

## STOPIEŃ ANтропоГЕНICZNEGO ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH W PÓŁNOCNEJ CZĘŚCI WYSOCZYZNY TURECKIEJ

### ANTHROPOGENIC CONTAMINATION DEGREE OF GROUNDWATER WITHIN NORTHERN PART OF TUREK GLACIAL UPLAND

DOROTA POROWSKA<sup>1</sup>, KATARZYNA SAWICKA<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Celem badań było określenie stopnia przekształceń antropogenicznych chemizmu wód podziemnych występujących w utworach czwartorzędowych i górnokredowych Wysoczyzny Tureckiej, a także rozpoznanie możliwego wpływu odkrywkowej Kopalni Węgla Brunatnego „Adamów” na środowisko hydrogeochemiczne omawianego rejonu. Chemizm wód poziomu górnokredowego kształtowany jest pod wpływem czynników naturalnych, natomiast w wodach poziomu czwartorzędowego zauważalny jest początkowy stopień przekształceń antropogenicznych.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenia wód podziemnych, związki azotu, poziom czwartorzędowy, poziom górnokredowy, lej depresji, Wysoczyzna Turecka.

**Abstract.** The objective of this study was to identify the influence of the brown coal mine anthropopresion on chemical composition of groundwater in the Quaternary aquifer and in the Upper Cretaceous aquifer in Turek Glacial Upland. Generally, the water chemistry within Upper Cretaceous aquifer is controlled by natural processes, whereas in the Quaternary aquifer anthropogenic influence can be seen.

**Key words:** contamination of groundwater, nitrogen compounds, Quaternary aquifer, Upper Cretaceous aquifer, depression cone, Turek Glacial Upland.

### WSTĘP

Teren badań znajduje się w centralnej Polsce, w obrębie północnej części Wysoczyzny Tureckiej, która w znacznym stopniu pokryta jest lasami. Niemal cały omawiany teren należy do Żłotogórskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. W sąsiedztwie południowo-wschodniej granicy terenu znajduje się Uniejowski Obszar Chronionego Krajobrazu. Teren badań na północy i wschodzie sąsiaduje z obszarem Natura 2000 – Dolina Środkowej Warty (fig. 1). Pozostała część Wysoczyzny Tureckiej użytkowana jest rolniczo.

Oprócz walorów przyrodniczych, teren badań ma również duże znaczenie hydrogeologiczne, położony jest bowiem

w centralnej części GZWP 151 – Zbiornik Turek–Konin–Koło, zaś północna część omawianej wysoczyzny należy do GZWP 150 – Pradolina Warszawa–Berlin (Koło–Odra) (fig. 2).

W północno-wschodniej części obszaru badań oraz na terenie graniczącej z nim od wschodu Kotliny Kolskiej znajduje się zespół wyrobisk oraz zwałowisk Kopalni Węgla Brunatnego „Adamów” (fig. 2). Wydobywanie surowca metodą odkrywkową narusza naturalny reżim hydrogeologiczny środowiska, a w konsekwencji może prowadzić również do zmian środowiska hydrogeochemicznego. Szczególne znaczenie dla kształtowania warunków hydrogeologicznych

<sup>1</sup> Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; e-mail: dorotap@uw.edu.pl, sawicka@uw.edu.pl

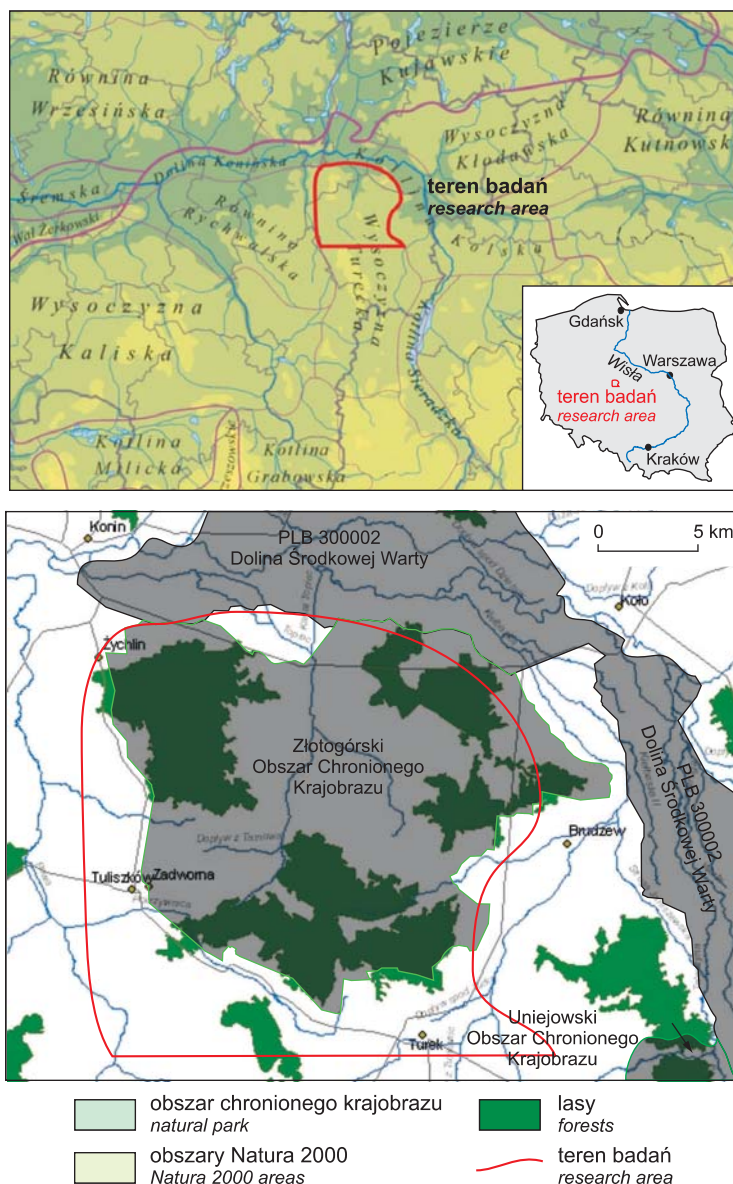


Fig. 1. Lokalizacja terenu badań (fragment mapy fizycznej – Kondracki, 2002)

Location of the research area

omawianego terenu ma wyrobisko Władysławów. Prowadzone od 1976 r. prace odwadniające tę odkrywkę spowodowały zaburzenie naturalnego kierunku przepływu wód podziemnych. Wykształcony został rozległy lej depresji obejmujący czwartorzędowy i górnokredowy poziom wodonośny. Mniejszy zasięg wykazuje lej depresji stwierdzony w poziomie czwartorzędowym (fig. 2). Wieloletnie pomiary wskazują na przesuwanie się obu lejów depresji ku wschodowi zgodnie z kierunkiem prowadzonego odwodnienia. Na zachód od kopalni obserwuje się natomiast odbudowę pierwotnego zwierciadła wody i przesuwanie lejów depresji w kierunku wschodnim (Bartkowiak i in., 1996; Woźniak, Dziedziak, 2003). Niezbędne jest zatem prowadzenie stałego

monitoringu ilościowego i jakościowego wód podziemnych wszystkich poziomów wodonośnych na omawianym obszarze.

Zasadniczym celem tego opracowania była ocena aktualnego stopnia przekształcenia naturalnego środowiska hydrogeochemicznego oraz charakterystyka składników chemicznych wskazujących na zanieczyszczenie wód podziemnych północnej części Wysoczyzny Tureckiej. Realizując tak postawione zadanie, dokonano porównania rozkładu i zmienności stężeń wybranych składników wód podziemnych z przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego, międzyglinowego i podglinowego poziomu czwartorzędowego oraz poziomu górnokredowego. Powyższą analizę przepro-

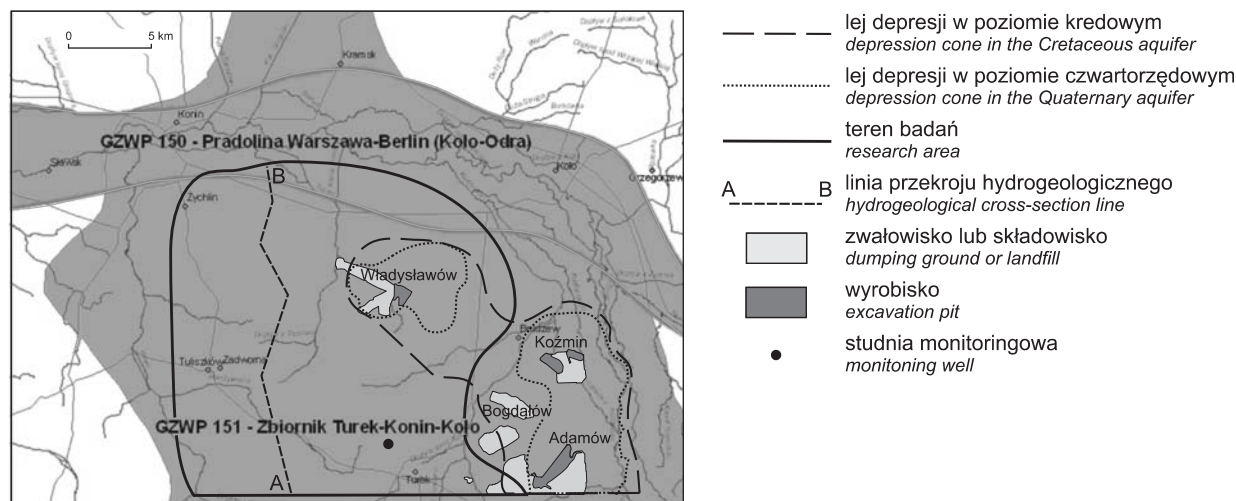


Fig. 2. Warunki hydrogeologiczne terenu badań

Hydrogeological conditions of the research area

wadzono na podstawie opróbowania wód podziemnych, z wytypowanych studni kopanych, wierconych i płytkich sond penetracyjnych, wykonanego w lipcu 2009 r. (łącznie opróbowano 58 otworów hydrogeologicznych). Stężenia poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń oznaczono bezpośrednio w terenie przy pomocy urządzenia pomiarowego firmy SLANDI (fotometr LF300). W dalszych rozważaniach wykorzystano także analizy archiwalne ze 102 studni wierconych ujmujących wody z poziomu górnokredowego.

Do oceny zmian naturalnego chemizmu wód podziemnych wybrano te składniki, które powszechnie uznawane są

za jednostkowe wskaźniki zanieczyszczeń, a ich podwyższone wartości świadczą o antropogenicznym przekształceniu chemizmu wód (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002). Były to związki azotu – jony  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  oraz jony  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{Cl}^-$ . Analiza zmienności stężeń w wodach z poszczególnych poziomów wodonośnych, a także interpretacja uzyskanego obrazu zmienności czasowej i rozkładu przestrzennego stężeń wskaźników zanieczyszczeń pozwoliła na identyfikację stref szczególnie zagrożonych zanieczyszczeniem oraz ocenę stopnia przekształceń antropogenicznych chemizmu wód podziemnych zachodzących na badanym terenie.

## BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Na omawianym terenie wody podziemne reprezentowane są przez wodonośne poziomy związane z osadami czwartorzędu, neogenu i kredy górnej. W utworach czwartorzędowych wyróżnia się generalnie dwa poziomy wodonośne: utwory w strefie przypowierzchniowej tworzące w miarę ciągły poziom o zwierciadle swobodnym oraz głębszy poziom zbudowany z piaszczystych utworów międzyglinowych lub podglinowych z wodami podziemnymi o zwierciadle napiętym. Miąższość przypowierzchniowego poziomu wodonośnego wynosi najczęściej 10–15 m, natomiast w rejonie okien hydrogeologicznych, w wyniku połączenia się z niżej leżącymi utworami interglacjalnymi, miąższość przekracza nawet 50 m (fig. 3).

Zasilanie tego poziomu odbywa się w wyniku infiltracji opadów, natomiast bazę drenażu stanowi rzeka Warta. Kierunek przepływu wód podziemnych jest zgodny z natural-

nym spadkiem terenu i podlega silnemu wpływowi drenującemu dolin rzecznych. W północno-wschodniej części terenu badań poziom ten jest silnie drenowany na skutek prac górniczych w odkrywcę Władysławów (fig. 2).

Poziom międzyglinowy i podglinowy o zwierciadle napiętym nie stanowi ciągłego systemu hydrogeologicznego. Występuje on w obrębie utworów zlodowcań środkowopolskich, gdzie osady piaszczyste występują w postaci soczew, przewarstwień rozdzielających gliny zwałowe lub zalegają pod glinami zwałowymi. Największą miąższość osiąga w obrysie dolin kopalnych, na pozostałym obszarze jest mniej regularny, bądź zanika. Generalnie miąższość tej warstwy wynosi od 7 do 15 m. Zasilanie tego poziomu odbywa się poprzez infiltrację wód z pierwszego poziomu wodonośnego w strefach kontaktowych oraz na drodze przesiąkania tych wód poprzez spiaszczone kompleksy glin zwałowych

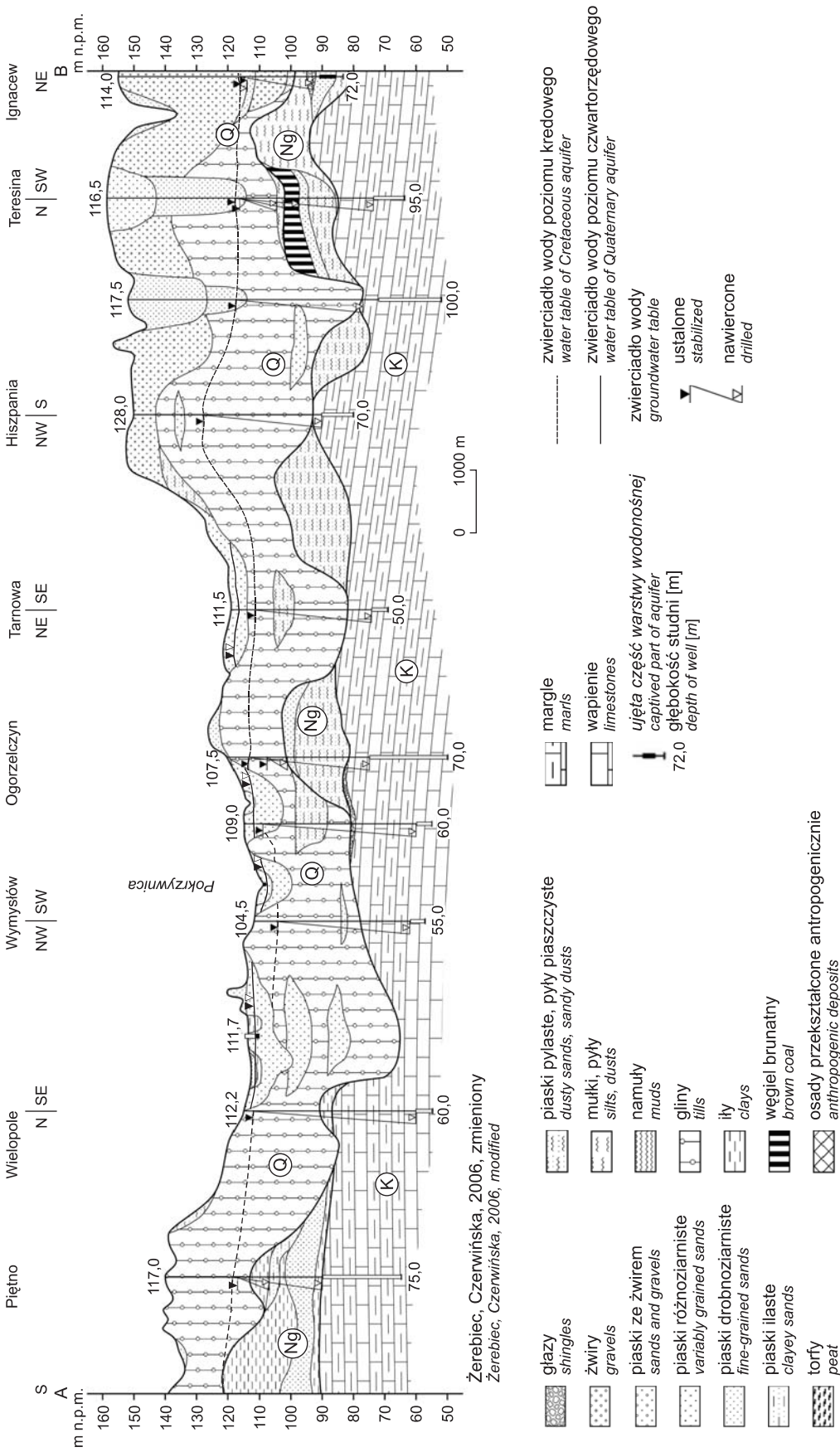


Fig. 3. Przekrój hydrogeologiczny

Hydrogeological cross-section

(Bierkowska, 1997a, b). Z uwagi na zbyt małą ilość studni ujmujących ten poziom, zrezygnowano z przedstawienia rozkładu przestrzennego stężeń poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w dalszej części opracowania.

Utwory wodonośne w **neogenie** wykształcone są głównie jako piaski drobnoziarniste, a także piaski pylaste, ilaste i zawęglone miocenu. Osady neogenu mają niewielkie rozprzestrzenienie, ich zasięg ogranicza się do obniżen w powierzchni kredowej oraz dolin kopalnych. Poziom wodonośny występuje lokalnie w depresji powierzchni kredowej w rejonie Władysławowa oraz wśród utworów neogeńskich zalegających na powierzchni kredowej w postaci wałów i spiętrzeń (fig. 3). Utwory neogenu miejscami uległy glaci-tektonicznemu wypiętrzeniu, co dodatkowo wpłynęło na ich nieciągłe występowanie. Wodonośne osady miocenu miejscami przykryte są ilami górnego miocenu i pliocenu, zwierciadło wód podziemnych ma charakter naporowy (Bierkowska, 1997a, b; Dąbrowski, Straburzyńska, 2002; Trzeciakowska, 2002). Poziomy neogenu i kredy górnej wykazują miejscami zbliżone rzędne zwierciadła, ze względu na istnienie kontaktu hydraulicznego między warstwami. Lokalne rozprzestrzenienie oraz małe znaczenie użytkowe poziomu powoduje, że nie podlega on dalszej charakterystyce hydrochemicznej.

Poziom **górnokredowy** wykazuje regionalne rozprzestrzenienie i kontynuuje się poza zasięgiem omawianego obszaru. W północnej części Wysoczyzny Tureckiej poziom

ten jest głównym użytkowym poziomem wodonośnym. Budują go spękane utwory marglisto-wapienne mastrychtu, a w zachodniej części – mastrychtu i kampanu. W południowej części terenu badań, w rejonie Turka, wodonośne utwory występują na głębokości kilku metrów, natomiast w kierunku północnym na głębokości ponad 60 m (rejon Hiszpanii i Teresiny) (fig. 3). Warunki hydrogeologiczne tego poziomu są ściśle związane ze strefą spękań i szczelin w marglach i wapieniach. Strefa intensywnego krążenia wód występuje do głębokości 150 m i uzależniona jest od konfiguracji stropu kredy. Powierzchnia stropowa kredy górnej rozcięta jest licznymi dolinami, powstałymi w wyniku erozji rzecznej w neogenie oraz erozji lodowcowej i wodnolodowcowej w czwartorzędzie. Zasilanie poziomu odbywa się na drodze przesiąkania wód z utworów czwartorzędowych i neogeńskich oraz lokalnie w wyniku dopływu wód w oknach hydrogeologicznych. Zwierciadło wody wykazuje głównie napięty charakter, lokalnie i stosunkowo rzadko – swobodny (Bierkowska, 1997b). W dolinach kopalnych utwory spoiste zostały przeważnie rozmyte i powstały warunki do bezpośredniego kontaktowania się zawadzionych piaszczystych osadów neogeńskich i czwartorzędowych ze szczelinowatymi osadami kredowymi. Kontakt stwierdzony został w rejonie odkrywki Władysławów, w biegnącej południkowo depresji w okolicach Wyszyny i, poza Wysoczyzną Turecką, w dolinie kopalnej rejonu Adamowa (Bierkowska, 1997a, b; Czerwińska, Żerebiec, 2006a, b).

## WYKONANE BADANIA I Dyskusja Wyników

Charakterystyka obecnego stanu chemicznego wód podziemnych północnej części Wysoczyzny Tureckiej przedstawia w pewnym stopniu przekształcone już środowisko, co dotyczy zwłaszcza północno-wschodniej części obszaru, gdzie występuje strefa objęta zasięgiem leja depresyjnego odkrywki Władysławów.

Z porównania zmienności i zakresów stężeń wybranych składników wód podziemnych przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego, międzyglinowego i podglinowego poziomu czwartorzędowego oraz poziomu górnokredowego wynikają następujące prawidłowości (fig. 4): 1) największe zróżnicowanie pod względem zawartości wszystkich rozpatrywanych jonów wykazują wody przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego, ujmowane studniami kopanymi, 2) pod względem zawartości azotanów i azotynów wody międzyglinowego i podglinowego poziomu wodonośnego wykazują większe podobieństwo do wód poziomu górnokredowego niż przypowierzchniowego czwartorzędowego, 3) pod względem jonu amonowego, największe stężenia występują w wodach poziomu górnokredowego, natomiast najmniejsze – w wodach poziomu czwartorzędowego przypowierzchniowego, 4) w wodach przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego dominują koncentracje siarczanów sięgające  $100 \text{ mg/dm}^3$ , zaś chlorków –

$50 \text{ mg/dm}^3$ , natomiast w przypadku obu głębiej występujących poziomów charakterystyczne są koncentracje odpowiednio o połowę niższe.

Wody poziomu górnokredowego charakteryzują się stosunkowo niskimi koncentracjami wskaźników zanieczyszczeń mogącymi świadczyć o potencjalnym wpływie antropopresji na ich skład chemiczny. Najwyższe zawartości jonu amonowego, spośród wszystkich analizowanych populacji wód, prawdopodobnie świadczą o warunkach bardziej redukcyjnych (w porównaniu z płytszymi poziomami) niż o antropogenicznym zanieczyszczeniu wód. Przykładem świadczącym o stosunkowo stabilnym składzie chemicznym wód są analizy archiwalne (fig. 5) ze studni wierconej zlokalizowanej na północny-zachód od Turku (lokalizacja na fig. 2) i ujmującej wody poziomu górnokredowego, którego strop zalega w tym rejonie na głębokości 40 m.

Należy jednak zauważyć, że obecny skład chemiczny wody w tym otworze może różnić się w stosunku do analiz archiwalnych. Jednakże z porównania tych danych z wynikami badań z pobliskiego otworu, ujmującego poziom górnokredowy w podobnym przedziale głębokości, wynikają wyraźne podobieństwa. Zawartość jonu amonowego osiąga  $0,66 \text{ mg/dm}^3$ , natomiast pozostałe formy azotu kształtują się poniżej granicy oznaczalności wynoszącej  $0,01 \text{ mg/dm}^3$ .

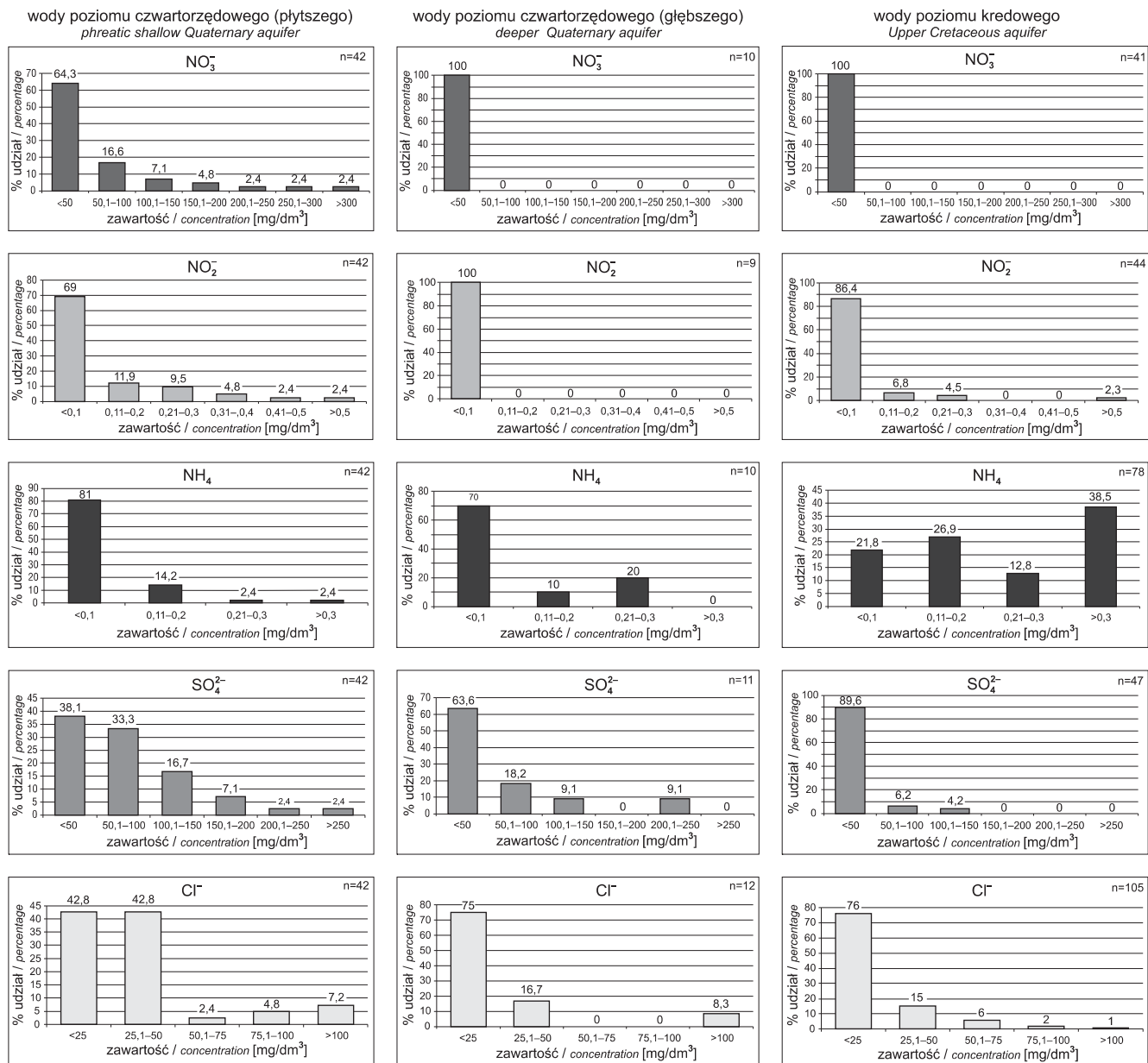


Fig. 4. Porównanie wybranych składników wód podziemnych poziomów czwartorzędowych oraz poziomu górnokredowego

Comparison of the selected groundwater compounds within Quaternary and Upper Cretaceous aquifers

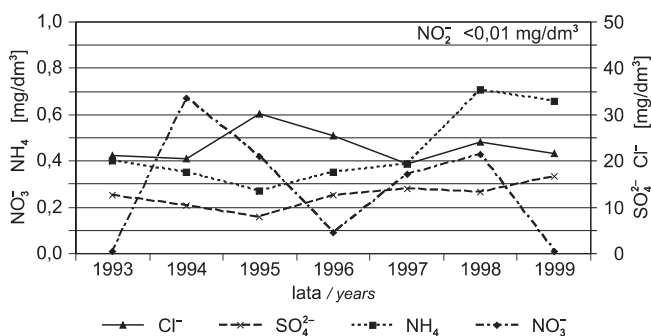


Fig. 5. Skład chemiczny wód podziemnych poziomu górnokredowego w Turku

Chemical composition of groundwater within Upper Cretaceous aquifer in Turek

Koncentracja siarczanów wynosi  $20,5 \text{ mg/dm}^3$ , natomiast chlorków –  $30,4 \text{ mg/dm}^3$  (fig. 5). Należy mieć jednak na uwadze, że jest to stosunkowo krótki okres obserwacji zakończony w 1999 r., więc formułowanie jednoznacznych, obecnie aktualnych wniosków wymaga dalszych badań.

Wpływ czynników antropogenicznych na chemizm wód podziemnych można rozpatrywać w przypadku wód przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego, które wykazują znaczne zróżnicowanie pod względem koncentracji poszczególnych składników (fig. 6). W przypadku studni nr 23, na podstawie wysokich koncentracji wszystkich form azotu, stwierdzono długotrwały w czasie, stały dopływ zanieczyszczeń (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002). W wielu przypadkach dominację stanowi jon azotanowy, czego przykładem są studnie 10, 15, 25, 40, 79. Są również dwa otwory (74 i s3), w których decydującą przewagę nad pozostałymi związkami azotu stanowią jony amonowe. Tylko w jednym przypadku (studnia nr 37) jon azotynowy osiąga zdecydowanie wysoką wartość –  $0,99 \text{ mg/dm}^3$  (fig. 6).

W wielu przypadkach wysokie koncentracje związków azotu współwystępują z wysokimi zawartościami siarczanów i chlorków, które również stanowią wyznacznik antro-

pogenicznego przekształcenia składu chemicznego wód podziemnych. Zaobserwowano przypadki współwystępowania niskich koncentracji związków azotu przy jednocześnie wysokich stężeniach siarczanów i chlorków w wodach podziemnych, np. próbka nr 98 (fig. 6).

Ocena stanu jakościowego wód podziemnych na Wysoczyźnie Tureckiej wskazuje, że zarówno wody z poziomu czwartorzędowych, jak i z poziomu górnokredowego zaliczyć można do wód o bardzo dobrej i dobrej jakości, a jedynie lokalnie do wód o niezadowalającej lub złej jakości. W Rozp. Min. Środ. Dz. U. Nr 143/2008, poz. 896 uznano, że wartościami progowymi elementów fizykochemicznych, dla dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, są wartości graniczne elementów fizykochemicznych określone dla III klasy jakości (fig. 7). Jedynym wskaźnikiem chemicznym, który zasadniczo pogarszał jakość wód na badanym terenie i decydował o ich klasyfikacji do wód o słabym stanie chemicznym, były azotany (wartość graniczna dla III klasy jakości wynosi  $50 \text{ mg/dm}^3$ ). Szczególnie niekorzystnie wyróżniają się wody pochodzące z przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego – 35% próbek zaliczono do wód o niezadowalającej i złej jakości, a blisko 20% bezpośrednio do V

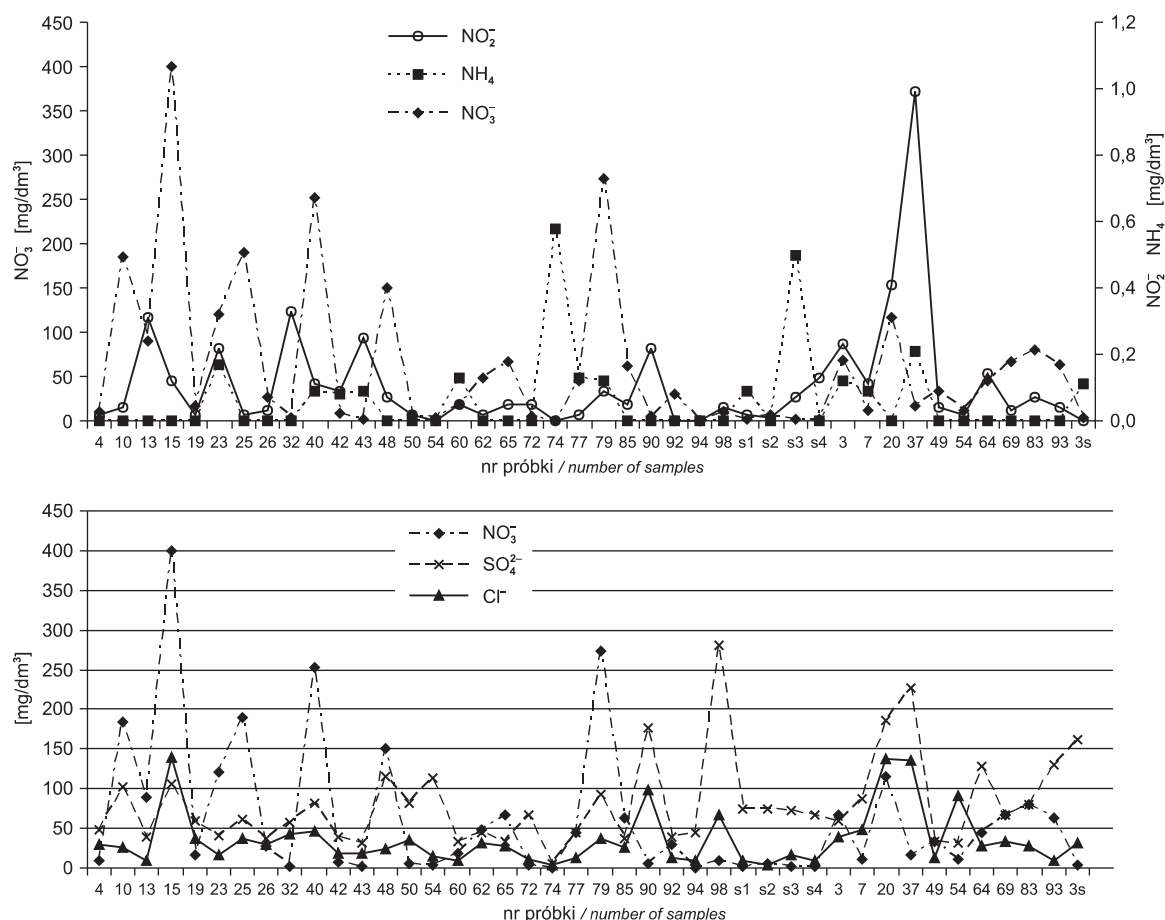
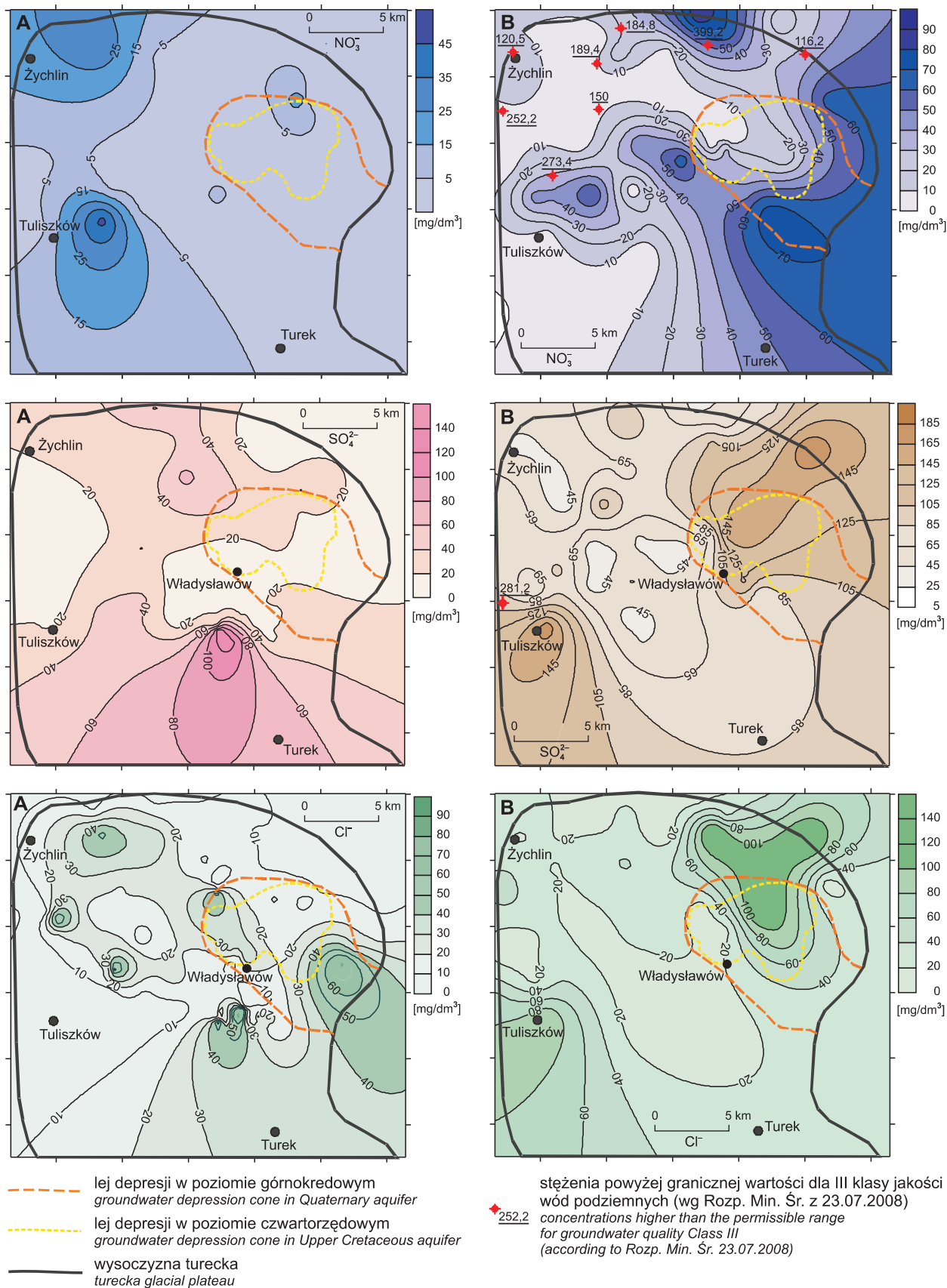


Fig. 6. Zawartość wybranych składników wód podziemnych przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego

Concentration of the selected groundwater compounds within phreatic shallow Quaternary aquifer



**Fig. 7. Rozkład stężeń jonów  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  w wodach podziemnych:**

**A – poziomu górnokredowego, B – przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego**

Concentration of  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  in groundwater: A – in Upper Cretaceous aquifer, B – in phreatic shallow Quaternary aquifer

klasy jakości, co świadczy o znaczącym wpływie działalności człowieka na kształtowanie się składu chemicznego tych wód.

Dodatkowo, z uwagi na przekroczenie wartości granicznych dla stężeń azotanów, wody te nie spełniają wymagań stawianych wodom przeznaczonym do spożycia przez ludzi (Rozp. Min. Zdr. Dz. U. z 2010 r. Nr 72 poz. 466). Zauważono jednak, że występowanie podwyższonych zawartości azotanów w wodach podziemnych przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego ma charakter punktowy i układa się mozaikowo. Wyjątkowo wysokie stężenia azotanów w opróbowanych studniach należy wiązać z ich lokalizacją w obrębie zwartej zabudowy wiejskiej, złym stanem technicznym i jedynie okresową eksploatacją. Cechują się także stosunkowo płytko położonym zwierciadłem wody (1–3 m p.p.t.), co sprzyja intensywnemu przenikaniu zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Uznano, że studnie te są punktowymi ogniskami zanieczyszczeń, których wpływ na chemizm i jakość wód podziemnych jest lokalny i ograniczony do najbliższego otoczenia studni (fig. 7).

W wodach podziemnych przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego obserwuje się niskie stężenia azotanów (80% wód pierwszej klasy jakości) i jonów amonowych (99% wód pierwszej klasy jakości). Stężenia jonów chlorkowych i siarczanowych w wodach z czwartorzędowego przypowierzchniowego poziomu wodonośnego spełniają wymagania stawiane wodzie przeznaczonej do spożycia, poza jednym odosobnionym przypadkiem (okolice Tuliszkowa), gdzie przekroczone zostały dopuszczalne stężenia jonów siarczanowych ( $281 \text{ mg/dm}^3$ ) (fig. 7). Wody z tej studni zaliczyć należy do wód o słabym stanie chemicznym, gdyż prze-

kroczone została wartość graniczna III klasy jakości wynosząca dla  $\text{SO}_4^{2-}$   $250 \text{ mg/dm}^3$ .

Wody z poziomu górnokredowego aż w 94% badanych próbek cechowały się bardzo dobrą jakością pod względem zawartości jonów azotanowych (I klasa jakości). Stężenia pozostałych rozpatrywanych wskaźników zanieczyszczeń mieszczą się w granicach ustalonych w polskich przepisach sanitarnych. Stopień antropogenicznego zanieczyszczenia wód podziemnych oceniono zatem jako stadium początkowe, zaznaczające się wyraźniej w wodach poziomu czwartorzędowego.

Zauważyć można jednak lokalne strefy, w których stwierdzono podwyższone wartości wybranych wskaźników występujących zarówno w wodach poziomu czwartorzędowego jak i górnokredowego. Jedną z takich stref jest rejon odkrywki Władysławów i obszar oddziaływania lejki depresji związanego z jej funkcjonowaniem oraz położone na północny zachód okolice Wyszyny. Zaobserwować tam można wyraźne podwyższone stężenia jonów siarczanowych i chlorkowych, w mniejszym stopniu prawidłowość ta dotyczy jonów azotanowych (fig. 7). Zjawisko to może mieć związek z bezpośrednim kontaktem hydraulicznym stwierdzonym w biegnącej południkowo depresji okolic Wyszyny oraz w rejonie odkrywki Władysławów. Istnienie takiego kontaktu ułatwiałoby możliwość przenikania zanieczyszczeń między poziomami wodonośnymi i zwiększało zagrożenie dla jakości wód podziemnych poziomu kredowego. Konieczne wydaje się prowadzenie monitoringu tych obszarów, a szczególnie istniejącego w Wyszynie gminnego ujęcia wód podziemnych, eksploatującego wody z płytko występującego tam poziomu kredowego (strop poziomu na głębokości 10 m).

## PODSUMOWANIE

Postępujące wydobycie węgla brunatnego metodą odkrywkową, które ma miejsce w północnej części Wysoczyzny Tureckiej (wzrost Władysławów – KWB „Adamów”), prowadzi do dynamicznych zmian warunków hydrogeologicznych wynikających z konieczności odwadniania odkrywki, w efekcie czego powstaje rozległy lej depresji zmieniający swe położenie w zależności od rozwoju wydobycia surowca i obejmujący swym oddziaływaniem wodonośny poziom górnokredowy i poziom czwartorzędowy.

W świetle przeprowadzonych badań bezpośrednio oddziaływanie wyrobiska Władysławów na środowisko hydrogeochemiczne omawianego rejonu nie jest jednoznaczne. W najbliższym sąsiedztwie wyrobiska zaobserwowano podwyższone stężenia jonów siarczanowych i chlorkowych, oraz jonów azotanowych, jednak głównie w wodach podziemnych z przypowierzchniowego poziomu czwartorzędowego, co wiązać się może także z rolniczym użytkowaniem

terenu i występowaniem lokalnych ognisk zanieczyszczeń związanych ze zwartą zabudową wiejską w tym rejonie.

Stopień antropogenicznego zanieczyszczenia wód podziemnych oceniono na stadium początkowe – w większej mierze obejmujące wody podziemne poziomu czwartorzędowego niż górnokredowego, jednak nieutrudniające jeszcze użytkowania tych wód (w większości wody spełniają wymagania sanitarne, najczęściej przekroczeń zaobserwowano dla jonów  $\text{NO}_3^-$ ).

Rejon odkrywki Władysławów, a także okolice Wyszyny (miejsce bezpośredniego kontaktu hydraulicznego między poziomem czwartorzędowym i górnokredowym), gdzie występuje zwiększone zagrożenie dla jakości wód podziemnych poziomu kredowego, wskutek przedostawania się wód o złym i niezadowalającym stanie z poziomu czwartorzędowego, wymaga dalszych szczegółowych badań chemizmu wód podziemnych i stałego monitoringu.

## LITERATURA

- BARTKOWIAK M., CZABAJ W., MAJKO A., SCICIŃSKI W., 1996 — Zasięg leja depresji poziomu nadkładowego i podwęglowo-kredowego dla odkrywek Adamów, Koźmin, Władysławów ze stanem na dzień 31.XII.1995 I.G.O „Potegor” Wrocław.
- BIERKOWSKA M., 1997a — Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Tuliszków (549), wraz z objaśnieniami. Państw. Inst.Geol., Warszawa.
- BIERKOWSKA M., 1997b — Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Turek (550), wraz z objaśnieniami. Państw. Inst.Geol., Warszawa.
- CZERWIŃSKA M., ŻEREBIEC A., 2006a — Baza danych GIS MhP 1:50 000, „Pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika”, arkusz Tuliszków (549), wraz z objaśnieniami. Państw. Inst.Geol., Warszawa.
- CZERWIŃSKA M., ŻEREBIEC A., 2006b — Baza danych GIS MhP 1:50 000, „Pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika”, arkusz Turek (550), wraz z objaśnieniami. Państw. Inst.Geol., Warszawa.
- DĄBROWSKI S., STRABURZYŃSKA R., 2002 — Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Konin (513), wraz z objaśnieniami. Państw. Inst.Geol., Warszawa.
- KONDRACKI J., 2002 — Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- MACIOSZCZYK A., DOBRZYŃSKI D., 2002 — Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. PWN, Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. (Dz.U. 2008 Nr 143, poz. 896) w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. (Dz.U. 2010 Nr 72 poz. 466) zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- TRZECIAKOWSKA M., 2002 — Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Koło (514), wraz z objaśnieniami. Państw. Inst.Geol., Warszawa.
- WOŹNIAK M., DZIEDZIAK J., 2003 — Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne w związku z projektowanym odwodnieniem złoża węgla brunatnego „Władysławów”, Proxima S.A. Wrocław (Archiwum KWB Adamów).

## SUMMARY

The research area is located within the northern part of Turek Glacial Upland, central Poland. The geological and hydrogeological conditions, the chemistry of groundwater and land use based on the existing data and field measurements in 2009, were studied. The detailed analysis of nitrogen compounds (nitrates, nitrites and ammonium ion) as well as indicators of contamination (sulfates and/or chlorides) of groundwater was performed in the field. The objective of this study was to identify the influence of the brown coal mine on the chemical composition of the groundwater. Three aquifers were taken into consideration: 1) phreatic shallow Quaternary aquifer, 2) deeper Quaternary aquifer, 3) Upper Cretaceous aquifer. Water samples were collected from the shallowest aquifer – phreatic water of Quaternary aquifer and the deepest aquifer – groundwater of Upper Cretaceous aquifer. A vast depression cone in the Quaternary and Upper Cretaceous aquifers occurs in the northern part of the research area.

The results of the investigations indicate significant changes in chemical composition of phreatic water. It is observed that the chemical components of this shallow phreatic water are different in the wells examined although it can be assumed that the groundwater contaminants have locally been ranging. The chemical composition of the groundwater within the Upper Cretaceous aquifer is not changed. In the water of the Upper Cretaceous aquifer have been observed the higher concentrations of ammonium ion in comparison to the Quaternary aquifer but it seems to be natural effect which depends on redox conditions.

To conclude, the anthropogenic contamination of groundwater occurs mainly within the Quaternary aquifer, nevertheless most of the water samples are generally good quality. However, the existence of a hydraulic connection between the Quaternary and the Upper Cretaceous aquifers suggests that the chemical compositions of water should be systematically determined.