

Badania geochemiczne w rejonie Żuław Wiślanych i Trójmiasta

Józef Lis*, Anna Pasieczna*

W latach 1997–1999 r. na zlecenie Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej opracowano i opublikowano *Atlas geochemiczny Pobrzeża Gdańskiego 1 : 250 000. Część I Atlasu...* prezentuje stan chemizmu powierzchniowych środowisk Ziemi: gleb z poziomu 0,0–0,2 m, osadów wodnych i wód powierzchniowych (Lis & Pasieczna, 1999).

Badania obejmowały deltę Wisły, okalającą ją wysoczyzny (Pobrzeże Kaszubskie i część Wysoczyzny Elbląskiej) oraz Mierzęję Wiślana i Mierzęję Helską. Jest to obszar o bardzo zróżnicowanym sposobie użytkowania. Gospodarka morska, rozwój zakładów przemysłowych różnych branż, oddziaływanie ośrodków miejskich (Gdańsk–Sopot–Gdynia, Malbork, Elbląg, Tczew, Pruszcz Gdański i Starogard Gdański) oraz komunikacja stanowią lokalne źródła zanieczyszczeń. Gospodarka morska obejmuje działalność dużych portów morskich w Gdańsku i Gdyni, żeglugę, rybołówstwo i przemysł okrętowy. Rejon Trójmiasta jest też miejscem koncentracji przemysłu petrochemicznego, nawozów fosforowych, spożywczego, elektrotechnicznego, przetwórstwa rybnego, energetyki i in. (Obarska-Pempkowiak, 1994). Żuławy są intensywnie użytkowane rolniczo, strefa nadmorska zaś służy celom rekreacji.

Wyniki badań

W budowie geologicznej badanego obszaru wyróżniają się trzy podstawowe grupy skał odgrywające ważną rolę w kształtowaniu geochemii środowisk powierzchniowych:

— utwory plejstoceny zlodowacenia północnopolskiego (gliny zwałowe i utwory piaszczysto-żwirowe o różnej genezie),

— mady, namuły i torfy holoceny delty Wisły,

— piaski eoliczne oraz ropy, piaski i żwiry morskie Mierzei Helskiej i Mierzei Wiślanej.

Opróbowanie badanych środowisk powierzchniowych prowadzono w siatce 1×1 km. Obszar zdjęcia wynosi około 2200 km². Wyniki badań zaprezentowano na 73 kolorowych mapach geochemicznych (w formie pikseli) uzupełnionych mapą geologiczną oraz mapami zabudowy i użytkowania terenu. Mapy geochemiczne utworzono z użyciem programu SURFER for Windows. Podstawą ich opracowania były zbiory punktów opróbowania o znanych współrzędnych, z przypisanymi atrybutami zawartości pierwiastków. W tekście objaśnień przedstawiono metodykę prac, zestawiono parametry statystyczne poszczególnych pierwiastków oraz scharakteryzowano ich rozkłady w badanych środowiskach.

Analizy chemiczne wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. Zastosowano metodę roztwarzania próbek gleb i osadów wodnych w wodzie królewskiej przez 1 godz. w temp. 95°C w termostatom

bloku aluminiowym. Oznaczenia Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, Pb, S, Sr, Ti, V i Zn w glebach oraz osadach wodnych wykonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES). Oznaczenia Hg w próbkach gleb i osadów wodnych wykonano metodą spektrometrii absorpcji atomowej techniką zimnych par (CV-AAS). Kwasowość gleb w środowisku wodnym oznaczono według normy stosowanej w gleboznawstwie (Norma ..., 1975). Oznaczenia Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, SiO₂, Sr, Ti i Zn w wodach powierzchniowych przeprowadzono metodą ICP-AES, a K, Li i Na metodą płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej (FAAS). Pomiar zawartości Br, Cl, F, HCO₃, NO₂, NO₃ i SO₄ w próbkach wód wykonano metodą chromatografii jonowej (HPLC).

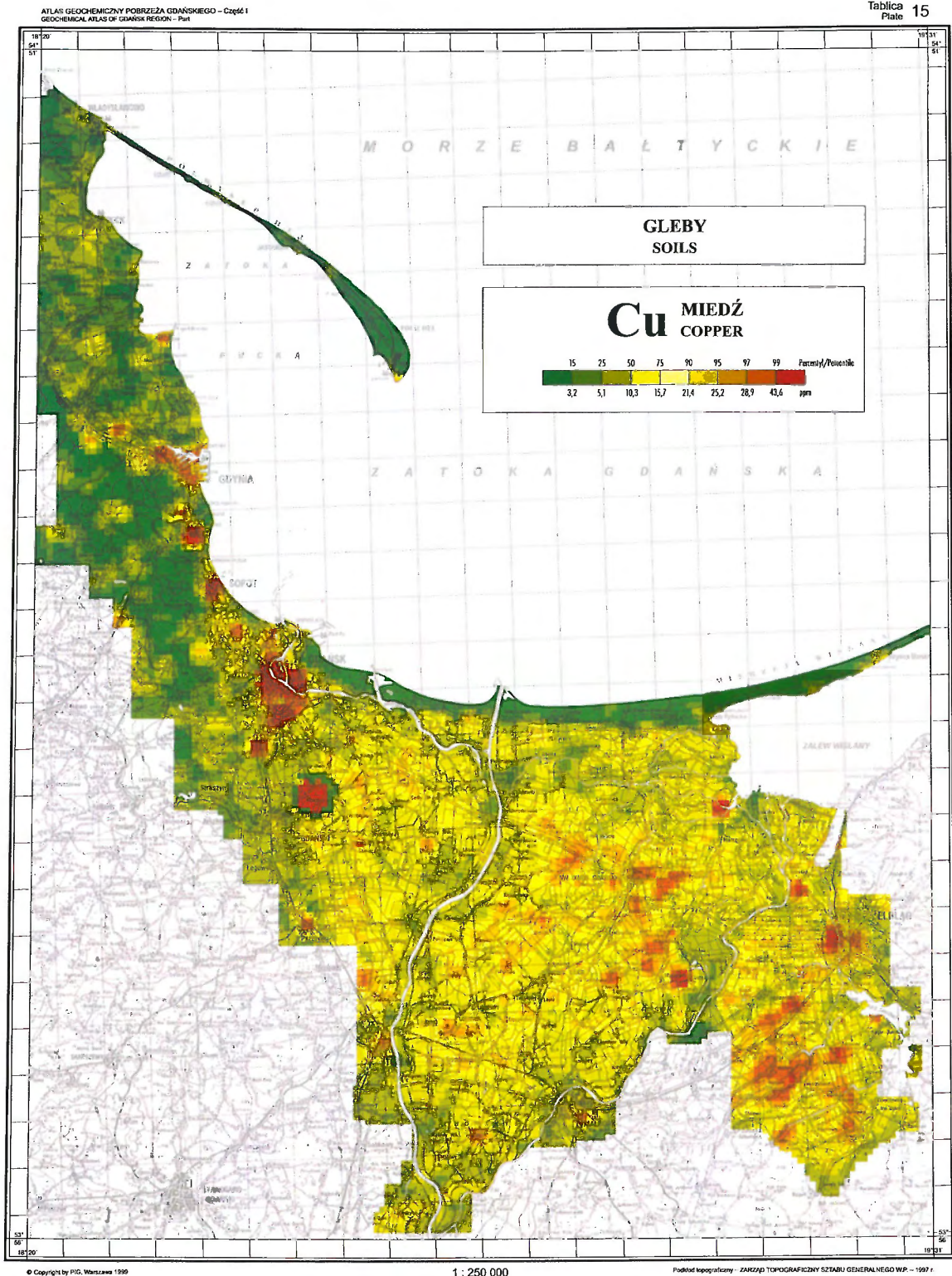
W glebach i osadach wodnych zróżnicowanie zawartości Al, As, Ba, Be, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P, S, Sr, Ti, V i Zn uwarunkowane jest budową geologiczną. Tło geochemiczne tych pierwiastków na obszarze delty Wisły mieści się w szerszych granicach i jest przeważnie wyższe niż na plejstoceny wysoczyznach południowych okalających deltę. Silnie zróżnicowane tło geochemiczne gleb i osadów wodnych delty wskazuje na ich bardziej skomplikowany skład litologiczny, niż to wynika z istniejących map geologicznych. Wydaje się, że liczniej są reprezentowane na tym obszarze namuły organiczne bogate w żelazo, mangan, fosfor, siarkę i inne pierwiastki. Tło geochemiczne gleb i osadów wodnych na obszarach wysoczyzn (Pobrzeża Kaszubskiego i fragmentu Wysoczyzny Elbląskiej) jest mało zróżnicowane i stosunkowo niskie. Na tle tych niskich koncentracji wyróżniają się wyraźne anomalie As, Ca, S i Sr o charakterze naturalnym, związane z występowaniem namułów organicznych torfów i gytyi w dolinie Redy i Płutnicy.

Przestrzenne rozmieszczenie tytanu w glebach i osadach wodnych badanego obszaru jest zdecydowanie odmienne od rozmieszczenia innych pierwiastków. Niskim i mało zróżnicowanym tłem geochemicznym tytanu wyróżnia się obszar delty Wisły w stosunku do silnie zróżnicowanego i wyższego tła geochemicznego w glebach i osadach wodnych na okalających deltę utworach glacialnych. Na obszarze Żuław Gdańskich wyraźnie anomalne zawartości tytanu zanotowano na wschód od Pruszcza Gdańskiego oraz na terenie Gdańska. Najniższe zawartości wszystkich badanych pierwiastków występują w silnie kwaśnych, piaszczystych glebach na Mierzei Helskiej i Mierzei Wiślanej.

Anomalie Cd, Cr, Cu (ryc.1), Hg, Pb, Zn pochodzenia antropogenicznego w glebach i osadach wodnych zanotowano głównie na obszarach miast. Nie różnią się one intensywnością od anomalii występujących w obrębie innych miast Polski.

Zawartości Ba, Ca, Fe, Li, Mg, Mn, P, SiO₂, Sr i Zn w wodach powierzchniowych determinowane są budową geologiczną, a obrazy ich przestrzennego rozmieszczenia — podobne do rozmieszczenia tych pierwiastków w glebach i osadach wodnych. Wody Wisły w obrębie badanego obszaru zawierają zbliżone do przeciętnych dla całego

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

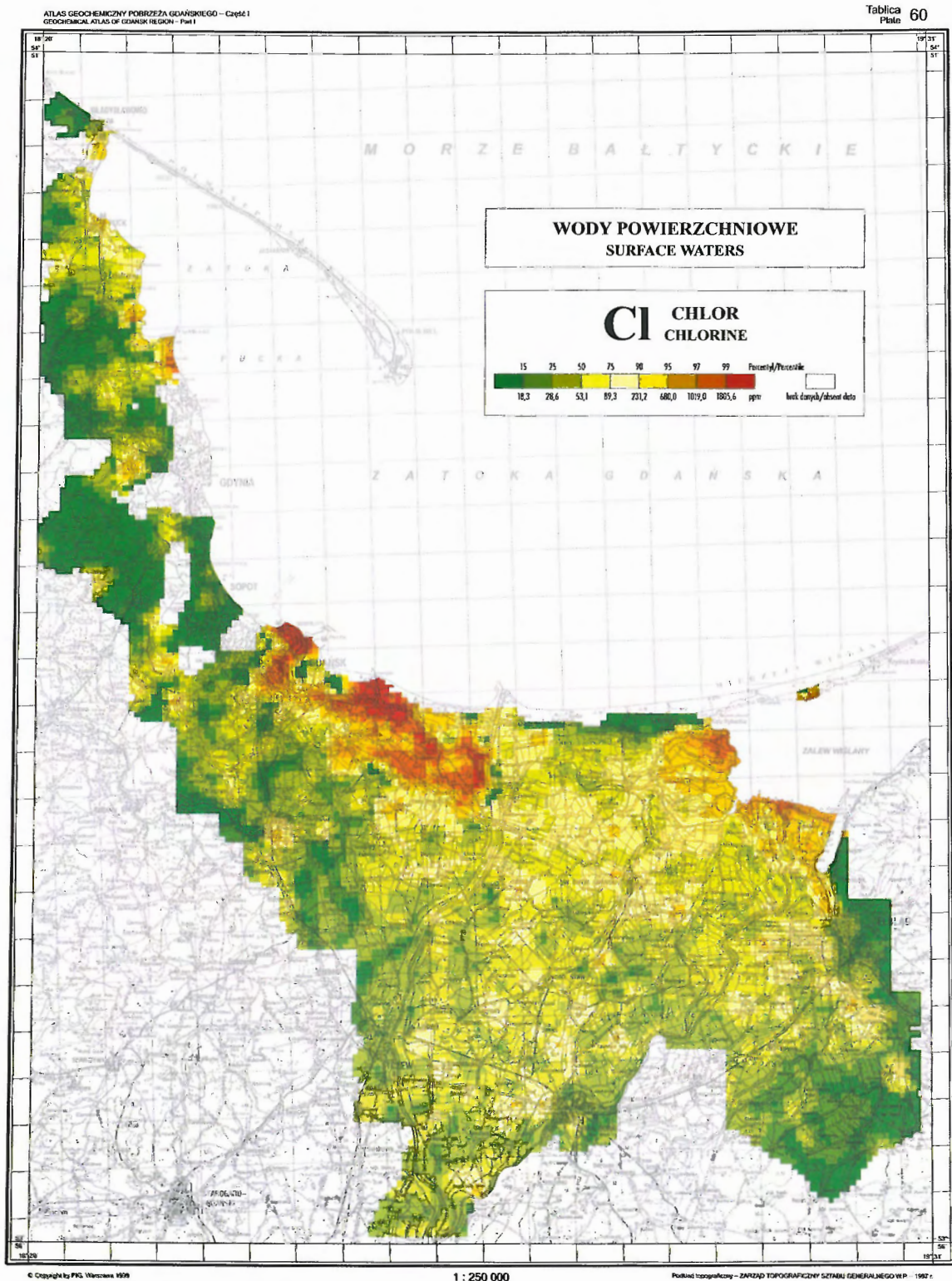


Ryc. 1. Miedź w osadach wodnych (według Lisa i Pasiecznej, 1999)

regionu koncentracje pierwiastków. Wyróżniają się one jedynie niższymi zawartościami żelaza i manganu oraz wyższymi — azotynów i azotanów.

Przyczyną anomalnych koncentracji NO_2 i NO_3 w wodach powierzchniowych są głównie zrzuty ścieków bytowych. Udział splywu powierzchniowego związanego z działalnością rolnictwa na zawartość związków azotu jest mniejszy.

Podwyższenie zawartości chloru (ryc. 2), sodu, potasu, siarczanów, litu, magnezu, fosforu i strontu w części wód powierzchniowych jest wynikiem oddziaływania wód morskich Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego. Ujawnia się to najwyraźniej w wodach Martwej Wisły i jej zlewni oraz w wodach cieków na pobrzeżu Zalewu Wiślanego. Punktowe i niekiedy obszarowe anomalie tych pierwiastków i związków chemicznych, licznie obserwowane w wodach powierzchniowych delty Wisły,



Ryc. 2. Chlor w wodach powierzchniowych (według Lisa i Pasiecznej, 1999)

mogą być związane z obecnością reliktowych wód morskich w utworach deltowych.

Podjęto próbę oceny zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo posługując się zaleceniami Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach (IUNG) (Kabata-Pendias i in., 1995).

Zawartości metali: Cd, Cu, Cr, Ni, Pb i Zn w badanych próbkach gleb użytkowanych rolniczo kwalifikują je w

zdecydowanej większości do 0 stopnia zanieczyszczenia. Są to gleby nie zanieczyszczone, o naturalnych zawartościach metali ciężkich. Część próbek zawierała metale w ilościach wskazujących na I stopień zanieczyszczenia. Zgodnie z zaleceniami IUNG są to gleby o podwyższonej zawartości metali ciężkich, które jednak mogą być w pełni wykorzystywane rolniczo. Jedynie pojedyncze próbki gleb wykazały wyższe stopnie

zanieczyszczenia. Udział poszczególnych metali w kwalifikacji gleb do I stopnia zanieczyszczenia jest różny w zależności od położenia geograficznego i sposobu użytkowania gleby. Wydaje się wielce prawdopodobne, że w przypadku gleb zakwalifikowanych do I stopnia zanieczyszczenia (szczególnie z obszaru delty) czynnikiem powodującym podwyższenie zawartości metali jest litologia skał podłoża, a nie czynnik antropogeniczny. Ten ostatni, poprzez znaczniejszy udział ołowiu w zanieczyszczeniu, zaznacza się w glebach z obszarów wysoczyzn polodowcowych, znacznie silniej zurbanizowanych w stosunku do delty Wisły.

Wpływ zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego najsilniej zaznacza się w glebach ogródków działkowych, gdzie obserwuje się wzrost zawartości głównie miedzi, ołowiu i kadmu. Poziom zanieczyszczeń nie wyklucza użytkowania tych gleb zgodnie z przeznaczeniem.

Zbieżne oceny stopnia zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo dawnych województw elbląskiego i gdańskiego są zawarte w opracowaniach WIOŚ.

Ocenę czystości wód powierzchniowych sporządzono zgodnie z wytycznymi MOŚZNiL (Rozporządzenie ..., 1991). Kwalifikację przeprowadzono dla całego zbioru analiz oraz dla wód niektórych ważniejszych rzek: Wisły, Martwej Wisły, Nogatu i Świętej. Wydzielono również wody małych cieków (głównie rowów melioracyjnych) z obszaru delty Wisły i wysoczyzn polodowcowych okalających deltę. Wydzielenie tej grupy wód miało na celu zbadanie stopnia wpływu lokalnych źródeł zanieczyszczeń, głównie pochodzących ze spływu powierzchniowego z najbliższego otoczenia, oraz litologii drenowanych obszarów na ich chemizm. Wpływ źródeł punktowych (zrzuty ścieków bytowych i przemysłowych) na zanieczyszczenie tych wód odgrywa mniejszą rolę niż w przypadku większych rzek.

Z punktu widzenia zawartości niektórych metali (Cd, Cr, Cu, Ni, Zn) badane wody należą prawie w 100% do I klasy czystości. Silne zanieczyszczenia żelazem, manganem i częściowo fosforem mają w znacznym stopniu pochodzenie naturalne, związane z budową geologiczną. Wysoki udział wód pozaklasowych zanieczyszczonych żelazem (27,97%), manganem (47,91%) i fosforem (36,42%) w małych ciekach z obszaru delty Wisły wynika z obecności namulów organicznych bogatych w te pierwiastki. Wody małych cieków na wysoczyznach polodowcowych są zanieczyszczone głównie fosforem (29,08% wód pozaklasowych), którego pochodzenie prawdopodobnie jest związane częściowo z niekontrolowanym zrzutem ścieków oraz z rolnictwem.

Czynniki powodujące zanieczyszczenia azotynami (ścieki bytowe, zrzuty gnojowicy) odgrywają mniejszą rolę dla wód małych cieków (rowów). Na obszarze delty Wisły zawartość NO_2 kwalifikuje te wody w 81,56% do I klasy, w 3,23% do II klasy oraz 6,15% do III klasy czystości. Wody pozaklasowe stanowią 9,06%. Bardziej zanieczyszczone azotynami są wody małych cieków na

wysoczyznach polodowcowych. Wiąże się to z większym zurbanizowaniem tych obszarów. Do I klasy czystości należy tu 62,60% tych wód, do II — 7,35%, do III — 16,91%, a do pozaklasowych — 13,14%.

Ogólne zasolenie wód rowów, niewielkich strumieni i kanałów wyrażone przewodnością elektryczną jest znaczne (17,90% i 12,24% wód pozaklasowych, odpowiednio dla delty i wysoczyzn). Zasolenie tych cieków spowodowane jest głównie obecnością związków potasu. Dla cieków z delty Wisły jedynie 57,07% wód należy do I klasy czystości, 6,51% do II, 6,41% do III i aż 30,01% do pozaklasowych. Wody małych cieków z wysoczyzn polodowcowych są mniej zanieczyszczone potasem: 72,45% — klasa I, 5,10% — II, 1,53% — III i 20,92% — pozaklasowe.

Rzeka Święta drenująca znaczną część Żuław Wielkich niesie wody silnie zanieczyszczone manganem (61,29% wód pozaklasowych), fosforem (25,81% wód pozaklasowych) i żelazem (22,58% wód pozaklasowych) oraz azotynami (16,12% wód pozaklasowych).

Azot azotynowy jest głównym wskaźnikiem świadczącym o degradacji wód Nogatu (19,51% wód III klasy i 36,59% pozaklasowych). Wody Motławy na zbadanym odcinku od Tczewa do ujścia są zanieczyszczone głównie fosforem i azotynami (17,24% wód pozaklasowych). Do grupy wód, których głównymi substancjami zanieczyszczającymi są fosfor i azotyny należą wody Wisły. Najsilniej zanieczyszczone azotynami są wody Martwej Wisły (50,0% wód pozaklasowych).

Odrębnym problemem jest zanieczyszczenie wód powierzchniowych chlorem, sodem, potasem, siarczanami, litem, magnezem, fosforem i strontem w wyniku oddziaływania wód morskich Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego. Zanieczyszczenia te obserwuje się w wodach Martwej Wisły i jej zlewni oraz w wodach na pobrzeżu Zalewu Wiślanego. Wody Martwej Wisły zostały zakwalifikowane do pozaklasowych ze względu na zawartości: potasu w 95,24%, sodu w 85,72%, fosforu w 61,90%, siarczanów w 80,96% oraz ze względu na ogólną mineralizację (95,24%).

Literatura

- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A. & PIETRUCH C. 1995 — Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- LIS J. & PASIECZNA A. 1999 — Atlas geochemiczny Pobrzeża Gdańskiego 1 : 250 000. Część I. Państw. Inst. Geol.
- Norma branżowa BN-75/9180-03, 1975 — Agrotechnika. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie wartości pH. [W:] Dziennik Norm i Miar nr 7/1975, poz. 9. Warszawa.
- OBARSKA-PEMPKOWIAK H., 1994 — Wpływ przemysłu i gospodarki komunalnej na czystość wód powierzchniowych w regionie gdańskim. Inż. Mor., 5: 228-232.
- Rozporządzenie 503 Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dn. 5 listopada 1991 r. W sprawie klasyfikacji wód oraz warunków jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. Dziennik Ustaw nr 116. Warszawa.