

WODY PODZIEMNE REGIONU GDAŃSKIEGO *M. Ruzd. kH-3/49/58*

**POJĘCIE REGIONU GDAŃSKIEGO** użyte w tytule i treści tej pracy ma znaczenie wyłącznie umowne i może być traktowane nader elastycznie. Jest ono bardziej administracyjne niż fizjograficzne, gdyż obejmuje jednostki o różnej genezie i różnych cechach. Mówiąc o regionie gdańskim, mamy na myśli mniej lub więcej szeroki pas ładu obramujący od S i W Zatokę Gdańską od Elbląga przez Gdańsk, Sopot, Gdynię i Puck aż po Władysławowo. Gdańsk zajmuje w tym pasie położenie centralne, będąc przy tym największym ośrodkiem urbanistycznym, przemysłowym i kulturalnym, wyprzedzając pod tym względem inne miasta. Jedyne port gdyński funkcjonalnie dorównuje gdańskiemu.

Jak prawie wszędzie w Polsce, tak i w regionie gdańskim zagadnienie dostatecznego zaopatrzenia w wodę jest problemem aktualnym. Zapotrzebowanie na wodę rośnie z roku na rok, zaś istniejące ujęcia wodociągowe nie nadążają za tym wzrostem. Wskutek tego w Gdyni, Gdańsku i Elblągu odczuwa się w niektórych dzielnicach stale lub okresowo dotkliwy brak wody.

W tabeli podano perspektywiczny wzrost ludności i zapotrzebowania na wodę ważniejszych miast regionu w porównaniu z rokiem 1957.

Należy do tego dodać problem Władysławowa, który w projektach aktywizacji wybrzeża ma stać się dużym ośrodkiem rybołówstwa, przetwórstwa rybnego i wczasowiskiem nadmorskim. Perspektywiczne zapotrzebowanie na wodę określił się na 700 m<sup>3</sup>/godz., z czego 60% dla przemysłu i portu, reszta dla ludności miejskiej.

Na podstawie dotychczasowego rozeznania stosunków hydrogeologicznych można z dużym prawdopodobieństwem przypuszczać, że pokrycie przewidywanego zapotrzebowania nie powinno natrafiać na trudności w Tczewie, Gdańsku i Gdyni, które posiadają w podziemiu znaczne zasoby wody. Chodzi jedynie o należyte zbadanie i udokumentowanie zasobów eksploatacyjnych. Natomiast trudności występują w Elblągu i Władysławowie, gdyż tam wody podziemne występują w warunkach skomplikowanych.

Swobodnym i paradoksalnym problemem jest sprawa zaopatrzenia w wodę osiedli wiejskich w delcie na E od Wisły. Na terenach tych, które przecież muszą być

szczerze odwadniane z powodu nadmiaru wody, ludność i rolnictwo cierpią na brak dobrej wody z powodu żelazienia i zasolenia wód podziemnych.

W budowie geologicznej regionu gdańskiego dominującą formacją jest — jak wiadomo — czwartorzęd. Jednym z czynników wpływających na stosunki hydrogeologiczne w obrębie tej formacji jest pionowe ukształtowanie terenu. Należy przeto pokrótce scharakteryzować jego morfologię (ryc. 1).

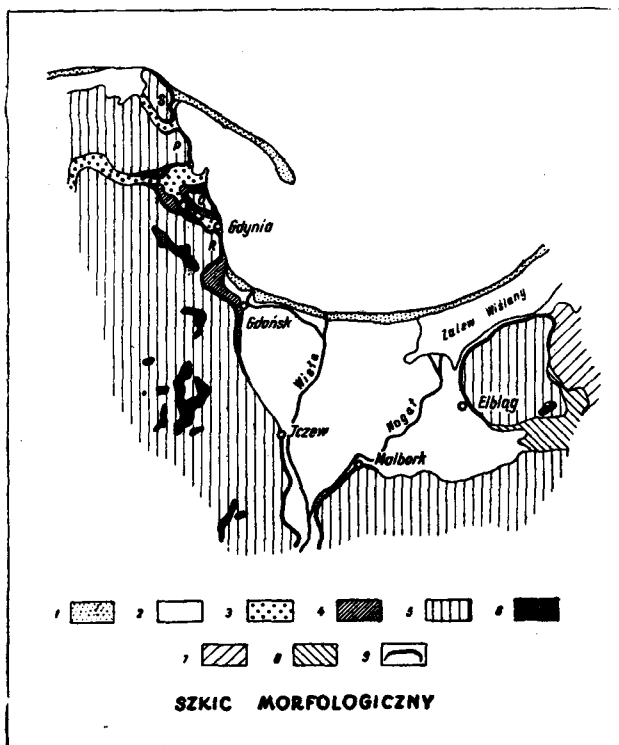
Mniej więcej centralną część regionu zajmuje nizina delta Wisły. Dzieli się ona na 3 części: Żuławy Gdańskie na W od Wisły, Żuławy Wielkie między Wisłą a Nogatem i Żuławy Elbląskie na E od Nogatu. Delta obniża się nieznacznie ku N począwszy od Mątawskiej Głowy przy odgałęzieniu Nogatu, gdzie wznosi się około 9 m npm. Poza tym jest ona nieco wyżej wzniesiona w swej środkowej części, skąd obniża się na boki. Powierzchnia terenu schodzi poniżej poziomu morza, tworząc depresje morfologiczne dochodzące do —1,8 m. Obszary depresyjne rozciągają się bezpośrednio na SE od Gdańska, w okolicy Błotnik,

miasto	rok 1957			rok 1975			
	liczba mieszk. w tysiącach	produkcja wody		liczba mieszk. w tysiącach (szacunkowo*)	Zapotrzebowanie na wodę (szacunkowo**)		
		m <sup>3</sup> /d	l/d/m		m <sup>3</sup> /d	l/d/m	% wzrostu
Elbląg	71,2	14583	204	100	25000	250	72
Tczew	31,7	5202	164	42	8400	200	64
Gdańsk***	256,2	54233	212	320	80000	250	46
Sopot	42,8	7728	180	43	7740	180	—
Gdynia	136,7	20751	152	170	39100	230	46

\* wg danych Zakładu Planowania WKPG, Gdańsk.

\*\* wg szacunku autora.

\*\*\* w r. 1934 liczba mieszkańców Gdańska wynosiła 210 000, produkcja zaś wody 33 900 m<sup>3</sup>/1 doba, co odpowiada 160 l/doba na mieszkańca.



Ryc. 1. Szkic morfologiczny

1 — kosi i mierzeje pokryte wydmami nadmorskimi; 2 — niziny nadmorskie i delta Wisły; 3 — pradoliny; 4 — tarasy akumulacyjne i stożki napływowe; 5 — wysoczyzna moreny dennej; 6 — wzgórza moreny czołowej na wysoczyznach; 7 — niziny zastoiszkowe; 8 — niziny moreny dennej; 9 — klify i strome zbocza wysoczyzn; S — Kępa Swarzewska; P — Kępa Pucka; O — Kępa Oksywska; R — Kępa Redłowska.

Nowego Dworu i w NE części Żuław Elbląskich należą do najmłodszych części delty. Około 60% terenu Żuław znajduje się na poziomie równym lub niższym od poziomu morza. W celu utrzymania tego wielkiego obszaru w stanie przydatnym do rolniczego zagospodarowania, musi bez przerwy działać skomplikowany system odwadniania.

Od N delta zamknięta jest Mierzeją Wiślaną. Rozpoczyna się ona na W pomiędzy Sopotem a Jelitkowem. Zrazu ma postać bardzo wąskiego wału z wydmami 2 do 4 m wysokimi. Dopiero na E od Stogów staje się coraz szersza, a wydmy wyższe. W okolicy Sztutowa szerokość mierzei wynosi około 2,5 km, a wydmy dochodzą do 35 m wysokości. Najwyższe wzniesienia wydymowe znajdują się na E od Krynicy Morskiej sięgając do 50 m. Mierzeja Wiślana zaczęła się tworzyć pod koniec okresu lityrnowego, odcinając południową część Zatoki Gdańskiej i przekształcając ją w zalew. Jednocześnie od południa rosła delta, która dopiero w XIV—XV wieku zrasta się z mierzeją.

W okolicy Jeziora Drużno na S od Elbląga Żuławy wciskają się między dwie wysoczyzny plejstocenyjskie Pojezierze Iławskie i Wysoczyznę Elbląską. Tworzą tu one kuluar szeroki na 9 km, który od E zamyka nizina moreny dennej łącząca się dalej ku E z zastoiszkową Niziną Braniewską nad dolną Pasieką.

Wysoczyzna Elbląska jest wielką kępą otoczoną obszarami nizinnymi. Opada ona ku nim stromymi i wysokimi zboczami, zwłaszcza od strony Niziny Braniewskiej i Żuław oraz Zalewu Wiślanego. Zbocza od strony Żuław i zalewu są dawnymi klifami morza lityrnowego. Na powierzchni swej wysoczyzna przedstawia typ silnie falistej moreny dennej rozciętej licznymi parowami i wązozami. W swych kulminacjach wznosi się do blisko 200 m npm.

Na W od Żuław rozciąga się wielka i niezwykle urozmaicona wysoczyzna Pojezierza Kaszubskiego. Ku

N sięga ona po pradolinę Redy — Leby. W regionie gdańskim dominuje w rzeźbie pojezierza typ moreny dennej równinnej oraz falistej, gdzie teren wznosi się przeciętnie do wysokości 80—100 m npm. Nieco dalej ku W pojawiają się wzgórza moreny czołowej. Jedną ich grupą występuje w okolicach Trąbek, Postołowa i Pawłowa. Łączy się ona dalej na W z głównym ciągiem moren czołowych w paśmie Wzgórz Szymbarckich. Drugą grupą moren czołowych zaznacza się w okolicach Leżna i Chwaszczyna. Wraz z pojawieniem się moren czołowych teren wysoczyzny wznosi się wyżej, osiągając 150—200 m npm.

Wschodnia granica wysoczyzny zaznacza się w morfologii regionu gdańskiego niezwykle wyraźnie i ostro. Jest to zbrocze, które na S od Tczewa jest jednocześnie wysokim 40—50 m zbroczem doliny Wisły. Między Tczewem a Pruszczem Gdańskim jest ono niskim i łagodnym stopniem, lecz na N od Pruszcza szybko podnosi się i w okolicy Gdańska, Oliwy i Sopotu osiąga wysokość względną 80—90 m. Na tym odcinku zbrocze jest silnie rozcięte licznymi głęboko wciętymi dolinami potoków spływających z wierzchołków ku morzu.

U stóp zbrocza Pojezierza Kaszubskiego między Sopotem a Gdańskiem występuje szeroko rozpostarte tarasowe kształtu spłaszczenie wznoszące się około 15 m npm. i pochylone ku północy. Wyrażano różne zapatrywania na genezę tej formy. Zgodnie z Jentschem, Ostendorfem i St. Zb. Różyckim skłonni jesteśmy uważać ją za plejstocenyjski dolinny taras akumulacyjny. U wylotu niektórych potoków, jak np. Siedlickiego, Brentowskiego lub Oliwskiego utworzyły się stożki napływowe pokrywające ten taras.

Północna część regionu gdańskiego — począwszy od Orłowa przynależy do krainy zwanej Pobrzeżem Kaszubskim. Jest to również wysoczyzna plejstocenyjska o charakterze moreny dennej równinnej, lecz rozbita na szereg kęp: Swarzewską wzniesioną do około 50 m npm., Pucką — 45 m, Oksywską — 80 m i Redłowską — 90 m. Od strony morza kępy obcięte są klifami, natomiast od reszty wysoczyzny i sąsiednich kęp stromymi zboczami pradolin. Pradoliny Chylonii, Leby, Redy i Płutnicy tworzą łącznie skomplikowany i kręty system odpływu wód fluwioglacjalnych. Nie można wykluczyć, że tędy płynęła pra-Wisła.

Ostatnim elementem w urozmaiconej morfologii regionu gdańskiego jest Półwysep Helski, który jest kosa. Długość jego od nasady do cypla wynosi 35 km. W zachodniej części od Władysławowa po Bór jest prosty i wąski 200 do 1000 m. Dalej ku E rozszerza się osiągając na linii Stary Hel — Góra Szwedzka 3 km. Jednocześnie zgrubiała maczugowato końcowa część kosi zgina się ku S. Cały półwysep pokryty jest wydmami układającymi się w kilka równoległych do brzegu pasów. Począwszy od Boru i Juraty wydmy tracą jednostajny i regularny przebieg. Pojawiają się kształty sierpowe i kopcowe, a ponadto także wydmy o kierunku skośnym do brzegu. Te ostatnie tworzą inne — starsze pokolenie wydymowe.

Dotychczasowa znajomość stosunków hydrogeologicznych regionu gdańskiego pozwala na wyraźny podział wód podziemnych na 4 piętra: holocenyjskie, plejstocenyjskie, miocenyjskie i górnokredowe.

Wody holocenyjskie przywiązane są do aluwów rzecznych, wśród których osobno należy potraktować utwory deltowe, dalej do wydm, do piaszczystych morskich osadów lityrnowych, wreszcie do torfowych utworów wypełniających niezliczone drobne zakłębłości na wysoczyznach. Żadne z wymienionych nie mają znaczenia praktycznego. Przedstawiają one bądź typ wód zaskórnych, bądź typ wód gruntowych silnie zanieczyszczonych związkami organicznymi i substancjami rozkładu organicznego. Miejscami są one ponadto zasolone. Jedynie wody wydymowe tworzą lokalnie drobne zbiorowiska, które mogą pokrywać niewielkie zapotrzebowanie poszczególnych gospodarstw.

Największe rozprzestrzenienie mają wody holocenyjskie w delcie Wisły. Utwory deltowe składają się głównie z drobnoziarnistych lub mułkowatych piasków, namulów organicznych, tzw. gnijących, gdyż znajdują się w stadium rozkładu, glin napływowych, torfów i margli łąkowych. W północnej i wschodniej części delty leżą pod serią napływową morskie piaski

litorynowe. W utworach piaszczystych występują wody, które swym statycznym zwierciadłem sięgają do powierzchni terenu. Gdyby nie sztucznie utrzymywane obniżenie zwierciadła tych wód, delta zmieniłaby się w bagnisty, zalany wodą kraj.

Obecność torfów, a szczególnie namulów organicznych, powoduje silne zanieczyszczenie wód deltowych siarczanami, azotanami, metanem i żelazem. W niektórych miejscach ilość wydobywającego się metanu jest tak znaczna, że zapalony może się palić przez dłuższy czas. Żelazo występuje przeważnie w związkach z kwasem humusowym lub jego solami. Zawartość jego, szczególnie we wschodniej części delty, jest bardzo duża, przy czym wzrasta z głębokością.

Pod słodką wodą wydmną występuje woda zasolona, która pozostaje w związku hydraulicznym z wodą morską. Stosunek wody słodkiej do słonej określony jest w przybliżeniu według prawa Ghibbena — Herzberga. W poszczególnych warstwach piasków występują wody słone, zawierające niekiedy obficie gaz palny, prawdopodobnie metan.

Wody plejstocenyckie zawarte są w piaskach i żwirach międzymorenowych oraz w utworach pradolinnych.

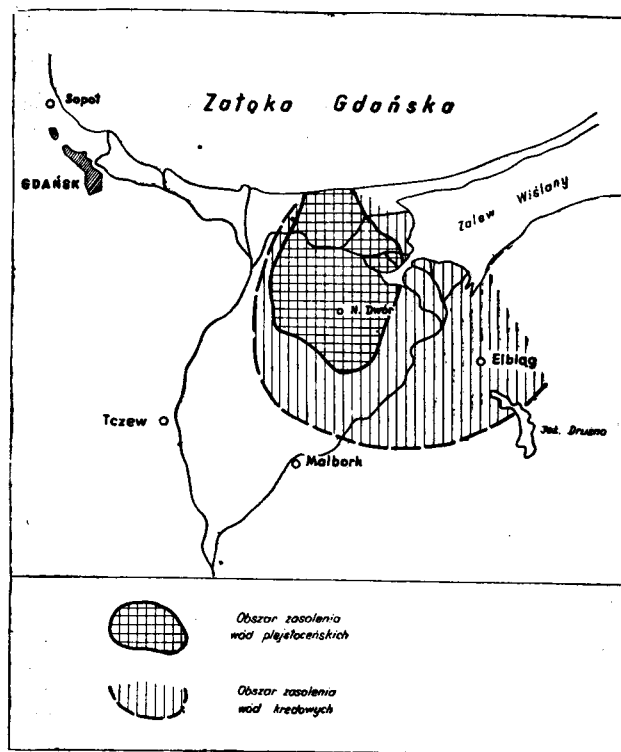
Istotny dla stosunków hydrogeologicznych w obrębie plejstocenu regionu gdańskiego jest fakt, że zachowane są tu cykle sedimentacyjne dwóch zlodowaceń — bałtyckiego i środkowopolskiego, reprezentowane przez dwa zasadnicze pokłady glin zwałowych przedzielonych serią osadów wodno-lodowcowych. Te ostatnie tworzą główny poziom wodonośny, który można osiągnąć na wysoczyznach i w delcie Wisły. Oprócz tego miejscami występują wodno-lodowcowe piaski i żwiry pod dolną gliną zwałową, a podobne utwory ponad górną gliną zwałową. Również i one są akumulatorami wody podziemnej, lecz nie tworzą zwałowego i ciągłego poziomu. W ten sposób mamy 1—3 poziomy wodonośne o znaczeniu praktycznym. Pomijamy tu lokalne, przeważnie izolowane poziomy zawarte tu i ówdzie w piaszczystych przewarstwieniach w glinach zwałowych.

Schemat ten pozostaje jednak tylko schematem, ponieważ cechuje się on daleko idącą zmiennością z hydrogeologicznego punktu widzenia. Wpływa na to powszechnie znana w plejstocenie zmienność miąższości warstw, ich wyklinowanie się, zmienność składu granulometrycznego w bardzo szerokich granicach, wreszcie powikłania spowodowane zjawiskami glaciitektonicznymi. W związku z tym zmienia się ogromnie od przypadku do przypadku wydajność wód. Zmienne wydajności mają miejsce szczególnie na obszarach wysoczyznowych i to w szerokich granicach od kilku do kilkudziesięciu m<sup>3</sup>/godz.

Zjawiska glaciitektoniczne, szczególnie w postaci kier trzeciorzędu tkwiących w utworach plejstocenyckich, są w regionie gdańskim bardzo pospolite. Zanotować tu wypada ważny fakt stwierdzający, że odsłonięty w kłifie Kępy Swarzewskiej między Rozewiem a Władysławowem miocen nie znajduje się in situ, jak przypuszczano dotychczas, lecz jest potężną krą glacialną.

Skoro jesteśmy już w okolicach Półwyspu Helskiego, należy wspomnieć, że pomiędzy Jastarnią a Helem występuje w podłożu kredowym szeroka i głęboka rynna wypełniona potężną serią utworów holocenyckich, pod którymi leżą gliny zwałowe i ropy zastoiskowe, niżej zaś, w głębokościach przekraczających 120 m wodonośne gruboziarniste piaski i żwiry wodno-lodowcowe.

Powikłane i bardzo zmienne stosunki hydrogeologiczne panują na Wysoczyźnie Elbląskiej. Występują tu



Ryc. 2. Zasolenie wód podziemnych na terenie Żuław

szeroko rozprzestrzenione ropy elbląskie, które mają być odpowiednikiem serii Skaerumhede. Tak naturalne odsłonięcia, jak i znaczne ich miąższości spotykane w niektórych wierceniach i kilkakrotnie naprzemiennie występowanie z glinami zwałowymi zdają się wskazywać na gwałtowne glaciitektoniczne sfałdowania szczególnie na północno-zachodnich i zachodnich brzegach wysoczyzny. Znane nam są tu otwory wiertnicze, które w obrębie czwartorzędu nie spotykały do słownie ani jednej kropli wody.

Inne stosunki spotkamy w plejstocenie delty Wisły. Do niziny Żuław spływają z otaczających wysoczyzn zarówno wody powierzchniowe, jak też kierują się wody podziemne. Według naszego mniemania gliny zwałowe i rozdzielające je piaski i żwiry występujące na wysoczyznach obniżają się i schodzą w dół w zakłębłość delty. Obszar jej jest bardzo bogaty w wody plejstocenyckie, jeżeli tylko pozwala na to miąższość warstw wodonośnych i korzystna ich granulacja. Natomiast jakość wód w niektórych częściach delty jest nieodpowiednia. Wspominaliśmy powyżej o silnym żelazieniu wód holocenyckich. W przypadku gdy pierwszy horyzont plejstocenycki nie jest izolowany od holocenyckiego nieprzepuszczalną gliną zwałową, żelazienie przenika w dół i zanieczyszcza wody plejstocenyckie. Niekorzystnym zjawiskiem jest również zasolenie wód plejstocenyckich występujące w północnej części Żuław Wielkich (ryc. 2).

Bogate zasoby wód plejstocenyckich występują na obszarze pradolin. Przykładem może być pradolina Chylonii, gdzie bezpośrednio pod holocenem występują pradolinne piaski i żwiry.

Czwartorzęd podścielony jest trzeciorzędem złożonym z utworów miocenyckich i oligocenyckich. Na wysoczyznach tworzy on zwartą i ciągłą serię warstw. Natomiast na terenie delty jest on przeważnie zdarty wskutek erozji przedlodowcowej i egzaracji glacialnej i występuje tu w strzępach.

Miocen reprezentowany jest przez znaną formację lignitową, która składa się w regionie gdańskim głównie z drobnziarnistych i pylastych piasków kwarcowych oraz piaszczystych lub mułkowatych iłów. Piaski zawierają miejscami wodę. Jednakże poziom ten nie wykazuje ciągłości, ponieważ przerywany jest partiami zbudowanymi wyłącznie z warstw ilastych i mułkowatych. Niekorzystne środowisko nie zachęca do badania wód mioceńskich, stąd też wiadomości o nich są bardzo skąpe.

Oligocen wykształcony w postaci glaukonitowych, zielonych piasków ilastych oraz iłów nie ma znaczenia hydrogeologicznego.

Utwory kredowe znane są jedynie z wierceń. Najgłębszy jest wykończony w roku 1907 otwór w Cygankach (przedmieście Gdańska) opisany przez Zeise. Doszedł on do głębokości 295 m, tj. do rzędnej -268 m ppm. Od roku 1940 wykonano na terenie regionu gdańskiego co najmniej 19 wierceń, które sięgły do kredy.

Prawie na całym terenie w stropowej części kredy występują utwory górnego senonu rozwinięte w postaci białawych margli. Wśród nich występują ławice bardzo twardych ciemnych margli skrzemieniałych. Margle mukronatowe przewarstwione są warstwami średnioziarnistych piasków glaukonitowych, zielonawoszarych. Przewarstwienia te są rozmieszczone nieregularnie, przeważnie cienkie kilkudziesięciocentymetrowej grubości, rzadziej kilkumetrowe. Są one zdecydowanie podporządkowane marglom. Wiek ich określony jest na podstawie *Belemnitella mucronata*.

W dolnej części serii marglistej materiał piaszczysty zaczyna przeważać nad marglami. Ku dołowi serii zjawiają się coraz częściej konkretne piaskowcowe, następnie zaś ławice piaskowców z pogruchotanymi skorupami ostryg, inoceramów i obtoczonymi fragmentami *Actinocamax westfalicus*.

Zasięg senonu ku N jest ograniczony do linii wyznaczonej przypuszczalnie z grubsza równoleżnikiem Helu. W głębszych otworach wykonanych przed wojną w Karwi, Juracie i w Helu J. Samsonowicz stwierdził występowanie bezpośrednio pod czwartorzędem cenomanu w facji Arnager Grönsand. Są to drobnziarniste, glaukonitowe zielone piaski, mułki i ciemnozielone ily. W wierceniu w Helu usytuowanym między stacją kolejową a osiedlem, wykonanym w r. 1952, stwierdziliśmy leżące bezpośrednio pod czwartorzędem krzemieniste margle senońskie, poniżej zaś cenoman. W górnej części składał się on z drobnziarnistych zielonych piasków silnie ilastych, niżej zaś z ciemnozielonych piaszczystych iłów i mułków.

Osobnym zagadnieniem jest sprawa zasolenia wód kredowych. W zachodniej części Żuław oraz w okolicach Gdańska, Sopotu i Gdyni wody kredowe zawierają znikome ilości chlorków w granicach 4—18 mg/l

Cl'. Natomiast na Żuławach Wielkich i w części Żuław Elbląskich stwierdzono już dawno zasolenie wód górnosenońskich (Ostendorff).

Fatalna jakość wód holocenijskich, zasolenie wód plejstocenijskich i kredowych stwarza na terenie Żuław Wielkich trudną sytuację. Stąd też problem zaopatrzenia w dobrą wodę tego terenu jest z punktu widzenia rolnictwa i aktywizacji tej części Żuław bardzo pilny i ważny. Zagadnienie jest w fazie studiów, lecz już wysuwane są projekty ujęcia wody z Wisły i rozprowadzenia jej po całym terenie za pomocą sieci rurociągów.

Wody kredowe regionu gdańskiego tworzą potężny zbiornik artezyjski. Jest on już eksploatowany od 65 lat. W ostatnich jednakże latach mnoży się ilość studni kredowych i wzrasta wydobywanie wody, do czego zachęca wysoka wydajność warstw, dobra jakość wody i niskie koszty eksploatacji przy wykorzystaniu samowypływu. W związku z tym wysuwa się jako pilne do rozwiązania zagadnienie zasobów tych wód i ustalenie zasad prawidłowej ich gospodarki. Nie wiemy w tej chwili, jakie ich ilości możemy czerpać nie naruszając naturalnej równowagi bilansowej i jakości.

W r. 1910 odwiercono we Wrzeszczu przy ul. Sobieskiego otwór studzienny, który osiągnął wodonośne piaski dolnosenońskie na głębokości 172—231,5 m. Statyczne zwierciadło wody ustaliło się wtedy 6 m ponad terenem, tj. na rzędnej +19 m npm. Studnia ta pracowała do czasu wojny, potem została zlikwidowana. Inne pomiary ujawniły obniżenie zwierciadła o 5,75 m. Nie ma powodów, aby wątpić w ścisłość pomiarów, nasuwa się więc alternatywne przypuszczenie, że albo wskutek wzmoczonej eksploatacji wyczerpują się zasoby wód kredowych, albo że wytworzył się na terenie Gdańska lej depresyjny o bardzo dużym zasięgu. Tego rodzaju objawy postulują konieczność prowadzenia stałych pomiarów stanów zwierciadła eksploatowanych wód. Niestety, dla tej ważnej dla gospodarki wodami podziemnymi sprawy użytkownicy nie zawsze mają należyte zrozumienie.

Drugie zagadnienie, na które należy zwrócić uwagę, to sprawa możliwości rozszerzenia się zasolenia wód kredowych w związku z ich eksploatacją. Wokół ośrodka zasolenia istnieją większe ujęcia wodociągowe wód kredowych w Malborku i Tczewie. Na terenie Żuław Gdańskich jest szereg wiejskich studni kredowych. W niektórych z nich woda artezyjska nie jest dławiona i wylewa się dniem i nocą. Nasuwa się pytanie, czy eksploatacja ta nie powoduje przeciągania zasolonych wód kredowych poza ustaloną granicą zasolenia. Problem ten będzie można oświetlić po zebraniu materiału inwentaryzacyjnego i analitycznego z ujęć kredowych na całym terenie Żuław, co jest obecnie w toku.

#### WAŻNIEJSZE ŹRÓDŁA

- Materiały archiwalne:
  - Zakładu Geologii Inżynierskiej i Hydrogeologii Politechniki Gdańskiej. Opracowania wykonane przez L. Bohdziewicz, A. Mięsoń, O. Pazdro, Z. Pazdro, J. Piątkowskiego, B. Wróbla.
  - Instytutu Budownictwa Wodnego P.A.N.
  - Przedsiębiorstwa Geologicznego Gospodarki Komunalnej „Północ” w Gdańsku.
  - Gdańskiego Przedsiębiorstwa Geologiczno-Inżynierskiego Budownictwa Przemysłowego.
  - „Hydrogeo”, Pracownicy w Gdańsku.
- Ostendorff E. — Die Grundwässer in nordöstlichen Weichseldelta mit besonderer Berücksichtigung der Versalzung, Schriften d. Landeskundlichen Forschungsstelle Danzig, III.
  - Pazdro Z. — Materiały Archiwum Wierceń, tom VIII, 1956.
  - Pazdro Z. — Przeglądowa Mapa Hydrogeologiczna Polski, arkusz Gdańsk, w druku.
  - Różycki S. Z. — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Gdańsk, wydanie A, 1948.
  - Samsonowicz J. — Über das Quartär und den Untergrund des Quartärs im polnischen Südbaltikum nach neuen Tiefbohrungen in Jurata und Karwia, Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, 60.
  - Sontag P. — Geologie von Westpreussen, Berlin 1919.
  - Wróbel B. — Stosunki hydrogeologiczne w dorzeczu Raduni, w druku.