średnia zasadowość oscyluje wokół 210 mgCaCO₃/dm³. Barwa, mimo że jest dość zróżnicowana i mieści się w zakresie 0–38 mgPt/dm³, to w 80% nie przekracza 15 mgPt/dm³. Zawartość jonu chlorkowego waha się w granicach 3–277 mgCl/dm³, chociaż najczę-

ściej nie przekracza 25 mgCl/dm³. Stężenie siarczanów zawiera się w przedziale 0,6–163 mgSO₄/dm³, a wartość średnia wynosi 41,5 mgSO₄/dm³. Koncentracja związków azotowych jest na ogół niska, bliska tła naturalnego, a związki amonowe nie przekraczają 0,5 mgNH₄/dm³. Podwyższone stężenie w próbkach wody z niektórych miejsc (0,5–3,3 mgNH₄/dm³) wynika prawdopodobnie z przyczyn naturalnych i cechuje je rozkład mozaikowy. Stężenie

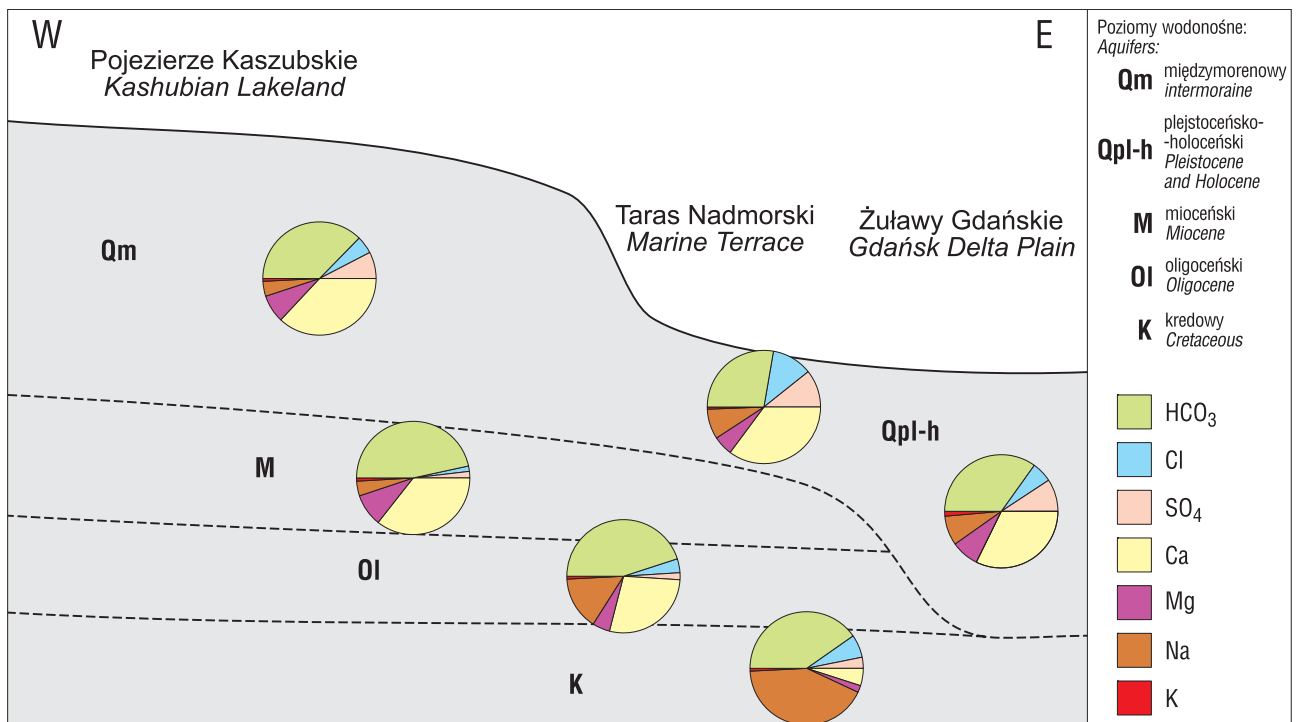


Ryc. 1. Jakość wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonośnego w Gdańsku i Sopocie
Fig. 1. Quality of groundwater of the quaternary multiaquifer formation in Gdańsk and Sopot area

Tab. 1. Wybrane cechy fizyczne i stężenia jonów i wód podziemnych w Gdańsku i Sopocie
Table 1. Selected parameters and ion concentrations in Gdańsk and Sopot groundwater

Parametr Parameter	x – średnia average min – minimum max – maximum		Q						M, Ol		K	
			Taras Nadmorski		Żuławy Gdańskie		Strefa krawędziowa Slope area		Taras Nadmorski Żuławy Gdańskie			
			Liczba próbek / Number of samples									
			133		177		90		17		21	
Przewodność Conductivity [μS/cm]	x		851,00		774,20		496,10		400,6		605,60	
	min	max	196,0	4880,0	380,0	2700,0	243,0	1488,0	320,0	447,0	364,0	788,0
Barwa Colour [mgPt/dm ³]	x		4,2		0,2		5,4		6,9		13,9	
	min	max	1,0	37,0	0,0	8,0	0,0	38,0	2,0	20,0	4,0	40,0
Sucha pozostałość Dry residue [mg/dm ³]	x		664,0		473,0		275,80		255,8		406,2	
	min	max	180,0	3416,0	215,0	524,0	226,0	538,0	202,0	313,0	338,0	444,0
pH [-]	x		7,3		7,44		7,58		7,46		8,36	
	min	max	6,37	9,32	4,47	11,44	7,02	9,76	7,29	7,75	7,49	8,84
Zasadowość Basicity [mgCaCO ₃ /dm ³]	x		50,8		316,20		211,30		210,8		282,7	
	min	max	80,0	299,0	187,0	439,0	102,0	397,0	170,0	275,0	224,0	340,0
Twardość og. Hardness [mgCaCO ₃ /dm ³]	x		291,7		179,4		213,5		199,6		26,9	
	min	max	76,0	1553,0	208,0	319,0	171,0	369,0	160,0	220,0	8,0	126,0
SiO ₂ [mg/dm ³]	x		20,4		25,3		17,4		22,2		30,2	
	min	max	0,9	34,1	1,8	50,7	1,6	29,7	20,3	23,8	25,6	34,1
HCO ₃ [mg/dm ³]	x		292,7		386,0		259,0		285,5		306,2	
	min	max	90,0	365,0	228,0	386,0	124,0	484,0	207,0	335,0	5,0	366,0
SO ₄ [mg/dm ³]	x		89,0		80,5		41,5		8,6		18,9	
	min	max	0,5	600,0	0,6	500,0	0,6	163,0	0,5	12,6	6,9	50,8
Cl [mg/dm ³]	x		70,2		37,7		20,5		5,0		29,0	
	min	max	9,4	800,0	4,79	550,0	3,7	277,0	3,56	11,3	4,2	139,0
Na [mg/dm ³]	x		39,1		35,7		10,9		8,5		138,7	
	min	max	4,7	403,2	6,4	350,4	3,9	86,4	6,0	14,8	32,2	191,7
Ca [mg/dm ³]	x		139,3		119,5		82,3		62,4		14,2	
	min	max	8,4	566,1	41,0	298,2	26,1	147,7	43,9	71,3	2,4	92,6
Mg [mg/dm ³]	x		13,4		17,8		10,7		9,8		3,5	
	min	max	0,5	46,7	9,5	43,5	3,2	34,3	6,4	14,7	0,5	14,8
K [mg/dm ³]	x		4,76		10,0		3,4		3,1		4,4	
	min	max	1,0	27,4	3,2	67,4	1,0	12,6	2,2	6,9	1,7	8,2
NH ₄ [mg/dm ³]	x		0,27		1,25		0,29		0,31		0,57	
	min	max	0,05	2,84	0,05	22,4	0,03	3,3	0,07	0,53	0,05	0,87
NO ₃ [mg/dm ³]	x		16,5		6,9		1,3		0,2		0,16	
	min	max	0,01	133,0	0,04	170,0	0,01	29,5	0,01	1,3	0,01	1,5
Fe [mg/dm ³]	x		1,9		2,3		2,1		1,2		0,09	
	min	max	0,01	32,6	0,002	13,6	0,04	22,9	0,8	4,8	0,01	0,84
Mn [mg/l]	x		0,23		0,36		0,151		0,155		0,003	
	min	max	0,001	1,534	0,01	2,832	0,001	0,898	0,126	0,185	0,001	0,017
F [mg/dm ³]	x		0,15		0,35		0,25		0,39		1,13	
	min	max	0,1	2,3	0,00	1,13	0,1	1,02	0,17	0,98	0,21	2,71
Sr [mg/dm ³]	x		0,41		0,58		0,23		0,38		0,35	
	min	max	0,09	1,66	0,26	1,4	0,08	0,68	0,3	0,55	0,09	0,64

Q – czwartorzędowe poziomy wodonośne (*Quaternary aquifers*), M – mioceniński poziom wodonośny (*Miocene aquifer*), Ol – oligoceniński poziom wodonośny (*Oligocene aquifer*), K – kredowy poziom wodonośny (*Cretaceous aquifer*)



Ryc. 2. Skład chemiczny wód podziemnych
Fig. 2. Chemical composition of groundwater

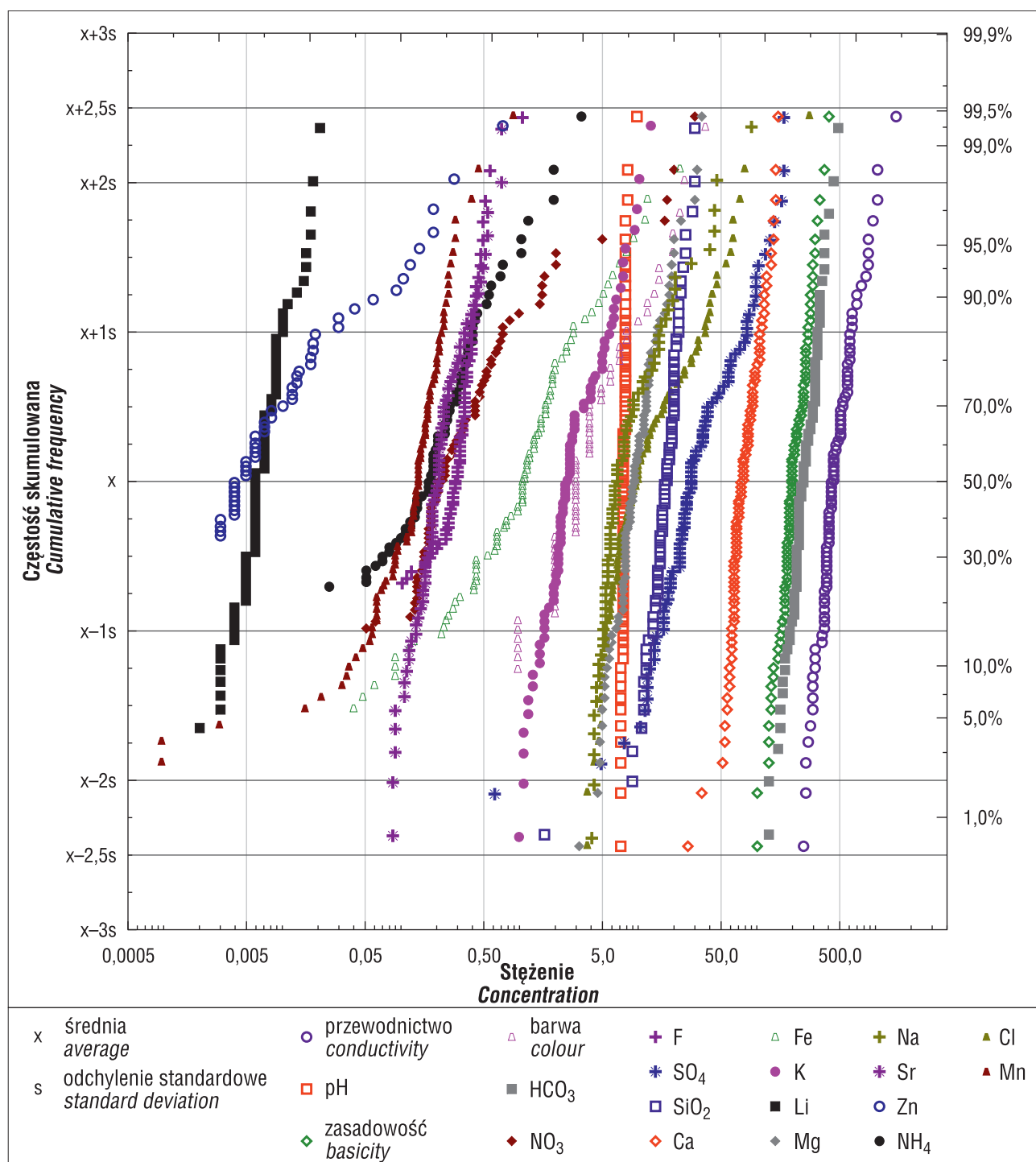
związków żelaza kształtuje się na ogół w granicach 0,2–4,2 mgFe/dm³, a związków manganu pomiędzy 0,01 a 0,3 mgMn/dm³. Nie zaobserwowano zawartości metali i związków organicznych, które wykraczałyby poza naturalne tło hydrochemiczne. Wody poziomów międzymorenowych są dobrej jakości i należą do II klasy (ryc. 3).

Na Żuławach Gdańskich wody podziemne plejstoceniśko-holoceniśkiego poziomu wodonośnego są słabo zmineralizowane, najczęściej do 490 mg/dm³. Jony chlorkowe występują na ogół w stężeniach 15–65 mgCl/dm³. Lokalnie, zwłaszcza w płytszej części poziomu wodonośnego, wartości te są wyższe, co można wiązać z oddziaływaniami antropogenicznymi. Stopień obciążenia związkami azotowymi jest różny: wynosi średnio ok. 7 mgNO₃/dm³, a podwyższone zawartości NO₃⁻ – do 170 mgNO₃/dm³ odnotowuje się lokalnie w stropowej części poziomu wodonośnego, najczęściej w sąsiedztwie gospodarstw rolnych lub ogrodniczych. Zawartość amoniaku na całym obszarze zmienia się od 0,05 do 22,4 mgNH₄/dm³, przy czym przeważnie nie przekracza 1,25 mgNH₄/dm³. Stężenie siarczanów w wodach kształtuje się w granicach 1–500 mgSO₄/dm³, najczęściej do 80 mgSO₄/dm³ (w 80% próbek). Wody podziemne charakteryzują się zróżnicowanymi stężeniami związków żelaza i manganu. Koncentracja związków żelaza zmienia się od 0,02 do 13,6 mgFe/dm³, jednak na przeważającym obszarze nie przekracza 4,0 mgFe/dm³, w wyższych ilościach występuje w seriach wodonośnych przykrytych warstwą utworów organicznych. Stężenia manganu z reguły nie przekraczają 0,4 mgMn/dm³. Wody plejstoceniśko-holoceniśkiego poziomu wodonośnego na Żuławach Gdańskich są dobrej jakości i zalicza się je do II klasy. Wyjątkiem jest strefa wód zanieczyszczonych, występująca na północ od ujęcia „Lipce”. Koncentracja benzenu w wodach podziemnych przekracza dopuszczalne stężenia dla wód pitnych, co powoduje, że nie mogą one być używane do celów spożywczych. Wody te są zaliczane do III i IV klasy jakości.

Lokalnie w wodach niektórych piezometrów stwierdzono podwyższone stężenia potasu i azotanów oraz związków z grupy BTX (lotnych węglowodorów aromatycznych) i VOC (lotnych związków organicznych).

W rejonie nieczynnego ujęcia „Grodza Kamienna” występują wody III klasy jakości. Koncentracja jonu amonowego jest podwyższona w stężeniach, które odpowiadają III i IV klasie. W niektórych piezometrach stwierdzono podwyższoną zawartość WWA odpowiednią dla III klasy (ryc. 4). W północnej części Żuław Gdańskich wody podziemne plejstoceniśko-holoceniśkiego poziomu wodonośnego są niskiej jakości z uwagi na obecność wód słonawych, w których stężenie jonu chlorkowego kilkakrotnie przekracza dopuszczalne zawartości dla wód pitnych.

Na Tarasie Nadmorskim w zasadniczej części czwartorzędowego poziomu wodonośnego występują wody wodorowęglanowo-wapniowe, miejscami wodorowęglanowo-wapniowo-siarczanowe. Lokalnie stwierdza się w nich podwyższone stężenia żelaza i manganu. Przewodność PEW wód podziemnych w studniach i piezometrach nie przekracza najczęściej 900 µS/cm. Koncentracje podstawowych parametrów fizykochemicznych wód są znacznie zmienione w wyniku presji antropogenicznych (tab. 1). Pod względem zasolenia przeważają wody o średnim stężeniu jonu chlorkowego – ok. 70 mgCl/dm³. Siarczany występują w stężeniach ok. 900 mgSO₄/dm³. W ponad 80% próbek stężenie amoniaku nie przekracza 0,4 mgNH₄/dm³, jednak notuje się także wysokie ich zawartości, bo przekraczające 1,0 mgNH₄/dm³. W wodach z niektórych studni ujęć komunalnych, notuje się podwyższone stężenia azotanów i azotanów. Stężenie fluorków dochodzi maksymalnie do 2,3 mgF/dm³, a związków żelaza i manganu oscyluje w granicach 0,01–32,6 mgFe/dm³ i 0,01–1,5 mgMn/dm³. Nie stanowią one jednak zanieczyszczeń antropogenicznych, lecz są naturalnym składnikiem wód podziemnych. W trakcie eksploatacji wód na ujęciach komunalnych wzrasta twardość wody oraz stężenia siarczanów, związków żelaza



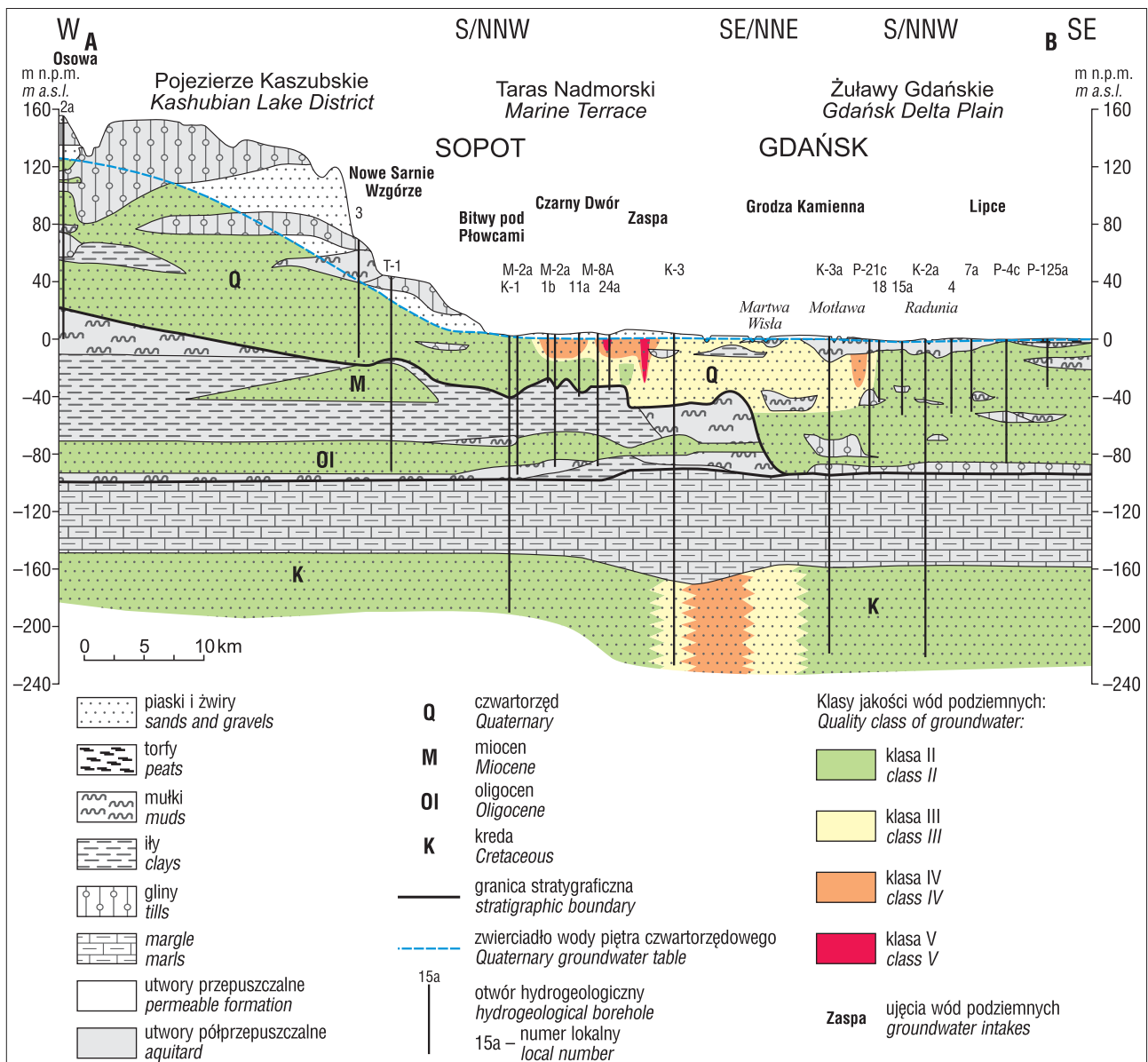
Ryc. 3. Wykres częstości skumulowanej składników chemicznych wód międzymorenowych poziomów wodonośnych
Fig. 3. Cumulative frequency diagrams of chemical components groundwater from intermoraines aquifers

i manganu. Większość wód podziemnych na Tarsie Nadmorskim odpowiada II klasie jakości (ryc. 4).

W niektórych studniach ujęcia „Czarny Dwór” i „Zaspa Wodna” oraz w otworach obserwacyjnych stwierdzono podwyższone zawartości związków organicznych, takich jak: WWA, fenole, pestycydy oraz VOC. Ich obecność w wodach podziemnych jest efektem presji czynników antropogenicznych oraz zanieczyszczeń historycznych. Skład chemiczny wód w stropowej części poziomu wodonośnego jest w znacznym stopniu zmieniony czynnikami antropogenicznymi. Przeważa w nim III i IV klasa jakości wód.

Chemizm wód podziemnych kredy górnej różni się przede wszystkim stężeniem jonów wapnia i sodu oraz amoniaku, fluorków i żelaza. W rejonie Gdańska, a także Sopotu wody te są nisko zmineralizowane, o suchej pozostałości nie przekraczającej najczęściej 400 mg/dm³. Przewodnictwo elektryczne zmienia się w granicach od 364 do 7880 μS/cm. Niskie stężenie jonów wapnia i magnezu sprawia, że wody subniecki Gdańskiej są najczęściej miękkie i bardzo miękkie (8–126 mgCaCO₃/dm³). Stężenia jonu chlorkowego są niskie i najczęściej występują w przedziale od kilku do kilkunastu mgCl/dm³, wzrastają natomiast w kierunku wschodnim i na ujęciu „Krakowiec” wynoszą one 139 mgCl/dm³ (ryc. 5).

Obciążenie związkami azotowymi jest związane z występowaniem jonu amonowego, którego stężenie zmienia się od 0 do 0,87 mgNH₄/dm³. Maksymalne jego zawartości



Ryc. 4. Przekrój hydrochemiczny
Fig. 4. Hydrochemical cross-section

stwierdzono na obszarze rozciągającym się od Pruszcza Gdańskiego do Gdańska-Chełma ($2,7$ i $1,5$ $\text{mgNH}_4/\text{dm}^3$). Fluorki występują zasadniczo w stężeniach nie przekraczających $1,5$ mgF/dm^3 . Tylko w południowej części Tarasu Nadmorskiego (wyspa Ostrów) oraz centralnej części Żuławy Gdańskich przekraczają $1,5$ mgF/dm^3 , osiągając maksymalną wartość $2,71$ mgF/dm^3 w Gdańsku-Krakowcu. W większości ujęć miejskich Gdańska i Gdyni stwierdzono występowanie zapachu siarkowodoru.

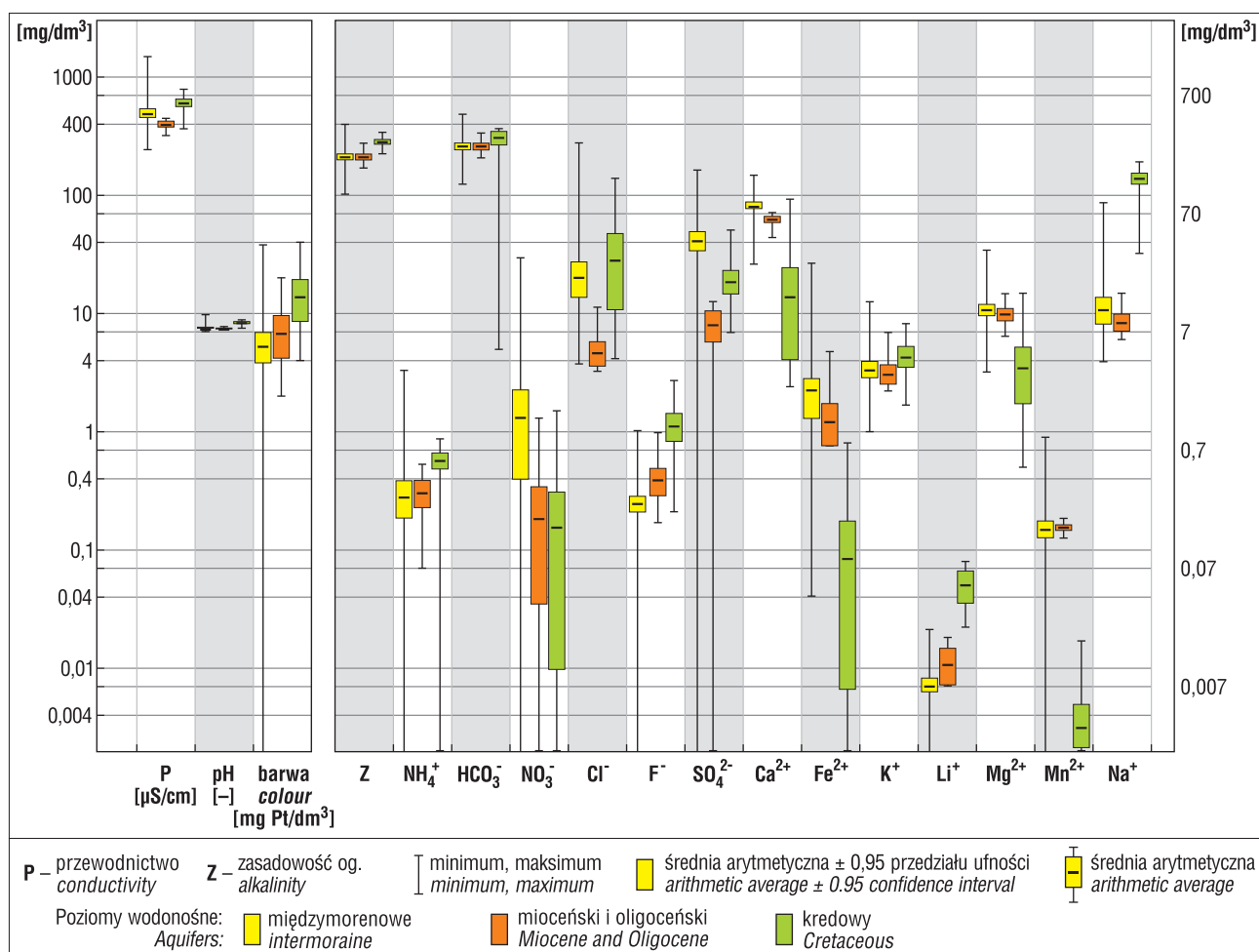
Wody podziemne kredy charakteryzują się zróżnicowanymi stężeniami żelaza i manganu. Stężenie żelaza zmienia się od 0 do $0,84$ mgFe/dm^3 , najczęściej nie przekracza $0,1$ mgFe/dm^3 . Ilość manganu jest mniej zróżnicowana i najczęściej nie wynosi więcej niż $0,003$ mgMn/dm^3 .

Aktualny stan dynamiki i poziom eksploatacji wód podziemnych w rejonie Gdańska jest zrównoważony i nie zagraża zmniejszeniu zasobów wodnych. Większość ujęć komunalnych ma znaczne rezerwy wód podziemnych (Lidzbarski & Sadurski, 2013). W Sopocie dotyczy to wszystkich ujęć, a w Gdańsku tych zlokalizowanych w zachodniej części miasta.

NATURALNA ODPORNOŚĆ I STOPIEŃ ZAGROŻENIA WÓD PODZIEMNYCH

Stopień zagrożenia wód podziemnych występujących w rejonie aglomeracji gdańskiej jest determinowany przez naturalną odporność wód podziemnych oraz obecność, rodzaj, stężenie substancji zanieczyszczających i wielkość ognisk zanieczyszczeń na powierzchni terenu. Najwyższą odpornością cechują się wody międzymorenowych poziomów wodonośnych oraz wody wgłębne w neogeńsko-paleogeńskim i kredowym piętrze wodonośnym. Warstwy wodonośne są całkowicie izolowane od powierzchni terenu kompleksami utworów słabo przepuszczalnych. Z tego względu strefa krawędziowa Pojezierza Kaszubskiego stanowi obszar perspektywiczny dla zaopatrzenia w wodę południowej części aglomeracji gdańskiej i rozwoju ujęć komunalnych (ryc. 6).

Najbardziej zagrożone są czwartorzędowe poziomy wodonośne występujące na obszarze Gdańska i Sopotu w granicach Tarasu Nadmorskiego oraz w zachodniej części Żuławy Gdańskich. Wody podziemne są praktycznie pozaba-



Ryc. 5. Skład chemiczny wód z międzymorenowych, mioceńskiego, oligoceńskiego i kredowego poziomu wodonośnego
Fig. 5. Chemical composition of groundwater from: intermoraine, Miocene, Oligocene and Cretaceous aquifers

wione naturalnej warstwy izolacyjnej. Zwierciadło wody występuje płytko, najczęściej na głębokości od 0 do 15 m. W efekcie odporność poziomu wodonośnego na przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu jest bardzo słaba. Zagrożenie stanowią pobliskie tereny zurbanizowane i uprzemysłowione, strefy wód zdegradowanych o charakterze zanieczyszczeń historycznych, a także słonawe wody Martwej Wisły i kanałów stoczniowych.

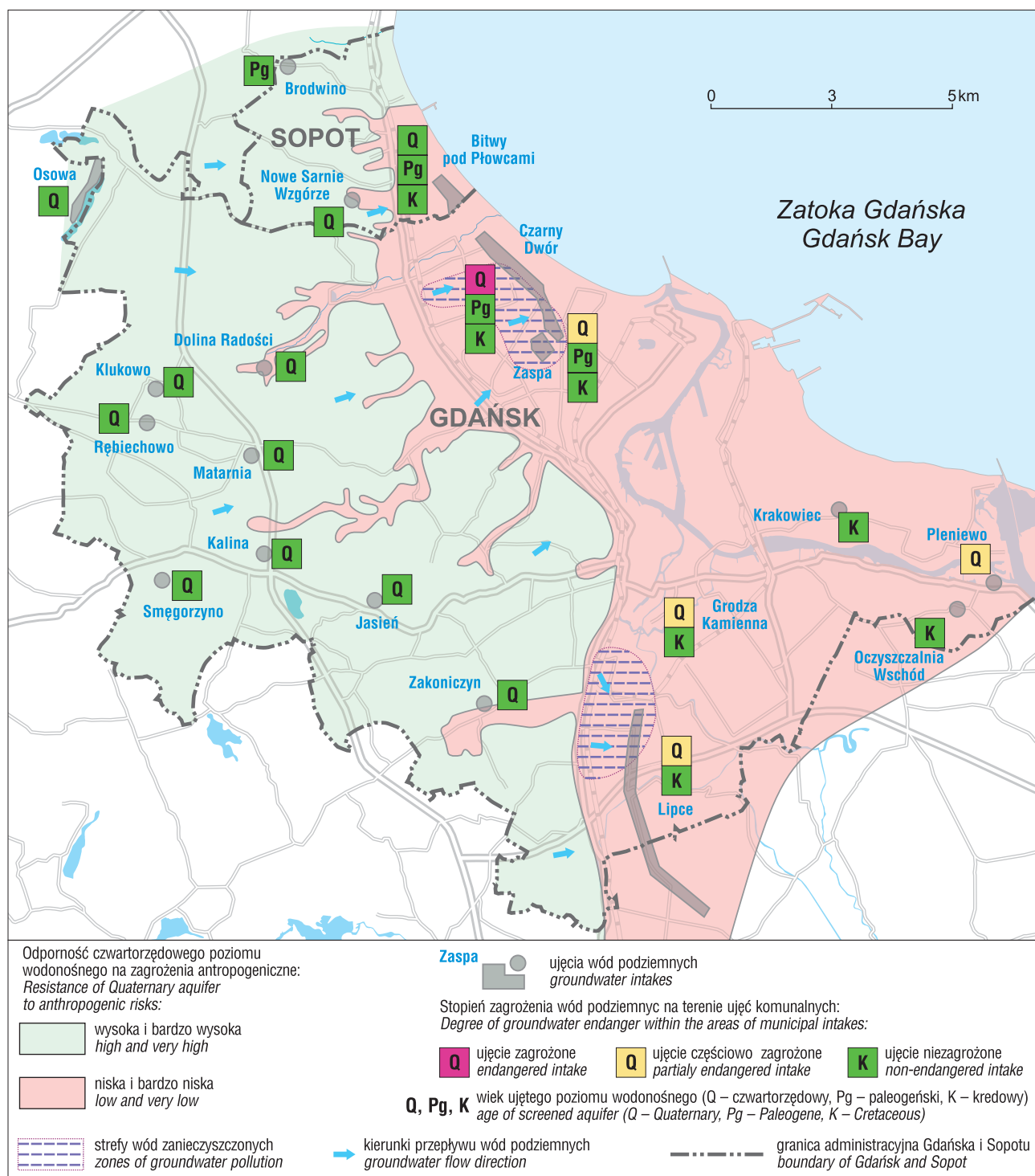
Jednak stopień i charakter zagrożeń nie jest jednorodny. W Sopocie, pomimo niskiej odporności czwartorzędowego poziomu wodonośnego, wody podziemne są słabo zagrożone z uwagi na brak istotnych ognisk zanieczyszczeń na powierzchni terenu. Na stan chemiczny wód podziemnych korzystnie wpływa układ hydrodynamiczny, zapewniając dopływ czystych wód spod wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego. W płytkich wodach podziemnych odnotowano pojedyncze przypadki podwyższonych stężeń związków organicznych, które wskazują na niekorzystny wpływ czynników antropogenicznych. Mają one charakter lokalnych anomalii, nie obniżają dobrej jakości wód całego poziomu wodonośnego.

Na Tarasie Nadmorskim wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego są zagrożone niekorzystnym wpływem czynników antropogenicznych. Na powierzchni terenu dominuje zabudowa wielkomiejska. Obecne są rzeczywiste i potencjalne ogniska zanieczyszczeń. W wodach podziemnych stwierdzono zanieczyszczenia, które lokalnie obniżają jakość wód oraz ich dostępność.

Na Żuławach Gdańskich w czwartorzędowym poziomie wodonośnym przeważają wody niezagrożone zanieczyszczeniami. Tylko lokalnie mogą być one narażone na niekorzystne działanie czynników antropogenicznych. W północnej części ujęcia „Lipce” możliwe jest przenikanie zanieczyszczonych wód z rowów melioracyjnych do warstwy wodonośnej.

W rejonie Martwej Wisły wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego są zagrożone wpływem czynników geogenicznych i antropogenicznych. Teren jest silnie zurbanizowany. Obecne są rzeczywiste i potencjalne ogniska zanieczyszczeń. W niektórych miejscach stwierdzono zanieczyszczenia, które obniżają jakość wód podziemnych. Zasoby wodne ograniczają strefy wód słonych i zasolonych oraz możliwość ingresji wód słonych z Martwej Wisły i kanałów portowych. Z tego względu na tym terenie wody z utworów czwartorzędowych nie stanowią użytkowego poziomu wodonośnego.

Z uwagi na naturalną odporność, uwarunkowania hydrogeologiczne oraz skład chemiczny wód podziemnych, stopień zagrożenia zanieczyszczeniami poszczególnych poziomów wodonośnych na ujęciach komunalnych jest zróżnicowany (ryc. 1). Większość ujęć na terenie Gdańska oraz wszystkie w Sopocie nie są zagrożone i ujmują czyste wody o składzie chemicznym zmienionym w niewielkim stopniu lub bliskim tła naturalnego. Dotyczy to zwłaszcza międzymorenowych poziomów wodonośnych oraz wód miocenu, oligocenu i kredy, które są dobrze izolowane od presji czynników antropogenicznych.



Ryc. 6. Naturalna odporność oraz stopień zagrożenia wód podziemnych w rejonie aglomeracji gdańskiej
Fig. 6. Natural resistance to pollution and degree of groundwater endangering in the area of Gdansk agglomeration

Inna sytuacja występuje w strefie nadmorskiej, gdzie wody w czwartorzędowym piętze wodonośnym nie są wystarczająco izolowane od niekorzystnych wpływów z powierzchni terenu. Najbardziej zagrożone są wody plejstoceńsko-holocenijskiego poziomu wodonośnego ujęć „Czarny Dwór” i „Zaspa Wodna”. Od kilkunastu lat narasta presja ze strony wód zdegradowanych i ognisk zanieczyszczeń zidentyfikowanych w strefie dopływu wód. Ujęcie „Lipce” zaliczono do ujęć częściowo zagrożonych, ponieważ skrajne studnie w północnej części są

pod niekorzystnym wpływem wód zanieczyszczonych benzenem i niektórymi związkami z grupy chloroetenów.

Spośród czynników geogenicznych najbardziej zaznacza się wpływ anomalii fluorkowej na skład chemiczny wód kredowego piętra wodonośnego na Żuławach Gdańskich.

REKOMENDACJE I ZALECENIA

Na podstawie wyników z przeprowadzonych prac oraz badań na terenie Gdańska i Sopotu zostały opracowane

Tab. 2. Proponowany zakres obserwacji i badań w wybranych piezometrach ujęć komunalnych Gdańska i Sopotu
Table 2. The proposed scope of observations and researches at selected piezometers of groundwater intake in Gdańsk and Sopot

Nazwa ujęcia wód podziemnych <i>Name of the groundwater intake</i>	Wybrane piezometry <i>Selected piezometers</i>	PZ		Składniki chemiczne / <i>Chemical components</i>																	
				GS		MC		Det.		Benz.		BTX		WWA		VOX		Pest.		Fenole	
Czarny Dwór	P-7	4	4	1	1	1		1		1		1	1	1	1	1		1		1	
	P-17B	4	4	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1					1
	P-IIIIB	4	4	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1			1
Zaspa Wodna	P-23A	4	4	1	1	1		1				1		1							1
	P-23B	4	4	1	1	1		1	1	1		1		1	1	1					1
	P-4/ZKM	4	4	1	1	1	1	1	1	1		1		1		1					1
Lipce	P-18a	4	4	1	1	1		1		1		1		1		1		1			1
	P-18b	4	4	1	1	1		1		1		1		1		1		1			1
Pręgowo	P-12	4	4	1	1	1		1		1		1		1		1		1			1
Osowa	P-1	4	4	1		1		1				1		1		1					1
Grodza Kamienna	P-1d	4	4	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1					1
	P-1g	4	4	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1					1
Dolina Radości	P-3	4	4	1	1	1		1				1		1		1					1
Bitwy pod Płowcami	P-II	4	4	1	1	1		1	1	1		1	1	1	1	1					1
	P-VI	4	4	1	1	1		1	1	1		1	1	1		1		1			1
Nowe Sarnie Wzgórze	P-1	1		1		1		1				1		1		1					1

PZ – liczba pomiarów zwierciadła wody (*number of measurements of water level*), GS – główne składniki (*major and minor components*), MC – mikroskładniki (*trace components*), Det. – detergenty (*detergents*), Benz. – benzyny i oleje (*benzene and oils*), Pest. – pestycydy (*pesticides*), Fenole (*phenols*)

1 – pierwszy rok obserwacji (*the first year of observation*)

1 – drugi i trzeci rok obserwacji (*the second and third year of observation*)

rekomendacje, które mają na celu monitorowanie stref wód zanieczyszczonych oraz ograniczenie ich negatywnych skutków dla wód podziemnych.

Konieczne jest utworzenie systemów monitorowania środowiska gruntowo-wodnego wraz z opracowaniem odpowiedniej dokumentacji hydrogeologicznej. Prowadzenie monitoringu wód podziemnych pozwoli na rozpoznanie procesów samooczyszczania. W tym celu zaleca się trzyletni okres obserwacji i badań. Wyniki tych badań pozwolą podjąć decyzje o ewentualnych działaniach wspomagających procesy samooczyszczania lub rekultywację warstw wodonośnych wraz z ich nadkładem.

W otoczeniu ujęć zagrożonych: „Czarny Dwór”, „Zaspa Wodna” i „Lipce” zaleca się:

– weryfikację obecnego systemu monitorowania wód podziemnych;

– opracowanie zasad eksploatacji wód w zależności od stwierdzonej skali zagrożenia;

– ocenę zapisów dotyczących strefy ochronnej, być może także zasobów eksploatacyjnych ujęć.

Na podstawie wyników prac badawczych oraz uwarunkowań hydrogeologicznych gdańskiego systemu wodonośnego został ustalony zakres i częstotliwość prowadzenia obserwacji, a także badań w rejonach ujęć komunalnych Gdańska i Sopotu (tab. 2). Rekomendowano prowadzenie monitoringu wód podziemnych w trzyletnim cyklu obserwacyjnym. W dwóch pierwszych latach monitoring osłony będzie prowadzony w piezometrach w otoczeniu ujęć komunalnych oraz w strefach wód zdegradowanych. Wyniki obserwacji zostaną przedstawione w rocznych sprawozdaniach. Natomiast w trzecim roku badań monitoring diagnostyczny obejmie wszystkie studnie i piezometry ujęć komunalnych oraz piezometry, które służą do monitorowania wód zdegradowanych. Na tej podstawie zostanie

opracowana pełna diagnoza stanu wód podziemnych w rejonie aglomeracji gdańskiej. Będzie ona zawierała rekomendacje dotyczące monitoringu osłonowego w kolejnym cyklu obserwacji oraz zasady i szczegółowe wskazania prowadzenia eksploatacji wód podziemnych na ujęciach komunalnych. Tabela 2. przedstawia zakres badań proponowany w pierwszym trzyletnim cyklu obserwacji (dla wybranych piezometrów).

Z uwagi na zagrożenia występujące w rejonach ujęć komunalnych „Lipce” i „Czarny Dwór” w perspektywicznych planach gospodarowania wodami w Gdańsku proponuje się uwzględnić przygotowanie ujęć zastępczych w zachodnich dzielnicach miasta (Sadurski & Lidzbarski, 2007).

LITERATURA

- KORDALSKI Z., BOROWICZ M., KARWIK. A., KOWALEWSKI T., LIDZBARSKI M., PASIEROWSKA B., SOKOŁOWSKI K., SZELEWICKA A., TARNAWSKA E. & WALCZAK M. 2012 – Ocena stanu dynamiki i jakości wód podziemnych na terenie Gdańska i Sopotu. *Nar. Arch. Geol., PIG-PIB Gdańsk.*
- LIDZBARSKI M. & SADURSKI A. 2013 – Analiza uwarunkowań formalno-prawnych gospodarowania zasobami wodnymi w aglomeracji gdańskiej. *Biul. Państw. Inst. Geol., 456, z. Hydrogeologia, 371–376.*
- LIDZBARSKI M., KARWIK. A., KORDALSKI Z., PASIEROWSKA B., SOKOŁOWSKI K., SZELEWICKA A. & TARNAWSKA E. 2014 – Szczegółowa ocena zasięgu i rodzaju zanieczyszczeń na wybranych obszarach zurbanizowanych i poprzemysłowych na terenie Gdańska. *Nar. Arch. Geol., PIG-PIB Gdańsk.*
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych. *Dz.U. z 2008 r. Nr 143 poz. 896.*
- SADURSKI A. & LIDZBARSKI M. 2007 – Stan zasobów wód podziemnych, eksploatacji ujęć i zagrożeń ich zasobów eksploatacyjnych na tle gospodarowania wodami podziemnymi w Gdańsku, z uwzględnieniem eksploatacji ujęcia w Straszynie. *Niepubl. Arch. GIWK, Gdańsk.*