

ODDZIAŁYWANIE UJĘCIA WÓD PODZIEMNYCH "MAŁA NIESZAWKA" NA ŚRODOWISKO LEŚNE

THE INFLUENCE OF GROUNDWATER INTAKE OF "MAŁA NIESZAWKA" ON FOREST ENVIRONMENT

Edward Wienclaw¹, Tadeusz Krajewski², Mikołaj Ziembikiewicz¹, Andrzej Ciepielowski³

¹ Katedra Technologii i Organizacji Prac Wodnych
i Melioracyjnych, Pracownia Hydrogeologii
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie

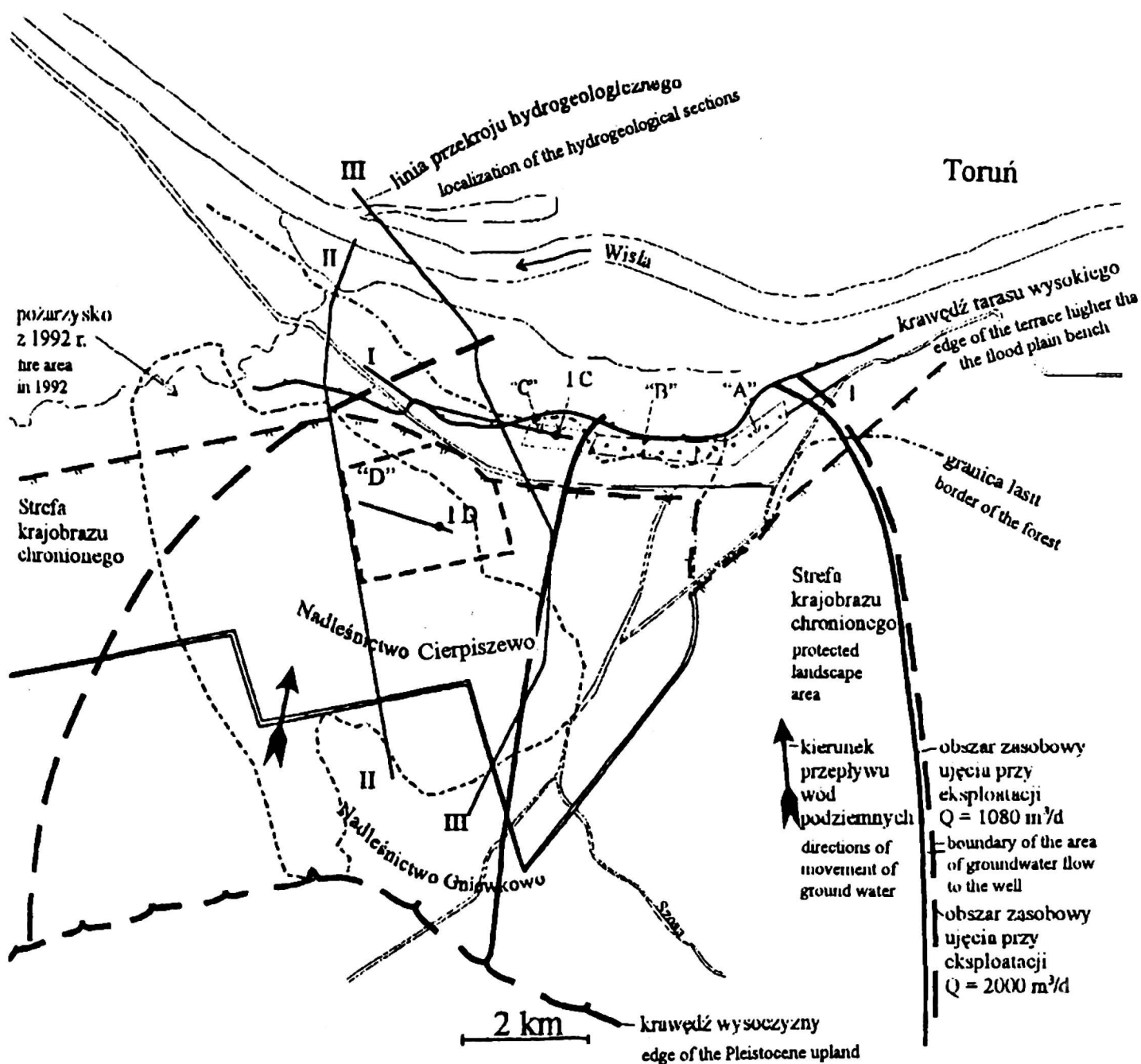
² Samodzielna Pracownia Gospodarki Wodnej IBL

³ Katedra Budownictwa Wodnego
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie

Wstęp

Ujęcie wód podziemnych "Mała Nieszawka" jest zlokalizowane w dolinie Wisły, w lewobrzeżnej jej części, w odległości od 1,5 km do 3 km od rzeki, na tarasie wysokim (nadzalewowym). Pod względem administracyjnym jest to teren Gminy Wielka Nieszawka położony w północno-zachodniej części województwa toruńskiego, przy granicy z województwem bydgoskim. Ujęcie czerpie wodę na potrzeby Torunia z warstw czwartorzędowych przy pomocy 24 studni, w ilości od 1100 do 1400 m³/h (Waluszko 1991 i Jankowski 1997). Przewiduje się rozbudowę ujęcia do około 40 otworów studziennych o łącznej wydajności 2 tys. m³/h (Bralczyk 1993). Ujęcie i jego obszar zasobowy znajdują się w lasach Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Toruniu - na terenach Nadleśnictwa Cierpiszewo i Nadleśnictwa Gniewkowo (rys. 1).

W artykule przedstawiono wyniki analiz dotyczących geologiczno-technicznych warunków eksploatacji wód oraz zagrożeń siedlisk leśnych wynikających z wprowadzenia do lasu infrastruktury technicznej związanej z realizacją ujęcia i eksploatacją wód podziemnych.



Rys. 1. Mapa dokumentacyjna obszaru badań „A”, „B”, „C”, „D” - tereny ujęcia; IC, ID - studnie badawcze

Fig. 1. Location map of the study area „A”, „B”, „C”, „D” - area of groundwater extraction; IC, ID - test well

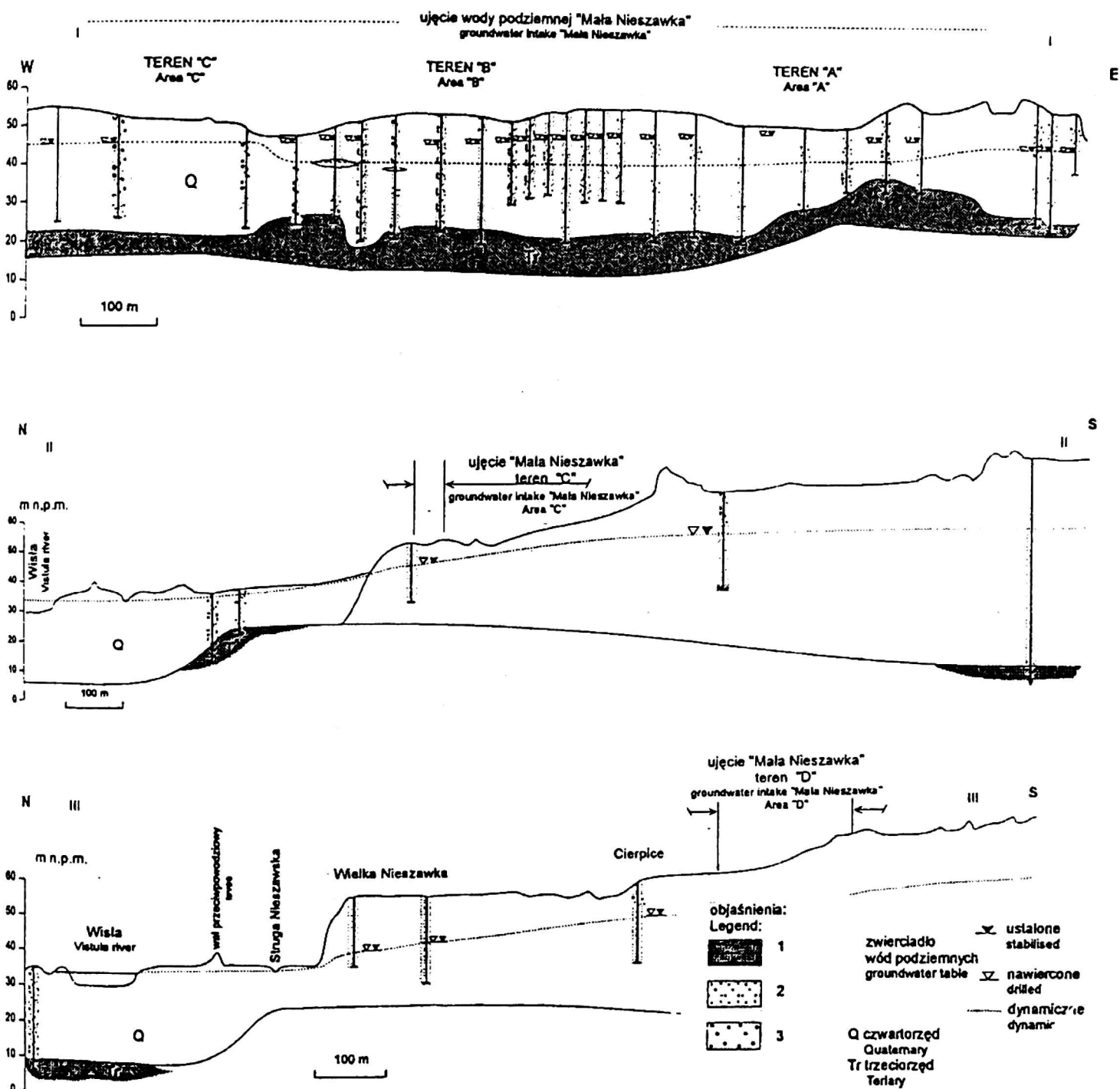
Charakterystyka terenu oddziaływania ujęcia

Ujęcie znajduje się na terenach leśnych, w których dominującym gatunkiem jest sosna zwyczajna, zajmująca 98% powierzchni leśnej. Pozostałe 2% stanowi brzoza brodawkowata, olsza czarna i dęby. Charakterystyczną cechą większości drzewostanów są monokultury sosnowe o zróżnicowanej strukturze wiekowej. Przeciętny wiek drzewostanów wynosi 54 lata, przeciętna zasobność 162 m³/ha a przeciętny roczny przyrost 3 m³/ha. Procentowy udział poszczególnych siedlisk przedstawia się następująco: bór świeży (Bśw) 90%, bór suchy (Bs) 5%, bór mieszany świeży (BMśw) 4%. Udział innych siedlisk (Bw, BMw, LMśw, Lśw, Ol i Ll) wynosi łącznie zaledwie 1%. Na terenach leśnych występują przede wszystkim gleby rdzawe i bielcowe, utworzone z piasków aluwialnych i eolicznych. Inne typy gleb występują fragmentarycznie wzdłuż Strugi Zielonej oraz na tarasie niskim.

Dotychczasowy układ wiekowy drzewostanów został poważnie zachwiany w wyniku groźnego pożaru, który wybuchł w sierpniu 1992 r. i zniszczył 2870 ha powierzchni lasu (w Nadleśnictwie Cierpiszewo 2270 ha i 600 ha w Nadleśnictwie Gniewkowo, rys.1). Usunięcie martwych drzew, przywrócenie sprawności biologicznej glebie i odnowienie lasu było przedsięwzięciem niezwykle trudnym a zakończone zostało w 1996 r. W nowozałożonych uprawach poprawiono ich skład gatunkowy. Nowy las będzie miał następujący skład gatunkowy: sosna zwyczajna 75%, brzoza brodawkowata 16%, dąb bezszypułkowy 3%, dąb czerwony 2%, klon zwyczajny 2%, olsza szara i robinia akacja po 1%.

Na stan sanitarny lasów bardzo negatywnie wpływają liczne zakłady przemysłowe aglomeracji bydgoskiej i toruńskiej. Ze względu na szkodliwą działalność pyłów przemysłowych, dymów i gazów oraz obserwowane w związku z tym uszkodzenia drzew i odbarwienia aparatu asymilacyjnego wszystkie rozpatrywane lasy zaliczono do I strefy zagrożenia przemysłowego. Prawie wszystkie omawiane drzewostany zostały zaliczone do lasów o charakterze ochronnym. Główną ich funkcją jest spełnianie zadań: glebochronnych, wodochronnych, klimatycznych, rekreacyjno-zdrowotnych i estetyczno-krajobrazowych.

W rejonie ujęcia wyodrębniają się dwa główne elementy morfologiczne doliny Wisły (Wrotek 1990): taras niski - uformowany w okresie holocenu, podzielony sztucznie wałem przeciwpowodziowym na obszar zawala i obszar międzywala oraz taras wysoki - uformowany w okresie zlodowacenia Wisły i następnie przemodelowany przez procesy eoliczne. Sytuację geomorfologiczną i hydrogeologiczną ujęcia "Mała Nieszawka" oraz lasów w rejonie oddziaływania ujęcia dokumentują przekroje hydrogeologiczne (rys. 2).



Rys. 2. Przekroje hydrogeologiczne w rejonie ujęcia „Mała Nieszawka”
1 - ił, 2 - piasek, 3 - piasek ze żwirem
Fig. 2. Hydrogeological cross-sections of aquifer on the “Mała Nieszawka”
well influence area with determined safe yield; 1 - clay, 2 - sand, 3 - sand with
gravel

Aluwia wiślane mają zmienną miąższość; od 5 do 30 m w granicach tarasu niskiego i od 30 do 50 m na tarasie wysokim. Zalegają one na glaciektonicznie zaburzonych łałach pstrych pliocenu i lokalnie na glinach zwałowych. Główną masę osadów aluwialnych stanowią piaski i żwiry wykształcone w facji korytowej. Na obszarze tarasu niskiego zalegają na nich osady powodziowe i starorzeczy o miąższości od 0,5 m do kilku m oraz piaski eoliczne. Na przeważającej części tarasu wysokiego osady aluwialne przykryte są piaskami eolicznymi. Ich miąższość zależy od wysokości względnej wydm - maksymalnie przekracza 30 m. Zwierciadło wód podziemnych, o charakterze swobodnym, układa się na wysokościach od poniżej 36 m npm na tarasie niskim do powyżej 52 m npm na tarasie wysokim. W okresie obserwacji (X.1996 - VII.1997) amplituda wahań zwierciadła wód na tarasie niskim wynosiła 0,2 m a na terenie tarasu wysokiego od 0,1 m do 2,7 m. W studniach ujęcia amplituda wahań zwierciadła wody zawiera się w granicach od 0,5 m do 5,5 m. Na tarasie niskim zwierciadło wód podziemnych występuje na głębokości około 1 m ppt. Na tarasie wysokim zwierciadło wód występuje na głębokości: od poniżej 3 do 4 m ppt w strefie krawędziowej tarasu, od 6 do 14 m ppt na terenie "A" ujęcia, od 8 do 14 m ppt na terenie "B" ujęcia i od 4 m do ponad 17 m w części terenu na południe od ujęcia.

Siedliska borowe terenu ujęcia i terenu położonego na południe od ujęcia charakteryzują się opadowo-retencyjnym typem gospodarki wodnej. Zwierciadło wody podziemnej znajduje się na głębokości większej od 4 m ppt i wody podziemne nie mają już istotnego wpływu na zaopatrzenie wodno-pokarmowe drzew i produktywność siedlisk leśnych. W strefie krawędziowej tarasu wysokiego położonej na północ od ujęcia, gdzie zwierciadło wód występuje na głębokości od poniżej 3 do 4 m ppt, wpływ wody podziemnej na siedliska leśne jest słaby. W lasach położonych na tarasie niskim, gdzie zwierciadło wód podziemnych zalega na głębokości około 1 m ppt, wpływ ten jest wyraźny.

Geologiczno-techniczne warunki eksploatacji wód podziemnych

Studnie eksploatacyjne ujęcia są zlokalizowane wzdłuż linii o kierunku wschód-zachód. Odległości między nimi wynoszą od 100 m do 200 m, odległość między skrajnymi studniami eksploatacyjnymi ujęcia wynosi 3300 m. Dla celów ewidencyjnych teren ujęcia podzielony jest na dwie części: teren "A" (część wschodnia ujęcia), obejmujący 11 studni i teren "B" (część zachodnia ujęcia), na którym znajduje się ich 13. Wielkość eksploatacji wody z terenów "A" i "B" w latach 1981-1990 wahała się w granicach 440÷750 m³/h zaś na przełomie lat 1996-1997 wynosiła już 1180÷1400 m³/h. Obszar zasobowy ujęcia przy eksploatacji 1080 m³/h szacowany jest na 60 km². Długość frontu dopływu wody do ujęcia oceniana jest na 7 km.

Rozbudowę ujęcia przewiduje się w kierunku zachodnim, przez włączenie do terenów ujęcia: terenu "C", który rozciąga się równoleżnikowo na zachód od granicy terenu "B" na odległość do 1100 m oraz terenu "D", położonego w kierunku na południowy zachód od terenu "B" w odległości 2÷3 km. Przewiduje się udostępnienie zasobów terenu "C" po wykonaniu 4 otworów studziennych przy depresji do 5 m. a zasobów terenu "D" po wykonaniu 14 otworów studziennych przy depresji do 11 m. Nowe studnie będą zlokalizowane na linii prostopadłej do kierunku spływu wód podziemnych. Rozstawa między studniami będzie wynosić 150 m. Łączny pobór wody z terenów "C" i "D" przewiduje się w ilości 950 m³/h. Na całym ujęciu eksploatowanych będzie około 40 otworów studziennych. Obszar zasobowy ujęcia przy wydajności 2 tys. m³/h oceniany jest na 140 km² a maksymalna długość frontu dopływu na 14,5 km.

Jako etap poprzedzający rozbudowę ujęcia przewiduje się wykonanie robót i badań geologicznych obejmujących m.in. wykonanie badań hydrowęzłowych, w tym 2 otworów studziennych o symbolach: IC (na terenie "C") i ID (na terenie "D" ujęcia). Zadaniem projektowanych prac geologicznych, poza rozpoznaniem i ustaleniem zasobów wody w ilości 2 tys. m³/h terenu ujęcia po rozbudowie, jest uzyskanie danych niezbędnych do opracowania projektu stref ochrony ujęcia oraz dostarczenie danych do określenia wpływu ujęcia na środowisko, ze szczególnym uwzględnieniem ekosystemu leśnego.

Skutki eksploatacji wód podziemnych

W zależności od przyjętych kryteriów skutki eksploatacji wód podziemnych można podzielić na cztery grupy: hydrogeologiczne, ekonomiczne, ekologiczne i społeczne (Kowalczyk i Rubin 1995 za Custodio 1992 i Margatem 1992). Nawiązując do etapów realizacji obiektu, hydrogeologiczne i wynikające z nich ekologiczne skutki realizacji ujęcia "Mała Nieszawka" obejmują:

- dotychczasowe skutki eksploatacji wód podziemnych w ilości 440 ÷ 1400 m³/h;
- skutki projektowanych robót i badań geologicznych dla ustalenia zasobów eksploatacyjnych ujęcia w ilości 2 000 m³/h, w celu jego rozbudowy;
- skutki projektowanej rozbudowy ujęcia i eksploatacji wód w ilości 2 000 m³/h.

Obserwacje terenowe pozwalają stwierdzić, że w wyniku eksploatacji powstał lej depresji, w centrum którego zwierciadło wód podziemnych obniżyło się o 5÷6 m. Zasięg leja depresji w kierunku Wisły wynosi maksymalnie 800 m. Lej depresji w kierunku na południe przekracza odległość 2 km od ujęcia i nadal się rozwija. Przed rozpoczęciem eksploatacji wód podziemnych, na tarasie niskim występowały liczne stawy, mokradła i źródła - obecnie są w stadium zaniku. Zmniejszył się przepływ w Strudze Nieszawskiej. Oddziaływanie ujęcia przejawiające się obniżeniem położenia zwierciadła wód podziemnych i częściową

zmianą typu gospodarki wodnej siedlisk borowych z opadowo-podsiąkowego na opadowo-retencyjny uwidacznia się w lasach w postaci zmniejszenia się przyrostu drzewostanów. Zjawisko to jest obserwowane przez Nadleśnictwo Cierpiszewo i było zauważone również w trakcie wstępnych badań terenowych (Wienclaw i Krajewski 1997).

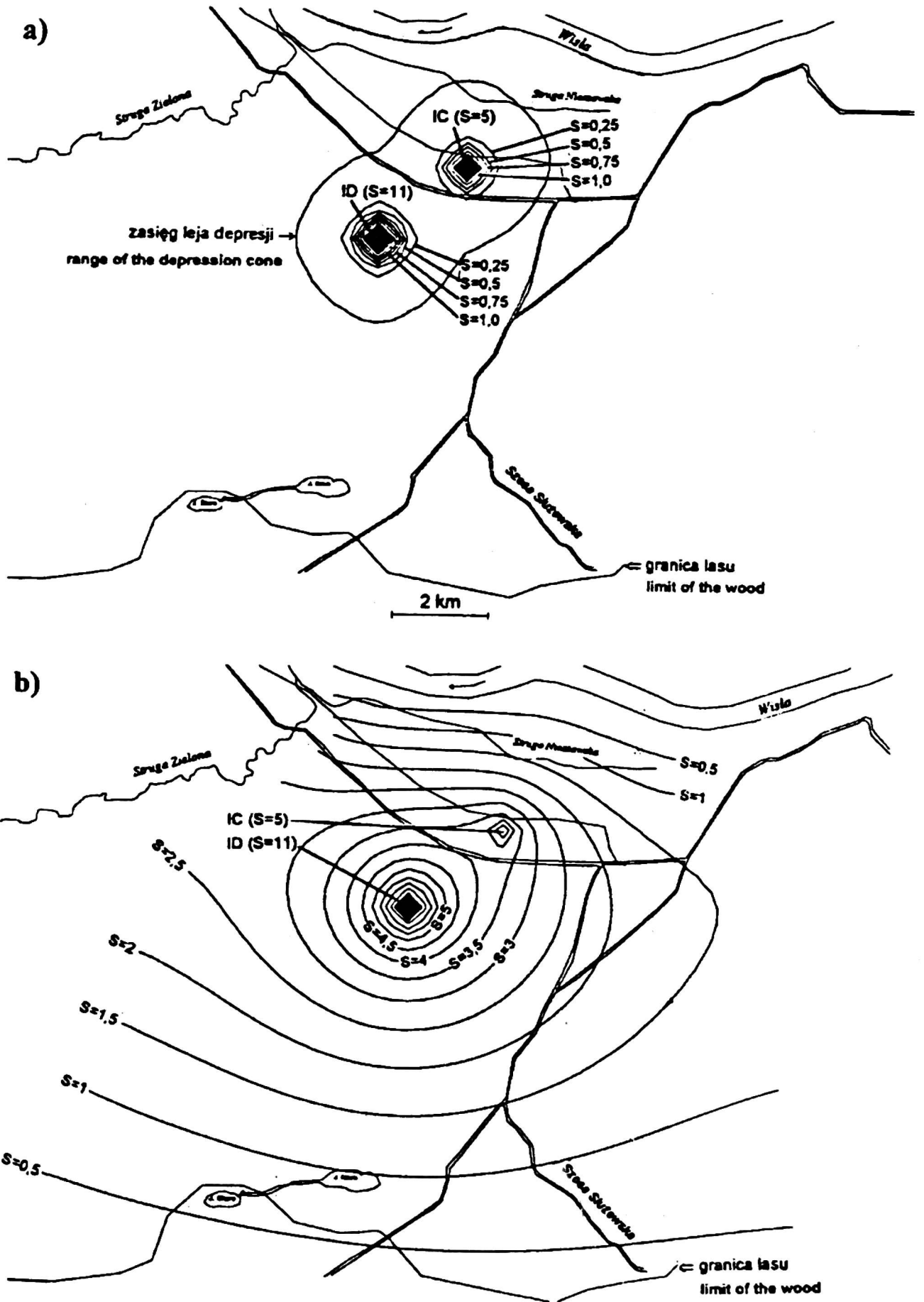
Badania symulacyjne - prognostyczne wpływu projektowanych pompowań próbnych na zbiorowisko wód podziemnych przeprowadzono na modelu numerycznym (McDonald i Harbaugh 1988). W badaniach przyjęto (zgodnie z projektem) następujące założenia:

- pompowania próbne w otworach IC i ID przebiegają równocześnie i trwają 1 miesiąc,
- depresja wywołana pompowaniem wynosi 5 m na poboczniczy otworu IC i 11 m na poboczniczy otworu ID.

Kolejnym etapem badań modelowych było odwzorowanie otworów IC i ID jako studni eksploatacyjnych ujęcia i ocena rozwoju leja depresji w czasie. Wyniki tego etapu badań posłużyły do wstępnej oceny zmian warunków hydrogeologicznych w wyniku rozbudowy ujęcia. Rezultaty badań opracowano w formie prognostycznych map leja depresji (rys. 3).

Prognozowany maksymalny zasięg leja depresji wywołanego pompowaniem próbnym obejmuje pas terenu przyległy do otworów o szerokości 1,7 km licząc od osi otworów. Z uwagi na naturalne wahania zwierciadła wód podziemnych a także wywołane zmianami w eksploatacji, jako praktyczną granicę oddziaływania pompowań na zbiorowisko wód podziemnych przyjęto izolinie depresji $S = 0,25$ m. Praktyczny zasięg oddziaływania pompowań próbnych na zbiorowisko wód podziemnych jest ograniczony do pasa terenu przyległego do otworu studziennego IC o szerokości 0,6 km licząc od osi otworu i do pasa terenu przyległego do otworu studziennego ID o szerokości 0,7 km licząc od osi otworu.

Prognozowane obniżenie zwierciadła wód podziemnych, jako wynik pompowań próbnych, w różnym stopniu oddziaływać będzie na warunki siedliskowe biocenozy terenów przyległych (Krajewski 1992). W lasach położonych na tarasie wysokim w strefie przykrawędziowej z tarasem niskim, gdzie dominuje aktualnie opadowo-retencyjny typ gospodarki wodnej ale lokalnie występuje także typ opadowo-podsiąkowej gospodarki wodnej, obniżenie zwierciadła wód podziemnych pogorszy lokalnie sytuację siedliskową drzewostanów na obszarze o długości 1,2 km. Z uwagi na stosunkowo krótkotrwałe pogorszenie gospodarki wodnej drzewostanów należy wykluczyć możliwość zmniejszenia się ich przyrostu. W siedliskach leśnych położonych na południe od strefy przyskarpowej tarasu wysokiego, o typie opadowo-retencyjnej gospodarki wodnej, warunki siedliskowe nie ulegną zmianie.



Rys. 3. Lej depresji według badań modelowych: a) po 1 miesiącu, b) po 10 latach eksploatacji; IC, ID - studnie badawcze, S-depresja zwierciadła wody w m
 Fig. 3. Depression cone according to numerical model: a) after 1 month, b) after 10 years, IC, ID - test well, S-drawdown in m

Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy sytuacji hydrogeologicznej lasów w rejonie ujęcia "Mała Nieszawka" wynika iż, szkodliwe oddziaływanie pompowań próbnych mających na celu rozpoznanie i ustalenie zasobów eksploatacyjnych w ilości 2 tys. m³/h terenu ujęcia po rozbudowie, w odniesieniu do lasów będzie miało charakter lokalny i krótkotrwały. Znacznie poważniejszym zagrożeniem dla lasów będzie rozbudowa ujęcia. Wnioski wynikające z wykonanych prognostycznych badań modelowych przedstawiają się następująco:

- w początkowych latach eksploatacji wód podziemnych na terenach "C" i "D" ujęcia reakcja zwierciadła wód podziemnych (wzrost depresji) będzie najszybsza w ich bezpośredniej bliskości. W miarę upływu czasu reakcja ta wykazywać będzie tendencję malejącą. Związane jest to ze zjawiskiem stabilizowania się przepływu wód podziemnych. Stabilizacja przepływu wód podziemnych nastąpi po około 10 latach od momentu rozpoczęcia eksploatacji.
- W warunkach przepływu ustalonego obniżenie zwierciadła wód podziemnych rozciągać się będzie w kierunku na północ od terenów ujęcia aż do Wisły a w kierunku na południe aż do krawędzi doliny Wisły z wysoczyzną morenową.
- Należy się liczyć ze znacznym ograniczeniem przepływów w Strudze Nieszawskiej, intensyfikacją procesu likwidacji terenów podmokłych, jak również z „osuszeniem” rowów melioracyjnych na tarasie niskim.

Obniżenie zwierciadła wód podziemnych jako wynik rozbudowy ujęcia, podobnie jak w przypadku pompowań próbnych, w ocenie przyrodniczej i gospodarczej lasów będzie charakteryzować się wpływem ujemnym lub będzie obojętne. W lasach położonych na tarasie wysokim w strefie przykrawędziowej z tarasem niskim, rozbudowa ujęcia doprowadzi do zaniku siedlisk wilgotnych o typie opadowo-podsiąkowej gospodarki wodą, co conajmniej może doprowadzić na tych terenach do zmniejszenia się przyrostu drzewostanów.

Literatura

- BRALCZYK M., 1993. *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych w kategorii C wraz z projektem badań hydrogeologicznych dla ustalenia zasobów w kategorii B terenu ujęcia "Mała Nieszawka" w Toruniu (po rozbudowie)*. Przeds. Geol. w Warszawie, Zakład w Gdańsku (maszynopis). Gdańsk.
- CUSTODIO E., 1992. *Hydrogeological and hydrochemical aspects of aquifer overexploitation*. W: *Selected Papers on Aquifer Overexploitation*. AIH, Vol. 3, s. 3-28.
- JANKOWSKI M., 1997. *Raport roboczy; Monitoring lokalny wód podziemnych w rejonie ujęcia "Mała Nieszawka" w Toruniu, październik 1996 - lipiec 1997*. Przeds. Geol. „Polgeol” w Warszawie, Zakład w Gdańsku (maszynopis). Gdańsk.

- KOWALCZYK A., RUBIN K., 1995. *Skutki skupionej eksploatacji wód podziemnych ujęciem Bibiela w świetle badań modelowych*. W: Współczesne problemy hydrogeologii t. VII, Kraków - Krynica 1995: 227-234. Wyd. PROFIL. Kraków.
- KRAJEWSKI T., 1992. *Regulacja stosunków wodnych w lasach*. PTwL 52 :22-27.
- MARGAT J., 1992. *The overexploitation of aquifers*. W: Selected Papers on Aquifer Overexploitation. AIH, Vol. 3, s. 29-40. Dąbrowski S., Przybyłek J., 1980. *Metodyka próbných pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych*. Wyd. Geol., Warszawa.
- MCDONALD MICHAEL G., HARBAUGH ARLEN W., 1988. *A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model*. U.S. Geological Survey Open-File Report 83-875. Book 6. Modeling Techniques.
- WALUSZKO W., 1991. *Projekt stref ochronnych ujęcia wody podziemnej "Mała Nieszawka" w Toruniu i wytyczne do projektu ich zagospodarowania*. Przewodn. Geol. w Warszawie, Zakład w Gdańsku (maszynopis). Gdańsk.
- WIENCŁAW E., KRAJEWSKI T., 1997. *Wpływ projektowanych badań hydrogeologicznych związanych ze zwiększeniem zasobów eksploatacyjnych ujęcia wody podziemnej "Mała Nieszawka" koło Torunia na ekosystem leśny*. IBL (maszynopis). Warszawa.
- WROTEK K., 1990. *Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50000, Arkusz Rzęczkowo*. Wyd. Geol. Warszawa.

Summary

The influence of groundwater intake of "Mała Nieszawka" on forest environment. The groundwater intake of "Mała Nieszawka" is located in the forest area. The article discusses the influence of the intake on the forest ecosystems. It has been found that the tree lower growth and the vanishing of habitats of type precipitation - capillary ascent type of water management cannot be excluded. These conclusions are drawn from the area observation and the computer simulation.

Andrzej Ciepielowski

Katedra Budownictwa Wodnego SGGW

02-787 Warszawa ul. Nowoursynowska 166

Tadeusz Krajewski

Samodzielna Pracownia Gospodarki Wodnej IBL

00-973 Warszawa ul. Bitwy Warszawskiej 1920r.

Edward Wienclaw, Mikołaj Ziembikiewicz

Katedra Technologii i Organizacji Prac Wodnych i Melioracyjnych

Pracownia Hydrogeologii SGGW

02-787 Warszawa ul. Nowoursynowska 166