

Agnieszka GONTASZEWSKA, Andrzej KRAIŃSKI  
*Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Budownictwa  
Zielona Góra, ul. Z. Szafrana 2*

## CHLORKI JAKO WSKAŹNIK PRZEMIESZCZANIA SIĘ ZANIECZYSZCZEŃ Z LAGUN OSADOWYCH ŚCIEKÓW KOMUNALNYCH W ZBĄSZYNKU

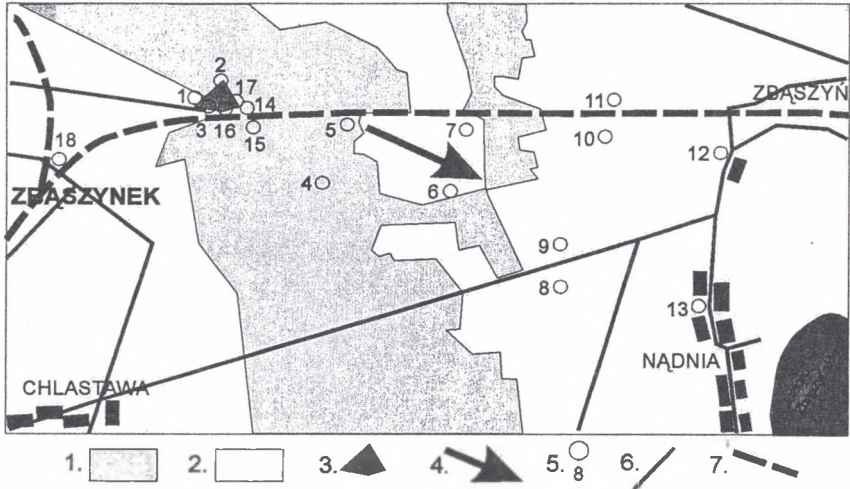
**Streszczenie.** W artykule przedstawiono wpływ ścieków gromadzonych w lagunach osadowych na jakość wód podziemnych. Dla rejonu lagun stwierdzono zanieczyszczenie wód gruntowych m.in. jonami Cl, najwyższe w otoczeniu samych lagun. Przeanalizowano wielkość skażenia na całym terenie objętym monitoringiem. Na wykresach przedstawiono skład wody podziemnej w trakcie obserwacji. 16-letnie obserwacje sieci monitoringu nie rozwiązują kompleksowo problemu zanieczyszczeń i tła hydrogeochemicznego, ponieważ laguny osadowe istnieją już ponad 70 lat. Zauważalny jest związek z zagospodarowaniem terenu (las, uprawy rolne, zabudowa wiejska), co pozwala wskazywać także lokalne źródła zanieczyszczeń, nie związane z lagunami osadowymi.

## CHLORIDES AS AN INDICATOR OF POLLUTIONS MOVING FROM SETTLING TANK WITH MUNICIPAL WASTE WATER IN ZBĄSZYNEK

**Summary.** In paper was described influence of sludge accumulated in a settling tanks on groundwater's quality. Chlorides pollution (highest in settling tanks neighborhood) was discovered. Volume of pollution in monitoring's area was analyzed. Groundwater's constitution during observation's period was shown in some graphs. 16-years-long observations period doesn't solve pollution and hydrogeochemical background problems because settling tanks have been existing for more than 70 years. There also exists a connection between groundwater pollution and land development.

### Wstęp

W mieście Zbąszynek (woj. lubuskie) od końca lat dwudziestych ścieki komunalne gromadzone są w dwu lagunach osadowych ziemnych, co stwarza ogromne niebezpieczeństwo dla jakości wód podziemnych w skutek infiltracji ścieków w podłoże. Laguny te znajdują się na północny wschód od miasta, niedaleko wsi Chlastawa. W latach 1984 – 1985 rozbudowano laguny [1, 16], co spowodowało zwiększenie infiltracji, o czym świadczyło m.in. gwałtowne pogorszenie jakości wody do picia (punkt pomiarowy nr 15, studnia „abisynka”) w roku 1986. W lagunach z lat 1940 – 1950 nastąpiła już kolmatacja dna, co hamowało infiltrację. Laguny są systematycznie wybierane, co przeciwdziała kolmatacji i powoduje łatwiejsze wnikanie zanieczyszczeń w warstwę wodonośną.



Rys. 1. Mapa sytuacyjna okolic lagun

Oznaczenia: 1-lasy, 2-pola uprawne, 3-laguny osadowe, 4-kierunek przepływu wód podziemnych, 5-punkt badawczy, 6-drogi, 7-linie kolejowe

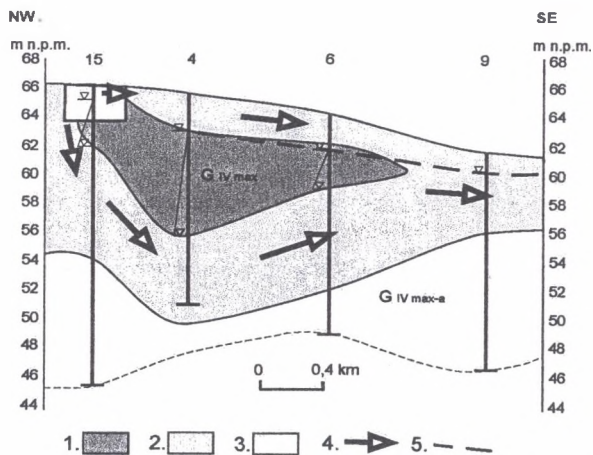
Fig. 1. Situation map of investigated area

1 – forest, 2 – fields, 3 – settling tanks, 4 – direction of groundwater's flow, 5 – research point, 6 – roads, 7 – railways

## Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne okolic lagun osadowych

Budowa geologiczna przypowierzchniowej części podłoża rozpoznana jest do głębokości kilkunastu metrów p.p.t. Wyróżnić można trzy wyraźne kompleksy, wszystkie związane ze zlodowaceniem północnopolskim [5]. W części spągowej zalegają mułki i ropy zastoiskowe związane z transgresją lądolodu północnopolskiego (glacifaza przedmaksymalna, GIV max-a), dokumentowane w zastoisku zbąszyńsko-nowosolskim [5]. W stropie mułków zalega warstwa piasków, głównie drobnych, o bardzo zmiennej miąższości, od 0 do kilku metrów. Kompleks środkowy stanowią gliny piaszczyste i piaski gliniaste, związane ze zlodowaceniem północnopolskim (glacifaza leszczyńska, GIVmax). Miąższość glin zwałowych dochodzi do 6 metrów, przy czym lokalnie osadów tych brak. Osadem najmłodszym są piaski, które występują niewielkimi płatami bezpośrednio od powierzchni terenu, o miąższości do 2 m. Odpowiadają one glacifazie leszczyńskiej lub poznańskiej (poziom sandrowy)

Z badań regionalnych [1, 5, 6] wynika, że spąg serii zastoiskowej jest położony w okolicy Zbąszynia na rzędnych 35 – 40 m n.p.m. Poniżej zalega kilkunastometrowej miąższości warstwa piaszczysta, która stanowi fragment Wielkopolskiej Doliny Kopalnej [2]. Wspomniana seria zastoiskowa (zastoisko zbąszyńsko-nowosolskie) zajmuje ograniczony obszar. Mułki i ropy tej serii występują w stropie glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego, szeroko rozprzestrzenionych tak na Ziemi Lubuskiej, jak i w Wielkopolsce [3, 6, 7, 8].



Rys. 2. Przekrój geologiczn. 1-gliny zwalowe, 2-piaski, 3-mulki, 4-kierunek przepływu wód podziemnych, 5-lustro wody podziemnej

Fig.2. Geological cross. 1 – glacial till, 2 – sands, 3 – silts and clays, 4 – direction of groundwater's flow, 5 – groundwater level

W rejonie lagun występuje jedna warstwa wodonośna, lokalnie dwudzielna, poziomu czwartorzędowego. Swobodne (lokalnie napięte) lustro wody stabilizuje się na rzędnej ok.63 m n.p.m. Spadek lustra wody ma kierunek SE, w stronę jez. Zbąszyńskiego. Jezioro to położone jest w odległości 3 km od lagun. Rzędna lustra wody jeziora wynosi 52,8 m n.p.m. Spadek lustra wody w obrębie sieci piezometrów oszacowano na  $i=0,002$ , natomiast wartość współczynnika filtracji na  $k=1$  m/h (piaski drobne) i porowatość efektywną na  $n_e=0,32$ . Przyjęte wartości pozwalają oszacować prędkość poziomą przepływu wody [12] wg zależności  $v_r = k_i : n_e$  na 0,15 m/d. Oznacza to, że w ciągu 1 roku potencjalne zanieczyszczenia mogą przenieść się na odległość 55 m, a odległość jednego kilometra jest możliwa do osiągnięcia w ciągu 18 lat.

## Metodyka badań

Od czasu oddania do użytku nowych lagun osadowych (1986) wykonuje się systematyczne pomiary jakości wody podziemnej w ramach monitoringu lokalnego, (składającego się z osiemnastu punktów poboru próbek wody podziemnej i ścieków - rys. 1), mniej więcej raz na 3 miesiące. W pierwszej kolejności prowadzi się oczyszczanie piezometrów przez pompowanie z użyciem pompy (lub przez 2-3-krotną wymianę wody ręcznie – tzw. „szlamowanie”). Następnie pobiera się próbki wody i dostarcza je tego samego dnia do laboratorium.

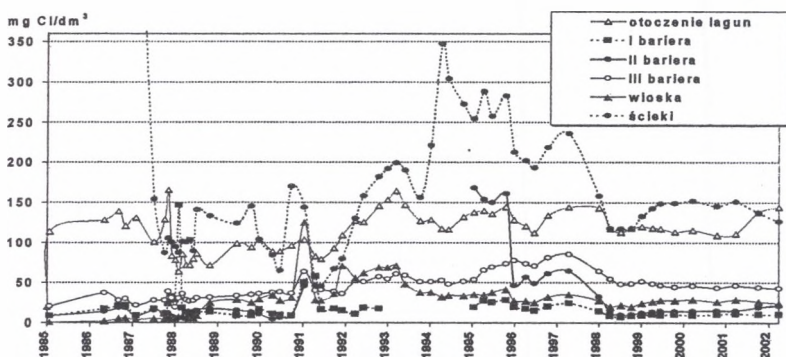
Punkty monitoringu rozmieszczone są na linii spływu wód podziemnych. Część punktów znajduje się bardzo blisko lagun (1, 2, 3, 14, 15), inne w większych odległościach – do 3 km. Tworzą one bariery – linie prostopadłe do kierunku przepływu wód podziemnych. Pierwsza bariera to punkty 4 i 5, druga 6 i 7, trzecia 8, 9, 10 i 11, czwarta (na terenie wsi Nądnia) 12 i 13. Przy analizie przemieszczania się zanieczyszczeń uśredniono zawartości chlorków w wodzie gruntowej w obrębie poszczególnych barier. Punkty 16, 17 i 18 to punkty poboru ścieków z różnych miejsc w lagunach i rowie doprowadzającym ścieki.

## Wyniki badań

Chlorki należą do jonów wyjątkowo szybko migrujących, dlatego ich zawartość może być dobrym wskaźnikiem rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń [10, 11]. Chlorki nie biorą także udziału w procesach wymiany jonowej. Zawartość chlorków w ściekach i punktach pomiarowych przedstawia tab. 1.

Tabela 1  
Zawartości chlorków w poszczególnych punktach pomiarowych w latach 1985 – 2002 (w mg Cl/dm<sup>3</sup>) źródło: badania własne

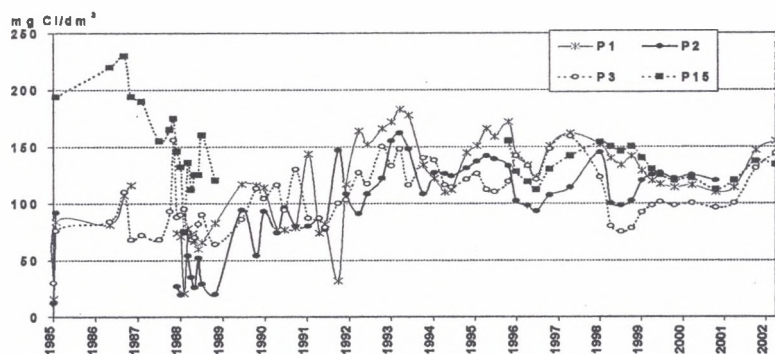
	Ścieki	Otoczenie laguny	I bariera	II bariera	III bariera	Wioska
Max	622,7	165,5	147,0	168,0	85,03	126,0
Min	45,0	19,3	7,0	4,0	18,7	0,0
Średnio	162,9	113,7	18,7	30,3	45,5	28,6



Rys. 3. Zawartość chlorków w poszczególnych punktach badawczych w latach 1985 – 2002  
Fig. 3. Chlorides content in research points in years 1985 – 2002

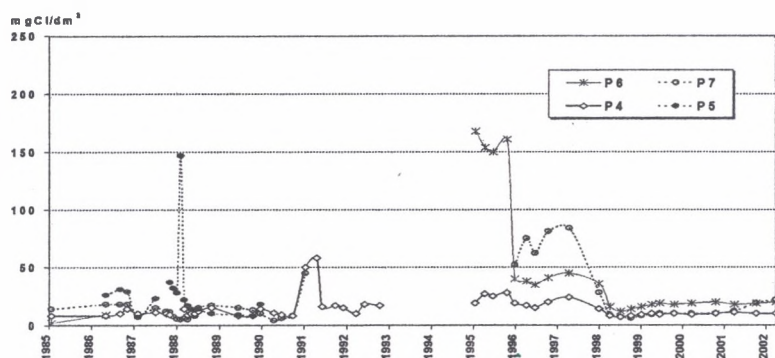
Z tab. 1, a także na wykresach przedstawionych na rys. 3 widać przemieszczanie się jonów chlorkowych w warstwie wodonośnej. Najwyższe stężenia chlorków (średnio 114 mg/dm<sup>3</sup>) zanotowano w punktach najbliższych (w obręczeniu) lagun. W pozostałych punktach stężenia są dużo niższe – nawet poniżej 50 mg/dm<sup>3</sup>. Najmniejsze zanieczyszczenie zanotowano w punktach I bariery (co wynikać może z izolującej obecności warstwy gliny pomiędzy lagunami a warstwą wodonośną – rys. 2) oraz w obrębie wsi Nądnia, gdzie znajdują się punkty najbardziej oddalone od lagun. Budowa geologiczna powoduje, że zanieczyszczenia migrujące z lagun pojawiają się w większych stężeniach w punktach II i III bariery, niż w bliżej położonej I barierze. Na podstawie zawartości chlorków w wodzie podziemnej sprzed uruchomienia nowych lagun, a także wartości średnich dla terytorium Polski można oszacować tło hydrogeochemiczne badanego terenu dla chlorków na ok. 15 mg/dm<sup>3</sup>. Zatem cały obszar objęty monitoringiem lokalnym można uznać za zanieczyszczony. Zasięg strefy najbardziej skażonej to ok. 700-1000 m – włącznie z punktami pomiarowymi pierwszej bariery. Istnienie od czasów II wojny poprzednich lagun osadowych mogło spowodować trwałe zmiany tła - zwiększoną zawartość chlorków do ok. 30 –

35 mg/dm<sup>3</sup>. Warstwa wodonośna w obrębie I i II bariery jest chroniona częściowo przez nadkład glin zwałowych. Zawartości chlorków są niższe od maksymalnych dopuszczalnych dla wody do picia (250 mgCl/dm<sup>3</sup>) [15].



Rys. 4. Zawartość chlorków w punktach położonych najbliżej laguny w latach 1985 – 2002

Fig. 4. Chlorides content in research points located in close neighbourhood of tanks in years 1985 – 2002



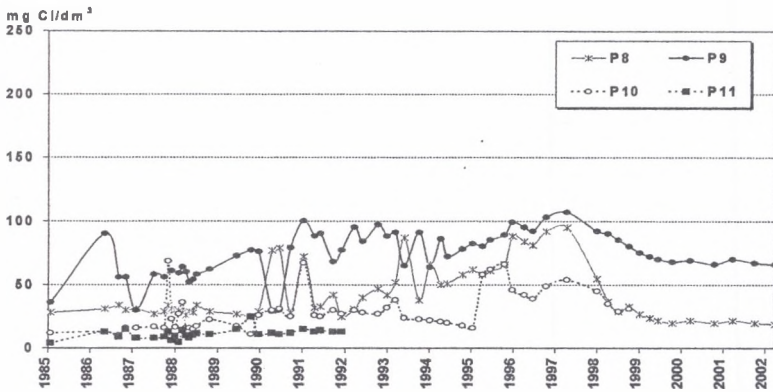
Rys. 5. Zawartość chlorków w punktach badawczych pierwszej i drugiej bariery w latach 1985 – 2002

Fig. 5. Chlorides content in group I and II of research points in years 1985 – 2002

Woda podziemna ze wszystkich punktów badawczych położonych blisko laguny (w jej obrębie) jest wręcz skażona chlorkami (rys. 4). Ich ilość od początku lat dziewięćdziesiątych kształtuje się na mniej więcej stałym poziomie 100 – 150 mgCl/dm<sup>3</sup>, co dziesięciokrotnie przekracza wartości tła hydrogeochemicznego. Krzywe są raczej współkształtne, co jest dowodem na dopływ chlorków z jednego źródła. Na rys. 5 przedstawiono zawartości chlorków w punktach pierwszej i drugiej bariery. Warstwa wodonośna jest w tym miejscu chroniona nadkładem nieprzepuszczalnych glin (rys. 2), istnieje jednak możliwość dopływania zanieczyszczeń z laguny poniżej spągu glin. Jednak zawartości chlorków w punktach badawczych obu barier są raczej stałe i wahają się najczęściej w granicach 10 – 25 mgCl/dm<sup>3</sup>. Jednak w latach dziewięćdziesiątych nastąpił wzrost zawartości chlorków w obu piezometrach drugiej bariery, niestety, trudny do analizy ze względu na brak danych.

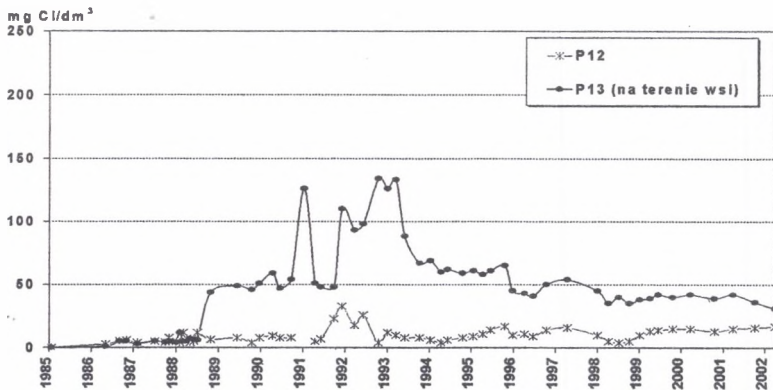
Zawartości chlorków w wodzie podziemnej punktów badawczych bariery trzeciej (rys. 6) są dużo niższe niż dla punktów P1, P2, P3 i P15, wahają się w granicach 20 –

100 mgCl/dm<sup>3</sup>. Najniższe wartości zanotowano w piezometrze P11, około 20 mgCl/dm<sup>3</sup>. W punkcie tym zanotowano także najmniejszą zmienność zawartości chlorków. Należy jednak podkreślić, że pomimo znacznego oddalenia od lagun osadowych zawartości chlorków przewyższają wartości tła hydrogeochemicznego. Ponieważ brak jest innych potencjalnych źródeł chlorków (teren znajduje się na pograniczu lasu i pól uprawnych), można założyć, że podwyższona zawartość chlorków związana jest z dopływem zanieczyszczeń od strony lagun osadowych. Zawartości chlorków w punktach trzeciej laguny są jednak dużo wyższe niż w barierach pierwszej i drugiej, gdyż występuje tu znacznie łatwiejszy dopływ zanieczyszczonych wód podziemnych od strony laguny, brak jest nakładu glin.



Rys.6. Zawartość chlorków w punktach badawczych trzeciej bariery w latach 1985-2002

Fig.6. Chlorides content in group III of research points in years 1985 – 2002



Rys.7. Zawartość chlorków w punktach badawczych w pobliżu wsi Nądnia w latach 1985-2002

Fig.7. Chlorides content in research points in Nądnia village in years 1985 – 2002

Nieco inna sytuacja ma miejsce w punktach P12 oraz P13 (rys. 7), które są najdalszymi punktami sieci monitoringu. Oba znajdują się na terenie zabudowanym, a punkt P13 w centrum wsi Nądnia. W punkcie tym zanotowano wahania zawartości w granicach 0 –

140 mgCl/dm<sup>3</sup>. Ze względu na znaczne oddalenie od lagun, niższe zawartości chlorków w punktach trzeciej bariery, a także położenie studni P13 należy wahania te wiązać z innymi, lokalnymi źródłami zanieczyszczeń. Są to zapewne zanieczyszczenia bytowe ze wsi Nądnia. Wartości w punkcie P12 są zbliżone do tych z punktu P13, choć podlegają mniejszym wahaniom, co zapewne także związane jest z położeniem punktu P12.

## Wnioski

Badania sieci monitoringu prowadzone w czasie siedemnastu lat wykazały, że laguny osadowe dla ścieków komunalnych stanowią istotne zagrożenie dla jakości wód podziemnych. Przepuszczalne i półprzepuszczalne podłoże nie stanowi bowiem dla migracji analizowanych jonów Cl szczelnej bariery. Szczególnie wysokie stężenia tych jonów występują w bezpośrednim otoczeniu lagun. Zaobserwowano wyraźne zmiany zawartości jonów w funkcji czasu i odległości. Wyraźnego związku pomiędzy zawartością jonów w ściekach i otoczeniu lagun w latach dziewięćdziesiątych wskazuje, że kolmatacja dna i ścian lagun osadami nie jest „szczelna” i nie zapobiega przedostawaniu się ścieków do wody podziemnej.

Fakt, że opisane laguny osadowe istnieją już ponad 70 lat, wskazuje, że tło hydrogeochemiczne jest trwale zmienione w stosunku do naturalnego. Strefa zanieczyszczenia wody podziemnej sięga co najmniej do I bariery, a więc nie mniej niż 1 km. Wskazuje to, że gromadzenie ścieków w lagunach stanowi znaczne zagrożenie dla jakości wody podziemnej i nie powinno być preferowanym rozwiązaniem.

## LITERATURA

1. Curyło Z.: Wpływ lagun osadowych na jakość wód gruntowych w rejonie Zbąszynka. Konf. Nauk.-Tech. SITPMB, Drzonków-Zielona Góra 1987.
2. Dąbrowski S.: Hydrogeologia i warunki ochrony wód podziemnych Wielkopolskiej Doliny Kopalnej. SGGW-Ar, Warszawa 1990.
3. Kotowski J., Kraiński A.: Geologia okolic Świebódzina. Zeszyty Naukowe nr 117, Seria Budownictwo, Politechnika Zielonogórska, Zielona Góra 2001.
4. Kowalewska K., Olszewska O., Roman J.: Zmiany mikrochemizmu wód podziemnych w rejonie warszawskiej aglomeracji miejsko-przemysłowej, Technika poszukiwań geologicznych nr 3, 1984.
5. Kraiński A.: Zastoisko zbąszyńsko-nowosolskie. Przegląd Geologiczny, vol. 50, nr 8, Warszawa 2002.
6. Krygowski B.: Ważniejsze problemy plejstocenu Polski Zachodniej. W: Czwartorzęd, Wyd. PAE, Warszawa 1992.
7. Lindner L.: Czwartorzęd. Wyd. PAE, Warszawa, 1992.
8. Lindner L., Marks : Zarys paleogeomorfologii obszaru Polski podczas zlodowaceń skandynawskich. Przegląd Geologiczny, vol. 43, nr 7, Warszawa 1995.
9. Lubczyński M.: Oddziaływanie wybranych ognisk zanieczyszczeń na wody gruntowe w rejonie ujęć infiltracyjnych, Technika Poszukiwań Geologicznych nr 3, 1984.
10. Macioszczyk A., Dobrzyński D.: Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2002.
11. Macioszczyk A., Jeż Ł.: Chlorki czułym wskaźnikiem zanieczyszczeń antropogenicznych wód podziemnych. Mat. VII Symp. „Współczesne problemy hydrogeologii”, Kraków – Krynica 1995.

12. Macioszczyk T.: Czas przesączania pionowego wody jako wskaźnik stopnia ekranowania warstw wodonośnych, *Przegląd Geologiczny*, vol. 47, nr 8, Warszawa 1999.
13. Nowakowa J., Główna W.: Zabezpieczenie wód gruntowych przed infiltracją zanieczyszczeń ze składowisk odpadów, *Gaz, woda i technika sanitarna*, nr 11-12, tom LV, 1981.
14. Nowikow W., Elik E., Myzyczenko L.: Ochrona wód ot zagrażenia ziwotnowodceskimi stokami w stanach Ewropy, 1981.
15. ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 19.11. 2002 w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z dn. 05.12.2002, 02.203.1718).
16. Teska E.A.: Sprawozdanie z wykonania otworów obserwacyjnych dla lagun ściekowych w Zbąszynku. Archiwum „Geoprojekt”, Zielona Góra 1985.

Recenzent: Dr hab. inż. Marek Pozzi  
Prof. Politechniki Śląskiej

### Abstract

In paper was described a case of accumulation of municipal waste water in Zbąszynku, West Poland. Waste water are collecting in special ground settling tanks (Fig.1.) since twenties previous century. Since 1986 there are made investigation of groundwater quality in neighbourhood of settling tanks. This paper shows some results of this investigation. Geological structure of described are was shown on Fig.2. There are three kind of deposits: clays, tills and sands. All of them should be connected with Weichsel glaciation. There is one, quaternary aquifer, locally bipartite with filtration coefficient  $k = 1$  m/h. The investigations net has 18 points of groundwater sample (Fig.1.). Points 1, 2, 3, 14, 15 are located in close neighbourhood of settling tank, points 16, 17, 18 are sample of waste water. the rest of points are located on groundwater flow direction. Chlorides are very good indicator of groundwater contamination because they don't take part in ion exchange processes and move quickly. Content of chlorides in groundwater and waste water was shown in Table 1 and Fig.3. The highest concentration of chlorides (ave.  $114 \text{ mg/dm}^3$ ) was indicated in points located in close neighbourhood of settling tank. Groundwater of whole investigated area is contaminated by chlorides because its concentration is higher than hydrogeochemical background ( $15 \text{ mg/dm}^3$ ). Groundwater in some points are protected by till baring (points group I). There was also discovered one more contamination source - small village Nądnia (point 13 – up to  $150 \text{ mgCl/dm}^3$ ). Realised investigation shows that waste water accumulation in settling tank has very dangerous influence on groundwater and whole environment.