

DANUTA WOŚ

WARUNKI PRZYRODNICZE A WYBRANE ZAGADNIENIA
GOSPODARKI WODNEJ OŚRODKÓW MIEJSKICH NA
PRZYKŁADZIE GNIEZNA

ZARYS TREŚCI

W artykule przedstawiono niektóre problemy gospodarki wodnej ośrodków miejskich na tle warunków przyrodniczych ze szczególnym zwróceniem uwagi na charakter powiązań potrzeb wodnych i zmian wywołanych intensywnym poborem i zrzutem wód w miastach. Zagadnienie to naświetlono na przykładzie miasta Gniezna, położonego w niekorzystnej sytuacji hydrograficznej na obszarze wododziałowym dorzecza Wełny i Wrześnicy.

Kształtowanie się stosunków wodnych na danym obszarze uzależnione jest od wielu elementów środowiska geograficznego, a także od procesów antropogenicznych zachodzących w tym środowisku. Na obszarach miejskich przeobrażenie naturalnego środowiska występuje w znacznym nasileniu, a działający system zanieczyszczeń ma charakter nie tylko lokalny, ale i regionalny, jeżeli weźmiemy pod uwagę ich rozprzestrzenianie się przez krążenie wody czy cyrkulację atmosfery.

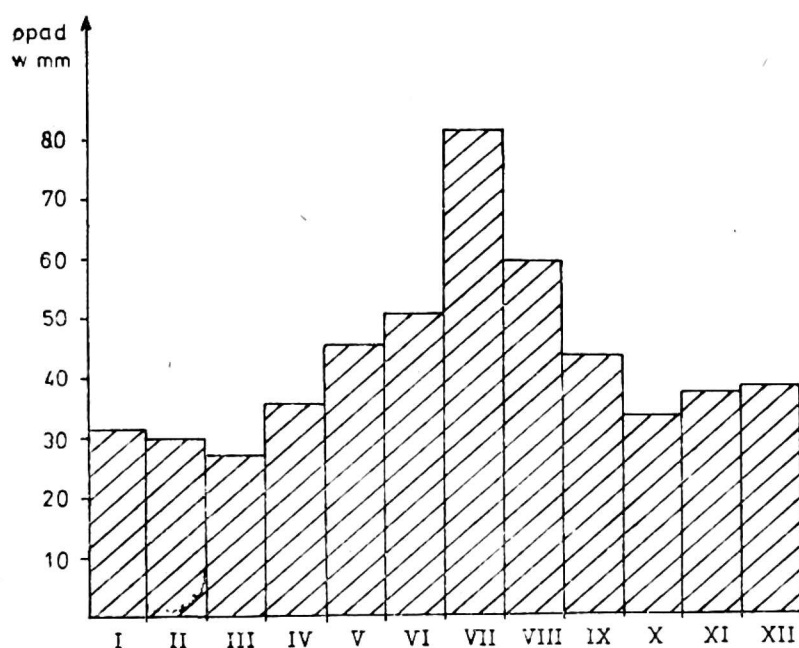
Wśród przyrodniczych elementów środowiska geograficznego pierwszorzędne znaczenie dla kształtowania się stosunków wodnych na obszarach nizinnych ma klimat, głównie zaś jedna z jego składowych, jaką jest opad atmosferyczny, następnie rzeźba terenu w powiązaniu z litologią utworów i szata roślinna. Czynniki te określają przede wszystkim warunki występowania wód powierzchniowych. Biorąc jednak pod uwagę jedność wód powierzchniowych i podziemnych w sensie jedności obiegu wody w warunkach naturalnych, wymienione wyżej czynniki będą pośrednio wpływały na występowanie wód podziemnych.

Rzeźba terenu, określając warunki, w jakich zachodzą między innymi takie procesy hydrologiczne, jak spływ powierzchniowy i infiltracja, decyduje o wielkości i charakterze odpływu wód. Oddziaływanie takich jej elementów jak: nachylenie stoków, spadki profilu podłużnego, wykształcenie profilu poprzecznego koryt rzecznych — uwidacznia się w charakterze odpływu głównie wód wezbraniowych, natomiast na wielkość odpływu oddziałuje przez wpływ, jaki wywiera na klimat. W po-

wiązaniu z litologią utworów może podkreślać lub zmieniać rolę właściwości gruntów. Dzięki temu nie bez znaczenia jest zarówno jej wpływ na wody podziemne, ze względu na ich zasilanie, jak również związek z wodami powierzchniowymi, szczególnie w obrębie jednostek zbudowanych z utworów dobrze przepuszczalnych (aluwialnych, fluwioglacjalnych). Zatem w poszczególnych jednostkach morfologicznych, różniących się pod względem charakteru rzeźby i wykształcenia budujących je utworów, różny będzie przebieg szeregu procesów hydrologicznych, determinujących stosunki wodne tych obszarów.

Z drugiej strony nie bez znaczenia dla stosunków wodnych obszarów miejskich i strefy ich oddziaływania są procesy antropogeniczne, a wśród nich wzmożony punktowy pobór wód oraz punktowy zrzut zanieczyszczeń, charakterystyczny dla obszarów zurbanizowanych. Warunki przyrodnicze w powiązaniu z zagadnieniami bilansu podaży i konsumpcji eksploatowanych wód ukazują cały wachlarz konsekwencji urbanistycznych, które w stosunkach wodnych obszarów miejskich i strefy ich oddziaływania uwidacznia się w formie zaburzeń niektórych ogniw cyklu hydrologicznego i w rezultacie prowadzą do zubożenia miejscowych zasobów wodnych.

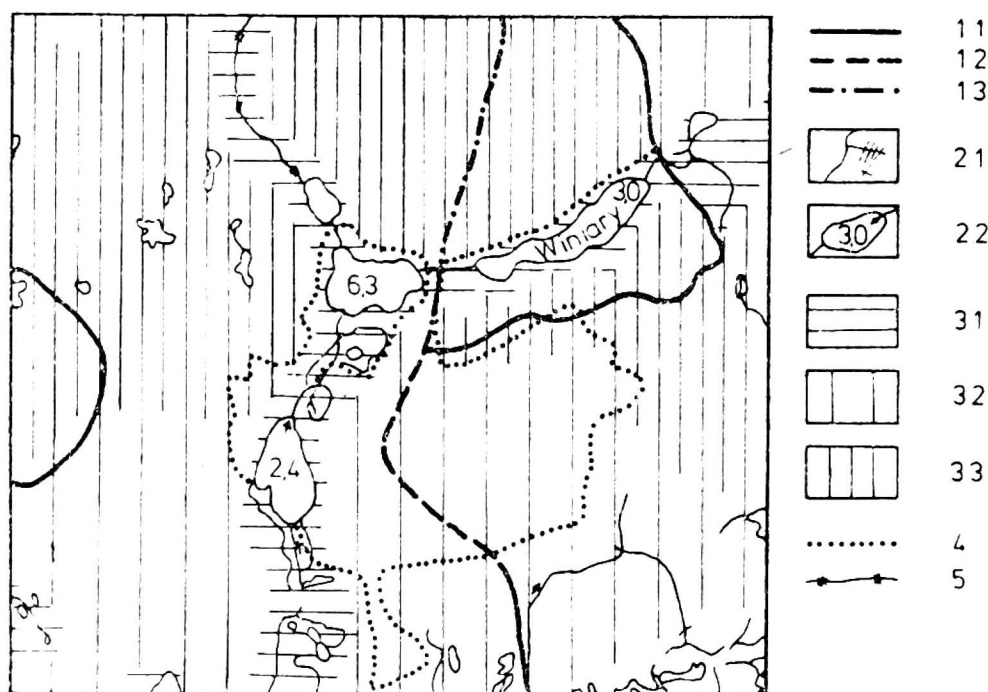
Gniezno położone w północnej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej pomiędzy dwoma ciągami spiętrzonych moren czołowych, a mianowicie moreną czołową stadium poznańskiego i moreną czołową oscylacji gnieźnieńskiej (S. Kozarski, 1962), znajduje się w niekorzystnej sytuacji hydrograficznej. Jest to bowiem obszar wododziałowy zlewni Wrześnicy, Wełny, Małej Wełny i Strugi Gnieźnieńskiej. Pomiedzy ciągami spiętrzonych pagórków morenowych na terenie Gniezna i dalej w kierunku południowo-zachodnim od miasta na zapleczu moren czołowych stadiału poznańskiego występuje sandr oscylacji gnieźnieńskiej z licznymi zagłębieniami bezodpływowymi i wyspami morenowymi zbudowanymi z glin. Sytuacja morfologiczna, w jakiej położone jest miasto, determinuje dwa generalne kierunki spływu wód powierzchniowych, a mianowicie na północ i południe. Ku północy odbywa się odpływ powierzchniowy z dorzecza Wełny, a na południe z dorzecza Wrześnicy. Głównymi drogami odpływu powierzchniowego z Gniezna są dolina Strugi Gnieźnieńskiej oraz rynna glacjalna wypełniona przez jeziora: Winiary, Koszyk, Wełnickie i Strzyżewskie. Uboga sieć hydrograficzna obszaru wododziałowego reprezentowana jest przez drobne cieki i kanały odwadniające obszary podmokłe. Jedynym znaczniejszym ciekim o stałym, choć niewielkim przepływie, jest Struga Gnieźnieńska, która obszar Gniezna poprzez swój system rzeczny włącza do dorzecza Wełny. Dorzecze to charakteryzują najniższe w dorzeczu Warty wartości średnich odpływów (J. Stachy, 1965). Niskie odpływy z dorzecza Wełny uwarunkowane są przede wszystkim czynnikami klimatycznymi, do których zgodnie z równaniem wieloletniego bilansu wodnego należą opad i parowanie te-



Rys. 1. Średnie miesięczne sumy opadów za okres 1951 -
- 1970 dla stacji Gniezno

renowe. Układ tych czynników w dorzeczu Wełny nie jest korzystny ze względu na niskie roczne sumy opadów rzędu 450 mm oraz dość wysokie wartości parowania terenowego stanowiącego około 87% opadu. Ponadto rozkład opadów w ciągu roku, gdzie 67% rocznej sumy stanowią opady letnie powoduje, że mają one niewielki udział w zasilaniu tak wód powierzchniowych, jak i podziemnych, ze względu na występujące w tym okresie wysokie wskaźniki parowania terenowego (rys. 1).

Charakterystycznym elementem wód powierzchniowych okolic Gniezna jest występowanie jezior układających się w ciągi rynnowe. Na terenie miasta występują trzy jeziora: Jelonek, Świętokrzyskie i Winiary. Analiza starszych materiałów kartograficznych, opublikowanych w 1888 r., wskazuje, że jeziora te stanowiły system, a spływ wód odbywał się do najniższej położonego Jeziora Świętokrzyskiego, a stąd Strugą Gnieźnienską ku północy. Obecnie istnieje połączenie między jeziorem Jelonek i Świętokrzyskim przez Strugę Gnieźnienską. Natomiast kontakt Jeziora Świętokrzyskiego i Winiary został przerwany jako rezultat znacznego obniżenia się poziomu zwierciadła wody w tym jeziorze. Porównanie danych dotyczących poziomu zwierciadła wody w omawianych jeziorach, zawartych w materiałach kartograficznych z r. 1888, i danych uzyskanych z pomiarów wykonanych w 1963 r. przez Instytut Gospodarki Komunalnej w Poznaniu (T. Błaszyk, 1967) pozwala stwierdzić, że w ciągu 78 lat poziom zwierciadła wody w jeziorze Jelonek obniżył się o 0,86 m, w jeziorze Winiary o 2,35 m i Świętokrzyskim o 0,22 m. O ile w jeziorach Jelonek i Świętokrzyskim obniżenie się zwierciadła wody nastąpiło prawdopodobnie na skutek naturalnego procesu zaniku jezior, odzwierciedlającego ogólną tendencję osuszania się terenu, o tyle w jeziorze Winiary proces ten należy wiązać nie tylko z czynnikami przyrodniczy-



Rys. 2. Schematyczna mapa hydrograficzna okolic Gniezna

1.1 — dział wodny III rzędu i rzędów niższych, 1.2 — dział wodny niepewny, 1.3 — przebieg działu wodnego w wyniku zmian stosunków wodnych, 2.1 — cieki naturalne i kanały, 2.2 — jeziora (3,0 — maksymalna głębokość jeziora), 3.1 — głębokość zalegania zwierciadła wody podziemnej 0-2 m ppt, 3.2 — głębokość zalegania zwierciadła wody podziemnej 2-5 m ppt, 3.3 — głębokość zalegania zwierciadła wody podziemnej powyżej 5 m ppt, 4 — granica obszaru kanalizacji miejskiej, 5 — ciek zanieczyszczony

mi, gdyż w tym przypadku natężenie procesu regresji wszystkich jezior powinno być mniej więcej jednakowe, ale również z czynnikiem antropogenicznym, a mianowicie intensywną eksploatacją wód podziemnych na ujęciu komunalnym, która trwa około 70 lat. Konsekwencją regresji wód jeziora Winiary są zmiany w układzie powierzchniowych działów wodnych, gdyż obecnie zlewnia tego jeziora ma charakter bezodpływowy i stanowi lokalne rozszerzenie działu wodnego Strugi Gnieźnieńskiej (rys. 2).

Zarówno niewielkie zasoby wód powierzchniowych obszaru wododziałowego, na którym położone jest Gniezno, jak i w ogóle uboga sieć hydrograficzna, stawiają przed gospodarką wodną tego regionu przede wszystkim problem ochrony tych wód zarówno w sensie ilościowym, jak i jakościowym. Dla zaopatrzenia miasta w wodę mają one niewielkie znaczenie, jednakże stanowią główny odbiornik ścieków komunalnych i przemysłowych z Gniezna. Ładunek zanieczyszczeń wprowadzanych kanalizacją miejską do Strugi Gnieźnieńskiej o przepływach rzędu dziesiątych, a przy niskich stanach setnych części m^3/s , powoduje, że zamienia się ona w kanał ściekowy i stanowi najpoważniejsze źródło zanieczyszczenia rzeki Wełny oraz jezior Ziolo i Rogowskiego, przez które przepływa, a oddalonych od bezpośredniego źródła zanieczyszczeń o przeszło 18 km. Przekroczenie norm niektórych wskaźników zanieczyszczeń na Wełnie przed przyjęciem Strugi Gnieźnieńskiej, takich jak: tlen rozpuszczony ($12 - 2,4 \text{ mg/l O}_2$) czy miana coli występuje w miesiącach let-

nich, lipcu i sierpniu, przy niskich stanach i wyższych temperaturach wód powierzchniowych. Natomiast poniżej ujścia Strugi Gnieźnieńskiej obserwuje się gwałtowne pogorszenie stanu czystości wód, odzwierciedlające się w znacznym przekroczeniu dopuszczalnych norm wskaźników fizykochemicznych i biologicznych, niemal w ciągu całego roku. Jeziora Łowiczno, Biskupiec, Ziolo i Rogowskie, przez które przepływa Wełna powodują opóźnienie spływu zanieczyszczonych wód i tym samym sprzyjają procesom naturalnego biologicznego oczyszczania wód, ale jednocześnie stan czystości ich wód ulega znacznemu pogorszeniu. Szczególnie ostro zaznacza się spadek ilości rozpuszczonego tlenu do wartości 0 mg/l O₂ (j. Ziolo), a także ponadnormatywne stężenie tłuszczów, wyrażone miarą ekstraktu eterowego (J. Jelonek — 45 mg/l). W konsekwencji jeziora te zaliczane są do klasy zerowej, jako nie nadające się do wykorzystania gospodarczego. Podobnie rzeka Wełna, nie odpowiadająca podstawowym normom głównie z uwagi na wskaźniki biologiczne, nie nadaje się do jakichkolwiek zastosowań gospodarczych bez uprzedniego uzdatnienia na całej długości. Poza tym ścieki gospodarcze i przemysłowe miasta Gniezna są źródłem trwałego zanieczyszczenia organicznego wód podziemnych poziomu czwartorzędowego.

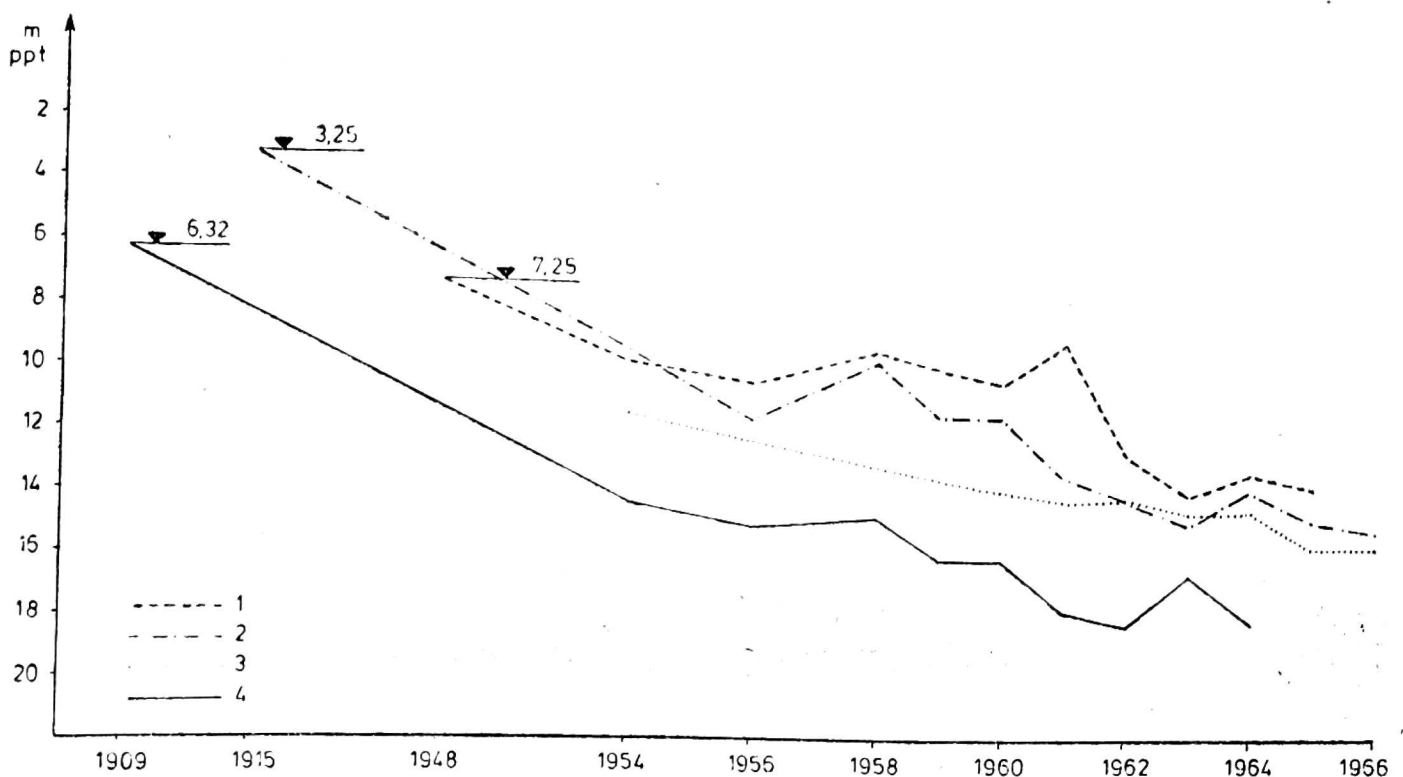
Drugim naczelnym problemem gospodarki wodnej strefy miejskiej Gniezna i obszarów pozostających w zasięgu jej oddziaływania jest ilościowa ochrona zarówno wód powierzchniowych, jak i podziemnych. Okazuje się bowiem, że potencjał miasta, którego najbardziej syntetycznym wskaźnikiem, z punktu widzenia gospodarki wodnej, jest wielkość globalnego zapotrzebowania na wodę, znacznie przekracza ilościowo i jakościowo miejscowe zasoby wodne. Jak wyżej wspomniano, zasobność wodna dorzecza Wełny, określona miarą odpływów jednostkowych, jest niewielka i nie ma perspektywicznego znaczenia dla zaopatrzenia miasta w wodę. Poza tym dyspozycyjność zasobów wód powierzchniowych jest tu w znacznej mierze ograniczona ze względu na ich znaczne zanieczyszczenie ściekami odprowadzanymi z Gniezna. W tej sytuacji głównym źródłem zaopatrzenia miasta w wodę są wody podziemne. Analiza warunków geologicznych i hydrogeologicznych wykazała, że w utworach czwartorzędowych okolic Gniezna liczba właściwych poziomów wodonośnych nie przekracza dwóch, przy czym praktyczne znaczenie dla zaspokojenia potrzeb wodnych miasta ma tylko jeden. Są to wody drugiego poziomu czwartorzędowego doliny plejstocenijskiej, ciągnącej się mniej więcej zgodnie z przebiegiem współczesnej doliny Strugi Gnieźnieńskiej i rynny glacialnej jeziora Winiary. Poza wodami czwartorzędowymi użytkowy charakter mają wody poziomu miocenijskiego w północno-wschodniej części miasta. Obszary wysoczyzny morenowej oraz strefy pagórków morenowych najbliższej okolicy Gniezna nie mogą stanowić obszarów perspektywicznych dla przyszłych ujęć wód podziemnych ze względu na niekorzystne warunki hydrogeologiczne, decydujące o wydajności wy-

stępujących tu czwartorzędowych i trzeciorzędowych poziomów wodonośnych.

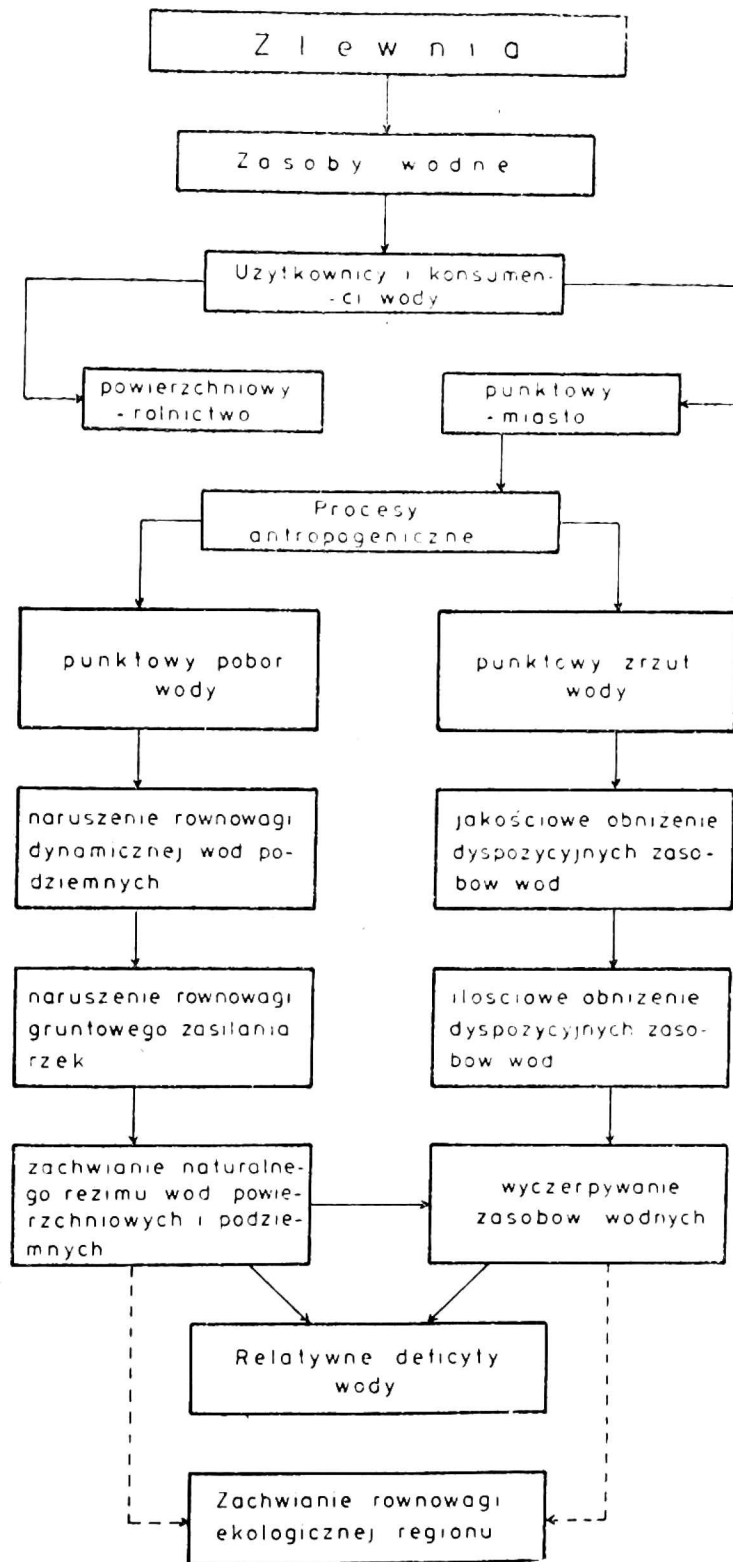
Na niekorzystne z punktu widzenia gospodarki wodnej warunki przyrodnicze, głównie w aspekcie możliwości zaspokojenia perspektywicznych potrzeb wodnych, nakładają się konsekwencje związane ze wzmożonym punktowym poborem wód. Powoduje ono systematyczny spadek poziomu piezometrycznego czwartorzędowej i miocenińskiej warstwy wodonośnej, który z różną intensywnością zachodzi na terenie całego Gniezna. Statyczne zwierciadło eksploatowanej warstwy wodonośnej piętra czwartorzędowego od chwili rozpoczęcia eksploatacji obniżyło się o 12 - 13 m, przy czym tendencja stałego obniżania się poziomu piezometrycznego drugiej czwartorzędowej warstwy wodonośnej świadczy o szczypaniu jej zasobów dynamicznych (rys. 3).

Obniżenie powierzchni piezometrycznej poziomu miocenińskiego na terenie Gniezna w stosunku do obszarów położonych poza zasięgiem depresji wynosi 4 - 6 m, a maksymalnie ponad 9 m.

Wytworzona wzmożonym poborem wody depresja piezometryczna drugiej plejstocenińskiej warstwy wodonośnej powoduje także degradację wód powierzchniowych przez drenaż wód pierwszej warstwy plejstocenińskiej w obrębie centralnej depresji nad jeziorem Winiary. Istnieje tu bowiem możliwość kontaktu obydwu warstw wodonośnych na skutek nieciągłości przewarstwień nieprzepuszczalnych. Efektem kontaktu hydraulicznego wód powierzchniowych i podziemnych w strefie wzmożonego drenażu, wywołanego eksploatacją wód podziemnych, jest regresja zarówno wód powierzchniowych, jak i podziemnych.



Rys. 3. Zaleganie zwierciadła wód czwartorzędowych w rejonie jeziora Winiary w latach 1909 - 1966
1 - 4 — otwory badawcze



Rys. 4. Schemat oddziaływania miasta na stosunki wodne o potencjale gospodarczym przekraczającym wielkość lokalnych zasobów wodnych

Uruchomienie procesów antropogenicznych poborem i zrzutem wody przez ośrodki miejskie nie zawsze jest jednoznaczne z ujemnym trendem prowadzącym w konsekwencji do zachwiania równowagi ekologicznej regionu. Zjawisko takie występuje tylko wówczas, gdy potencjał miasta, wyrażający się wielkością jego potrzeb wodnych, znacznie przekracza jakościowo i ilościowo potencjał zasobów wodnych regionu. Oznacza to jednocześnie powstanie relatywnych deficytów wody, a więc braku jej w dostatecznych ilościach na określonym obszarze i konieczności korzystania z rezerwy odpływowej obszarów sąsiednich tej samej lub innej

zlewni (rys. 4). W tej sytuacji wyraźnie zarysowuje się kowariancyjny charakter powiązań perspektywicznych potrzeb wodnych i zmian wywołanych intensywnym poborem i zrzutem wód w miastach, które ostatecznie przez zmiany jakościowe i ilościowe prowadzą do wyczerpywania zasobów wodnych. Z powyższych stwierdzeń wynika, że rozpatrując oddziaływanie miasta na stosunki wodne zlewni, należy mieć na uwadze głównie punktowy charakter poboru i zrzutu wody przez miasto, który dla gospodarki wodnej oznacza nierównomierne zapotrzebowanie na wodę w aspekcie czasowym i przestrzennym. Zagadnienie to powinno być rozpatrywane z punktu widzenia zasobów wodnych danej zlewni, która w myśl zasady „szerokoprzestrzenności” stanowi podstawową jednostkę planowania wodnego. Planowanie to musi uwzględniać nie tylko potrzeby wodne miast, ale również pozostałych użytkowników, głównie zaś rolnictwa, gdzie pobór wody związany z procesem produkcji masy roślinnej ma charakter przede wszystkim powierzchniowy. Stąd miasto jako punktowy użytkownik wody korzysta z zasobów wodnych zlewni, które stanowią nadwyżkę ponad potrzeby wodne konsumenta i użytkownika powierzchniowego, jakim jest rolnictwo. Nadwyżka ta, stanowiąca zasoby pozostające do dyspozycji użytkownika punktowego, nie tylko musi odpowiadać określonej ilości, ale także najwyższej jakości wody.

Konfrontując warunki przyrodnicze regionu pojeziernego północnej Wielkopolski, w jakich położone jest miasto, oraz przewidywany w perspektywicznych planach gospodarki wodnej dynamiczny wzrost potrzeb wodnych Gniezna, należy stwierdzić, że nie będą one mogły być pokryte z lokalnych źródeł. Stanowią je bowiem wyłącznie wody podziemne pięt-ra czwartorzędowego i w niewielkim stopniu trzeciorzędowego o ograniczonej zasobności w porównaniu z zapotrzebowaniem, jak również stwierdzonym naruszeniem równowagi zasobów dynamicznych tych wód. Określone więc punktowo zasoby zachowują aktualność tylko dla pewnego okresu, wobec systematycznie obniżającego się poziomu piezometrycznego.

Jak wyżej wspomniano, wody powierzchniowe nie odgrywają większej roli ze względu na małą zasobność wodną obszaru wododziałowego, na którym położone jest Gniezno, i dodatkowo ze względu na silne ich zanieczyszczenie w poważnym stopniu ograniczające lub w niektórych przypadkach wręcz uniemożliwiające korzystanie z zasobów tych wód bez uprzedniego ich uzdatnienia. Tak więc w perspektywie roku 2000 Gniezno będzie musiało korzystać z rezerwy odpływowej obszarów sąsiednich, położonych głównie na południe od miasta.

Niekorzystna relacja między wielkością podaży wody z miejscowych zasobów, która limitowana jest warunkami przyrodniczymi, a popytem na wodę uzależnionym od potencjału gospodarczego miasta, w przypadku Gniezna szczególnie degraduje zbiorniki jeziorne. Ze względu na swoje położenie Gniezno reprezentuje charakterystyczny dla północnej Wiel-

kopolski pojezierny typ bilansowy poboru i zrzutu wód. Będzie on właściwy dla szeregu innych miast wielkością i potencjałem gospodarczym odpowiadających Gnieznu i położonych w podobnych warunkach przyrodniczych.

*Instytut Geografii
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej*

LITERATURA

- Błaszyk T., 1967: Wody podziemne m. Gniezna. Instytut Gospodarki Komunalnej. Studia i materiały, z. 8, Warszawa—Poznań.
- Kozarski S., 1962: Recesja ostatniego lądolodu z północnej części Wysoczyzny Gnieźnieńskiej a kształtowanie się pradoliny Noteci—Warty. Prace Kom. Geogr.-Geol., PTPN, t. II, z. 3, Poznań.
- Opady atmosferyczne. Roczniki 1950 - 1971. Wyd. Kom. i Łączności, Warszawa.
- Stachy J., 1965: Rozmieszczenie odpływu średniego na obszarze Polski (Sum.: The distribution of the mean run-off in Poland). Prace Państw. Inst. Hydrol.-Meteorol., z. 88, Warszawa.

NATURAL CONDITIONS VERSUS SELECTED WATER MANAGEMENT PROBLEMS OF URBAN AREAS EXEMPLIFIED BY A STUDY OF GNIEZNO

Summary

The paper presents some of water management problems in small urban areas. They involve balance relationships between water resources and water consumption with respect to natural geographic environmental conditions. A study in Gniezno has found that careful considerations must be given to satisfying the increasingly high need for water. This should be the case since the comparison between the city economic potential, an indicative of which from the water-management viewpoint is the scale of demands for water supplies, and the potential of surface and underground waters suggests that water requirements of an urban area exceed the magnitude of local water resources to a great extent. Such a situation results not only from natural conditions, i.e. small water resources in the Wełna catchment area, within which Gniezno is situated, but also from a series of consequences linked to increased water intake. They can be clearly seen in the disturbance of some hydrologic cycle factors, which in turn results in the deterioration of local water resources. The considerable lowering of piezometric surface of Miocene and Quaternary waters noted in Gniezno as well as water discharge fall suggest the depletion of these water resources. Moreover, that results in surface water regression, which is most pronounced in Lake Winiary whose utilization has already been restricted due to water pollution with sewage disposed from the city. Surface water contamination is of both local and regional character. Consequently, since local water resources are likely to be depleted, discharge reserve of the adjacent areas will have to satisfy the need of Gniezno for water. Gniezno represents the lacustrine type of recharge and

discharge balance which is typical of northern Wielkopolska. It should be noted that increased water exploitation there is followed by the degradation of lake basins. There is an undesirable tendency for local water resources of Gniezno to be deteriorated. That ensues from anthropogenic processes working through excessive exploitation of surface and underground waters against the potential of regional resources.

*Geographical Institute
of Adam Mickiewicz University in Poznań
Section of Hydrology and Water Management*

EXPLANATION OF FIGURES

Fig. 1. Monthly mean precipitation sums during the years 1951-1970 for the Gniezno station

Fig. 2. Schematic hydrographic map of Gniezno environs

1.1 — watershed of the III-rd order and of lower orders, 1.2 — uncertain watershed, 1.3 — the course of watershed as a result of changes in water relationships, 2.1 — natural watercourses and channels, 2.2 — lakes (maximum lake depth of 3.0), 3.1 — occurrence depth of underground water table at over 2 m, 3.2 — occurrence depth of underground water table at 2 - 5 m, 3.3 — occurrence depth of underground water table at over 5 m, 4 — the boundary of sewage system area, 5 — contaminated watercourse

Fig. 3. The occurrence of Quaternary water table in Lake Winiary region during the years 1909 - 1966

1 - 4 test holes

Fig. 4. Scheme of the effect of city economic potential exceeding the magnitude of local water resources upon water relationships