

## Eksploracja zasobów wody podziemnej w Lublinie w latach 1955–2015

Zdzisław Michalczyk<sup>1</sup>, Stanisław Chmiel<sup>1</sup>, Sławomir Głowacki<sup>1</sup>, Joanna Sposób<sup>1</sup>

**Exploitation of groundwaters resources in Lublin in 1955–2015.** Prz. Geol., 65: 1344–1349.

*Abstract.* The paper presents issues related to the changes of groundwater withdrawal in Lublin in the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> centuries and their consequences. The research has been based on the analysis of published and archival materials of the Department of Hydrology, Maria Curie Skłodowska University in Lublin, and the Municipal Water and Sewerage Company in Lublin. The collected data have allowed for the preparation of groundwater contour maps for several hydrodynamic situations in 1955–2015. Assessment of the range and depth of the depression cone in zones of water intakes and in the city in the last 70 years was determined by comparison of the present-day groundwater contour map and the map for 1955. High water withdrawal in the 1980-ties has resulted in lowering of the groundwater table. In the last decades, after the marketization of water prices and economic changes, decrease of water withdrawal took place, which in the case of higher precipitation resulted in increased groundwater levels..

**Keywords:** hydrogeological conditions, urbanization, groundwater table, depression cone, Lublin

Lublin to największe miasto wschodniej Polski, zajmuje powierzchnię 147,5 km<sup>2</sup>, zamieszkuje go 340 tys. mieszkańców. Jest położony nad Bystrycą i jej dopływami Czechówką i Czerniejówką. Są to rzeki o małych przepływach, a obszary ich zasilania są bardzo podatne na przekształcenia antropogeniczne. Zasoby wody na terenie Lublina – powierzchniowe, a następnie podziemne, były wykorzystywane na każdym etapie funkcjonowania miasta. W ostatnich dziesięcioleciach dynamiczny rozwój demograficzny i gospodarczy miasta wymagał coraz większych ilości wody na potrzeby komunalne i przemysłowe. Małe zasoby dyspozycyjne wód powierzchniowych spowodowały, że potrzeby wodne są pokrywane z zasobów podziemnych, odznaczających się łatwą dostępnością i wysoką jakością.

Celem pracy jest analiza hydrogeologicznych konsekwencji poboru wody podziemnej w Lublinie, przez ocenę zmian położenia zwierciadła wody w obszarze miasta w latach 1955–2015.

### OBSZAR BADAŃ

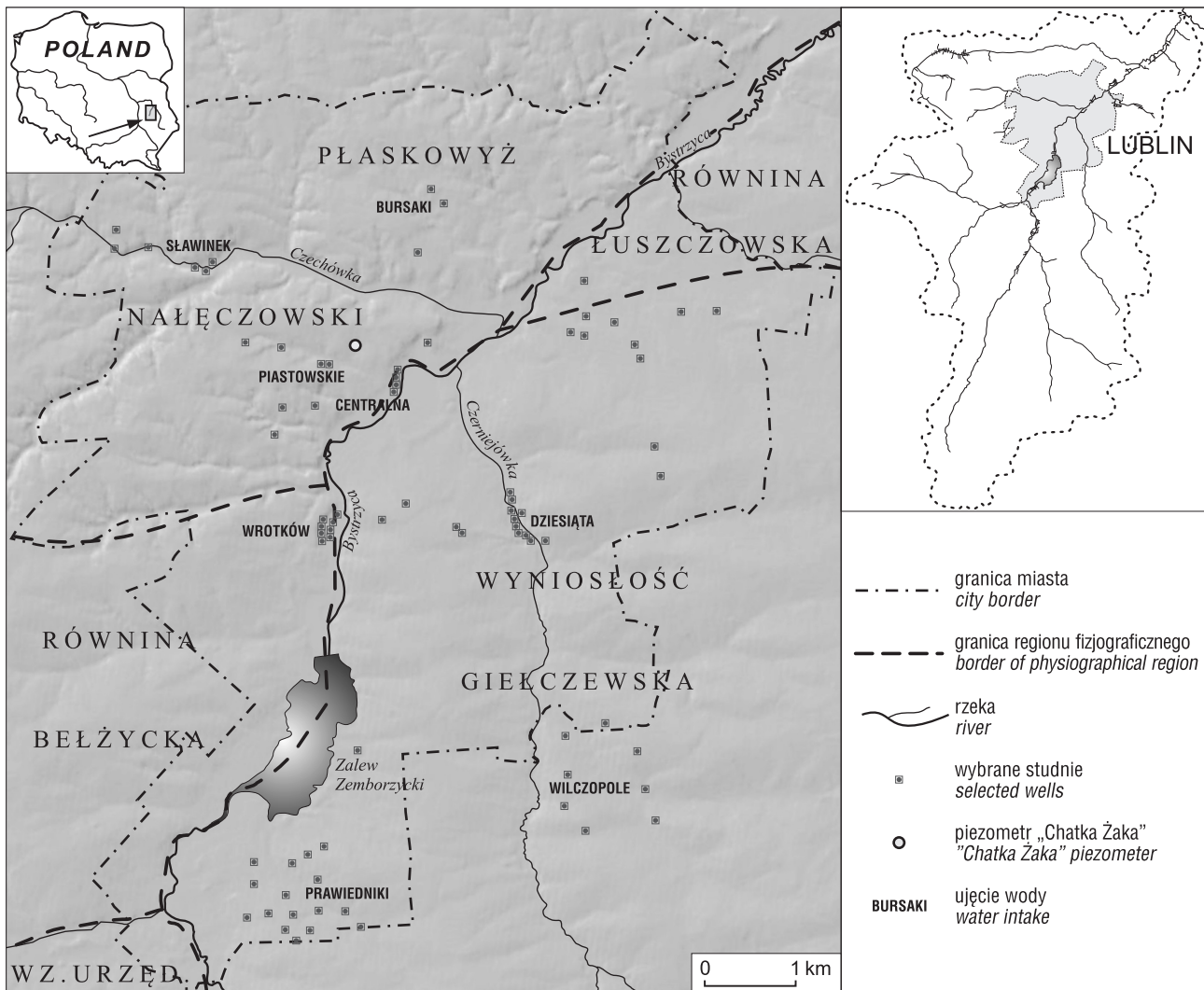
Lublin, położony w północnej części Wyżyny Lubelskiej, znajduje się w środkowej części lubelsko-podlaskiego (IX) regionu hydrogeologicznego (Paczyński, 1995). Główny zbiornik wód podziemnych budują węglanowe osady kredy górnej wykształcone jako opoki, wapienie i margle, a w północnej części miasta również gezy i margle paleocenu. Warunki przepływu wód podziemnych są uzależnione od gęstości i rozwartości szczelin, których wodoprzepuszczalność jest przynajmniej 10-krotnie wyższa od przestrzeni porowej (Krajewski, Motyka, 1999). W dolinach rzecznych znaczenie zasobowe mają piaszczyste i piaszczysto-żwirowe osady czwartorzędu. Głębokość występowania zwierciadła wód podziemnych jest bardzo zróżnicowana. Najpłycej wody występują one tuż pod powierzchnią tarasów zalewowych, a w obszarach wierzchowinowych miąższość strefy aeracji wzrasta do 30–50 m. Zasilanie wód podziemnych odbywa się poprzez infiltrację

opadów atmosferycznych, na co wskazują dobre warunki retencyjne gruntu. Na Płaskowyżu Nałęczowskim (ryc. 1) na powierzchni terenu występują lessy, a w pozostałej części miasta skały kredy górnej są pokryte cienką pokrywą utworów piaszczysto-pylastych.

### MATERIAŁY I METODA OPRACOWANIA

Analizę wielkości poboru wody podziemnej w Lublinie i konsekwencji hydrogeologicznych wykonano na podstawie materiałów archiwalnych Zakładu Hydrologii UMCS oraz Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji. Dotyczą one setek pomiarów położenia zwierciadła wody w studniach kopanych i wierconych, wykonywanych wielokrotnie począwszy od 1955 r. w czasie powtarzanego zdjęcia hydrograficznego obszaru miasta, a także w trakcie dokumentowania zasobów komunalnych i przemysłowych ujęć wody. Zmiany stanów wody w poszczególnych ujęciach opracowano na podstawie pomiarów eksploatacyjnych studni i piezometrów w latach 1955–2015. Do oceny przekształceń hydrogeologicznych wykorzystano także wyniki prac oceniających stan zasobów wody, wielkość ich eksploatacji (m.in.: Michalczyk i in., 1983; Michalczyk, 1986, 1997, 2012; Michalczyk, Łoś 1997; Pietruszka i in., 2002; Czerwińska-Tomczyk i in., 2007 i inne). Na podstawie zebranych materiałów opracowano mapy hydroizohips dla kilkunastu sytuacji hydrodynamicznych, z których cztery zamieszczono w poniższej pracy (ryc. 2). Dokumentują one położenie zwierciadła wody w Lublinie w latach 1955–2015. Zasięg i głębokość leja depresyjnego wyznaczano przez porównanie ukształtowania zwierciadła wody ze stanem zarejestrowanym w 1955 r., co umożliwiło ocenę jego zmian w okresie badań. Równocześnie zestawiano wielkość poboru wody z poszczególnych ujęć komunalnych i przemysłowych oraz położenie zwierciadła wody w studniach i piezometrach, wskazujące na zachodzące lokalne lub regionalne zmiany hydrodynamiczne. Położenie zwierciadła wody podziemnej porównywano zarówno do

<sup>1</sup> Zakład Hydrologii, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, al. Kraśnicka 2 cd, 20-718 Lublin; dzdzislaw.michalczyk@umcs.lublin.pl, stanislaw.chmiel@umcs.lublin.pl, slawek.glowacki@umcs.lublin.pl, joanna.sposob@umcs.lublin.pl.



**Ryc. 1.** Główne ujęcia wody w Lublinie na tle regionów fizjograficznych (Chałubińska, Wilgat 1954)  
**Fig. 1.** Main water intakes in Lublin in relation to physiographic regions (Chałubińska, Wilgat 1954)

wielkości poboru wody, jak i zasilania atmosferycznego oraz przepływu rzek.

### POBÓR I ZMIANY POŁOŻENIA ZWIERCIAŁA WODY

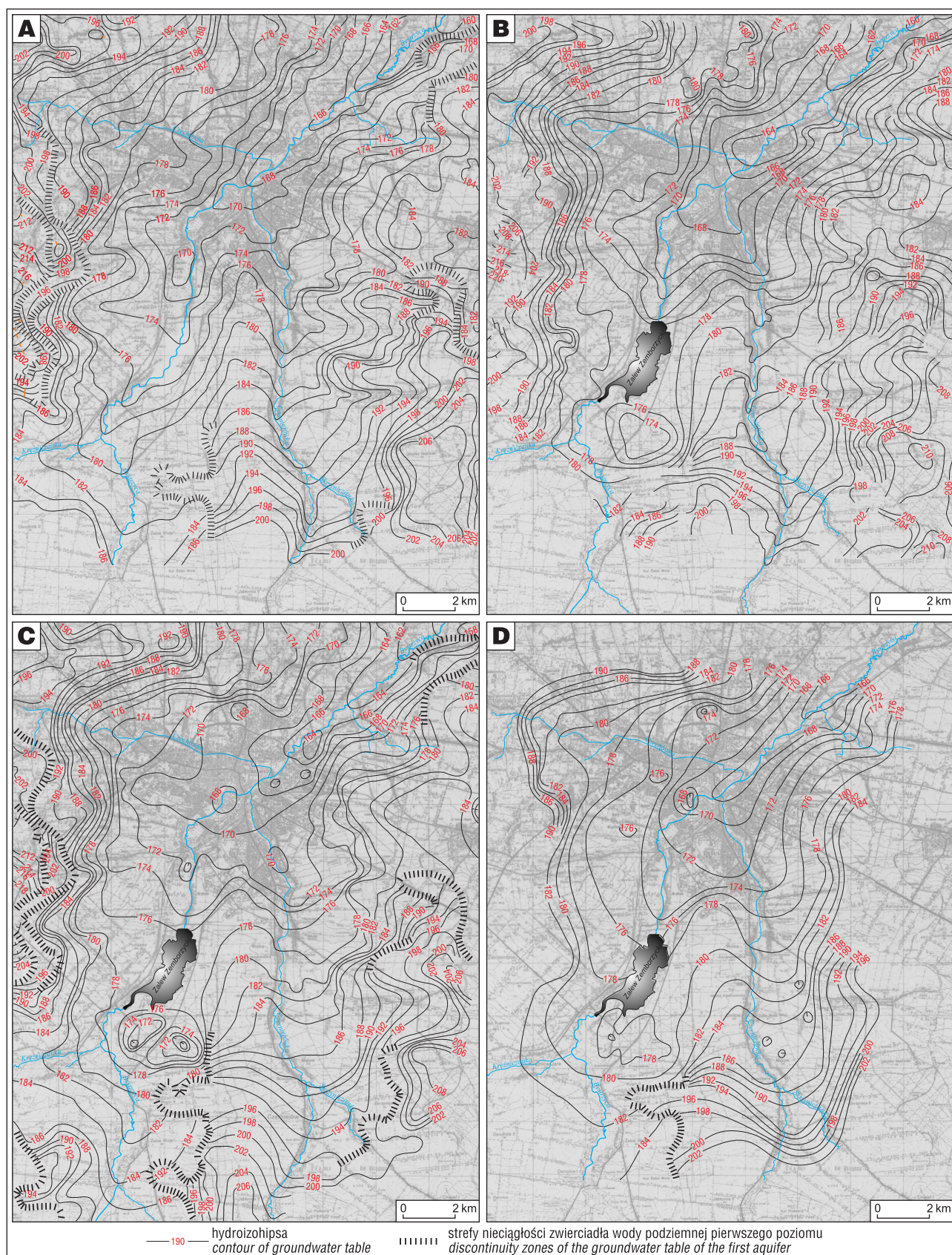
Pierwsze ujęcie wody w Lublinie, tworzące wybudowany w XVI w. tzw. wodociąg staropolski, funkcjonowało do 1673 r. (Łoś, 1986). Wodę ujmowano ze źródła położonego powyżej miasta, skąd płynęła drewnianymi rurami. W latach następnych wodę pobierano ze studni oraz bezpośrednio z Bystrzycy i Czechówki. Pod koniec XIX w. w Lublinie istniało 90 studni, w tym 20 miejskich (Kierek, 1961). Nieczystości odprowadzono rowami otwartymi do rzek. Rozwiązania problemu jakości wody w mieście upatrywano w budowie ujęcia wody zlokalizowanego w dolinie Bystrzycy, nieco powyżej ówczesnego miasta. W latach 1897–1899 odwiercono w dnie doliny Bystrzycy trzy płytkie studnie, z których woda wypływała samoczynnie z utworów czwartorzędowych. Ich wydajność była mała. W 1900 r. wydobyto tylko 61,6 tys. m<sup>3</sup>, co przy 58 tys. mieszkańców Lublina (Kierek, 1961) zaspokajało niewielką część potrzeb wodnych miasta. W kolejnych latach dowiercano nowe studnie na ujęciu „Centralna”, których w latach

50. XX w. było 11 (ryc. 1). Otwory eksploatacyjne dość szybko „starzały się” i były likwidowane. Ostatecznie w ich miejsce odwiercono i uruchomiono w 1967 i 1971 r. dwie głębsze studnie, ujmujące wody piętra kredowego o łącznej wydajności 400 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>.

Na początku XX w. nastąpił dość szybki wzrost liczby mieszkańców. Problemy zaopatrzenia w wodę rozwiązano przez budowę w latach 1926–1928 nowego ujęcia wody na Wrotkowie. Składało się ono z 8 studni ujmujących wodę ze skał kredowych, zlokalizowanych w miejscu występowania źródeł zasilających wodociąg staropolski. Na początku XX w. odwiercono studnie na potrzeby zakładów przemysłowych: krochmalni (1909 r.), młyna przy ul. Firlejowskiej (1918), zakładów mięsnych (1926). W latach 1930–1937 wykonano ujęcia zaopatrujące PKP, cukrownię, drożdźownię i monopol spirytusowy. W 1938 r. z ujęć „Centralna” i „Wrotków” pobrano na potrzeby komunalne, dla liczącego wówczas 120 tys. mieszkańców miasta, 1,3 mln m<sup>3</sup> wody oraz ok. 0,3 mln m<sup>3</sup> ze studni zakładów przemysłowych (Kierek, 1961; Marczuk, 1978).

W latach 50. ub.w. centrum Lublina było zaopatrywane w wodę podziemną pobieraną z ujęć „Centralna” i „Wrotków”, a obszary peryferyjne korzystały z ok. tysiąca indywidualnych studni kopanych. W 1955 r. liczba

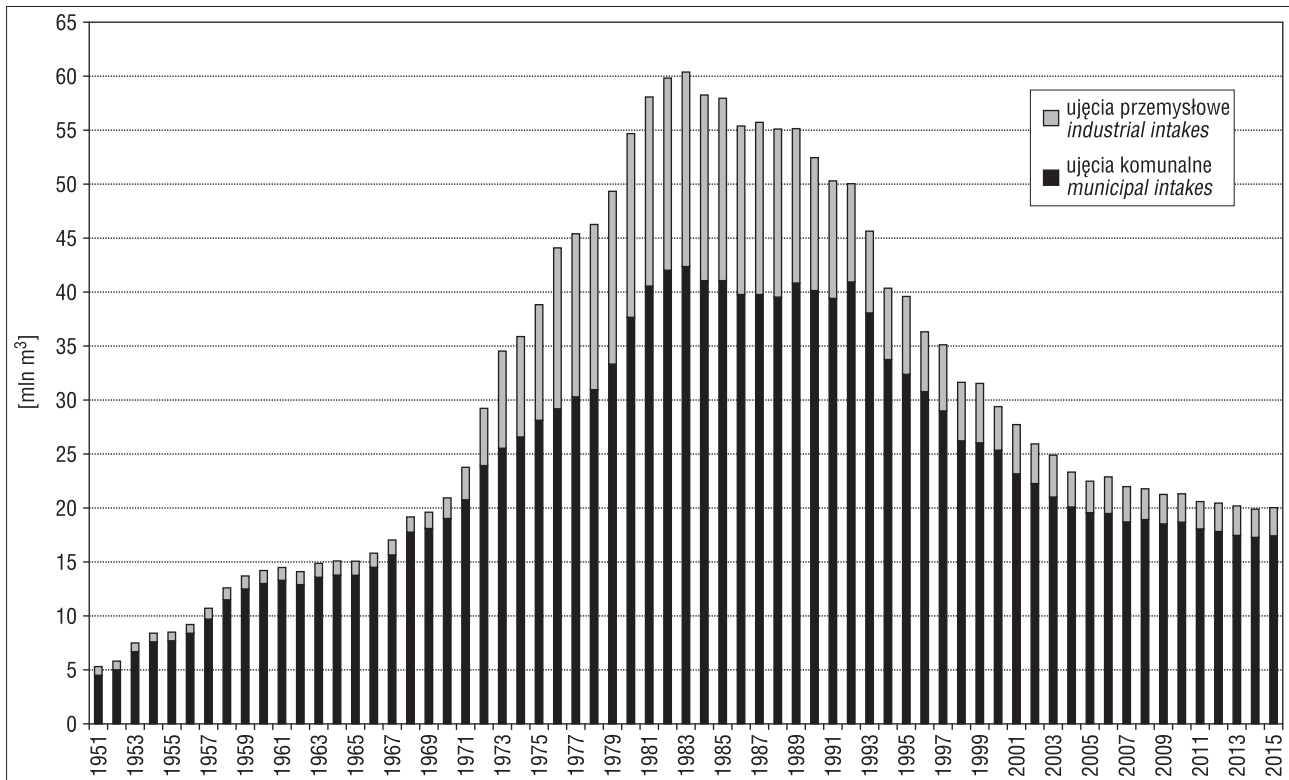




**Ryc. 2.** Ukształtowanie zwierciadła wody podziemnej w Lublinie w latach 1955–2015. **A** – 1955; **B** – 1981; **C** – 1995; **D** – 2015  
**Fig. 2.** Contours of groundwater table in Lublin in 1955–2015. **A** – 1955; **B** – 1981; **C** – 1995; **D** – 2015

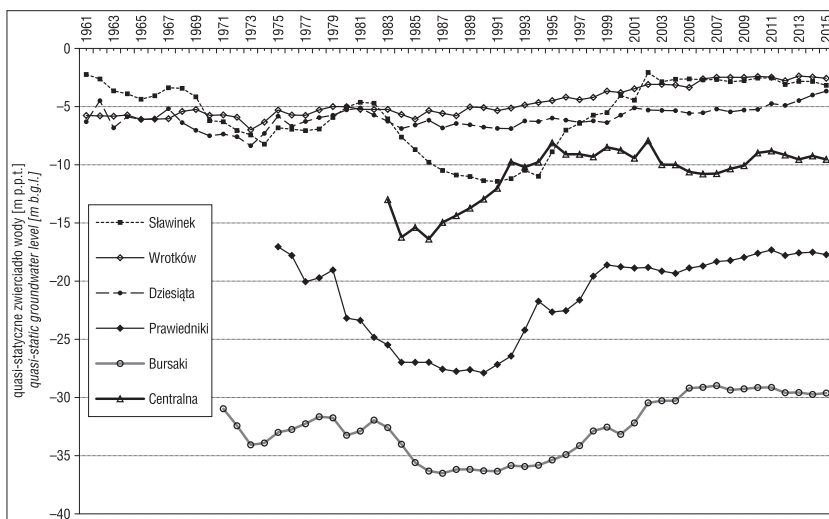
ludności przekroczyła 130 tys., dynamicznie rosły potrzeby wodne gospodarki komunalnej i przemysłu (ryc. 3), w całości pokrywanych z zasobów podziemnych w ilości ok. 8 mln m<sup>3</sup>. Zwierciadło wody było współkształtne z rzeźbą

terenu, nachylone ku obniżeniom i dolinom rzecznych (ryc. 2A). Gradienty hydrauliczne były zróżnicowane, w dolinie Bystrzycy nie osiągały 1‰, a w strefach zboczy i na skłonach wierzchołków wzrastały do 3–4‰. Rzeki były



Ryc. 3. Pobór wody podziemnej z ujęć komunalnych i przemysłowych w Lublinie w latach 1951–2015

Fig. 3. Groundwater withdrawal from municipal and industrial intakes in Lublin in 1951–2015



Ryc. 4. Średnie roczne położenie quasi-statycznego zwierciadła wody w 6 ujęciach komunalnych Lublina

Fig. 4. Mean annual position of the quasi-static groundwater level in 6 municipal water intakes in Lublin

zasilane wodami podziemnymi, pozostającymi w równowadze drenowania z wodami powierzchniowymi. Największy drenaż stwierdzano w dolinie Bystrzycy, mniejszy w dolinie Czerniejówki oraz mało widoczny w przypadku Czechówki (ryc. 2A). Pod zboczami dolin rzecznych w dzielnicach Sławinek, Rury, Wrotków, Tatary i Dziesiąta funkcjonowały źródła, o których wspominał Krzysztofowicz (1902). W dolinie Bystrzycy zwierciadło wody podziemnej utrzymywało się na wysokości 165–175 m n.p.m., a w strefie lokalnych działów wodnych 214–224 m n.p.m. Stopień przekształcenia stosunków wodnych w Lublinie

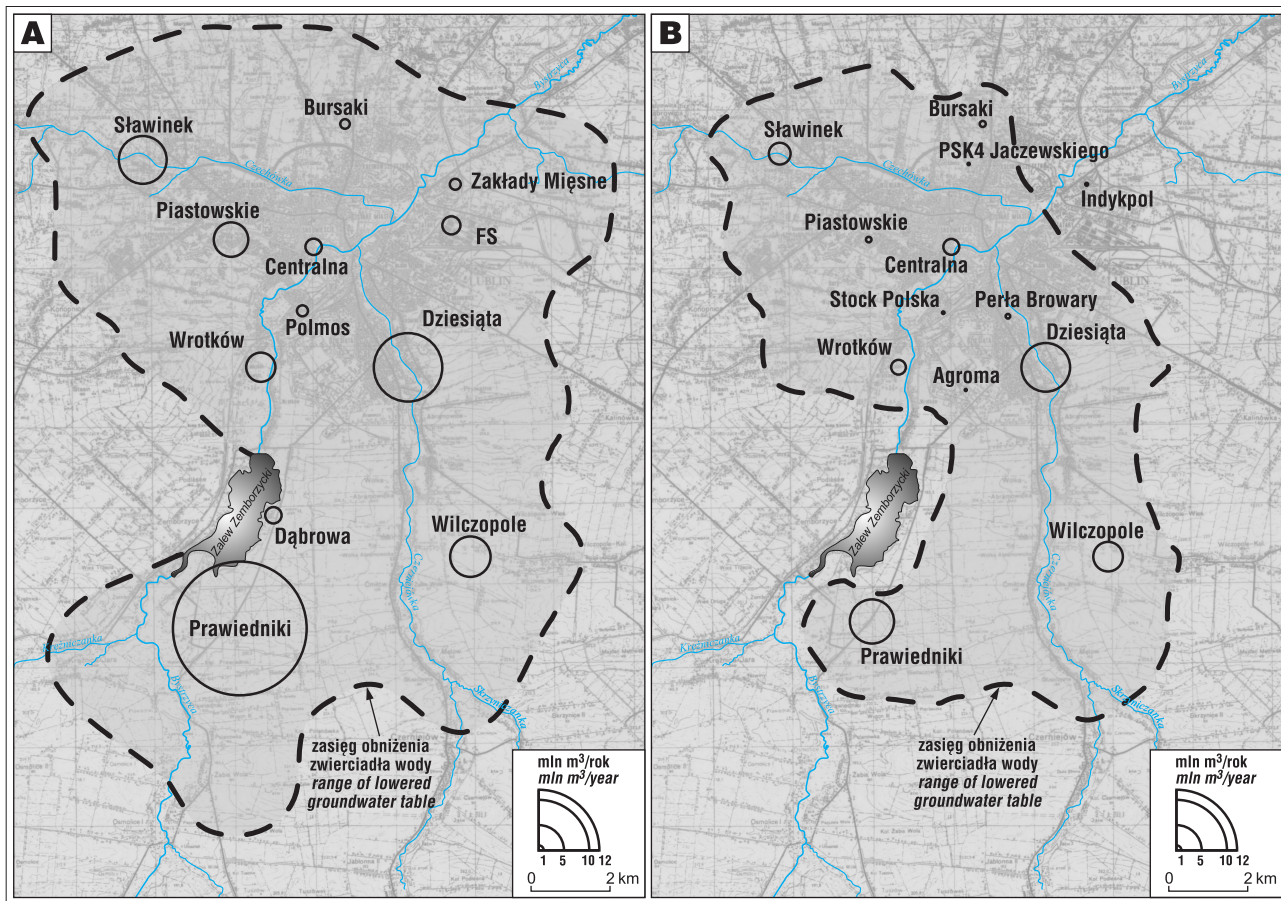
był niewielki, dotyczył praktycznie tylko dolin rzecznych, w których następowała sukcesywna likwidacja stawów i obszarów podmokłych. Oszacowano, że niewielkie obniżenie zwierciadła wody nastąpiło na powierzchni kilku km<sup>2</sup> (Michalczyk i in., 1983).

W kolejnych latach były uruchamiane nowe ujęcia, jednocześnie uregulowano i częściowo obwałowano rzeki, zlikwidowano wszystkie piętrzenia wody. W 1957 r. oddano do użytku komunalne ujęcie wody „Dziesiąta” (w dolnej części zlewni Czerniejówki), składające się z 8 studni, a w latach 1959–1961 ujęcie „Sławinek” (w środkowej części doliny Czechówki), eksploatujące 9 studni. W sąsiedztwie obu ujęć nastąpiło obniżenie zwierciadła wody, które spowodowało wyschnięcie wielu studni kopanych oraz zmniejszenie przepływu rzek.

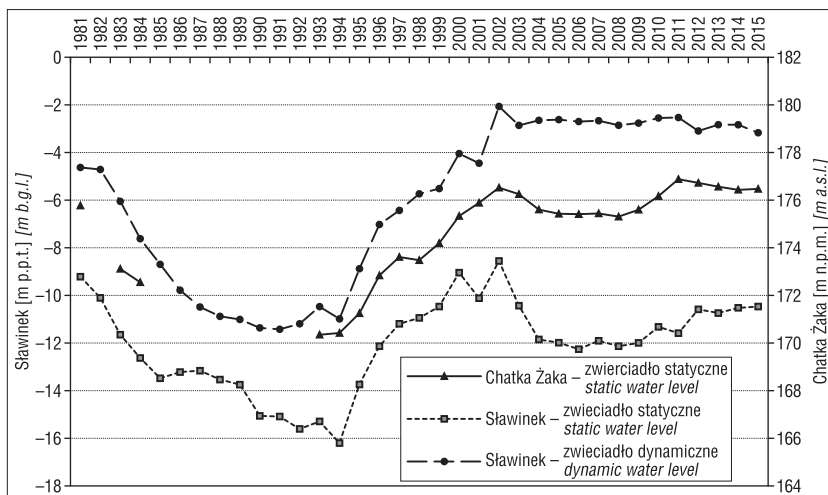
Wzrost eksploatacji wody (ryc. 3), przy postępującej zabudowie miasta utrudniającej odnawianie wód podziemnych, spowodował wytworzenie się lejów depresyjnych w sąsiedztwie ujęć wody podziemnej, zwłaszcza ujęcia „Sławinek”, „Centralna”, „Bursaki” (ryc. 4). Etapowo (w latach 1972, 1976 i 1979) do stałej eksploatacji zostało oddane najwydajniejsze w Lublinie ujęcie wody podziemnej „Prawiedniki”, składające się z 18 wierconych.

W 1981 r. liczba mieszkańców Lublina osiągnęła 300 tys., a na potrzeby miasta wodę pobierano z 70 studni komunalnych i 50 przemysłowych, w łącznej ilości 58 mln m<sup>3</sup>.





Ryc. 5. Zasięg obniżenia zwierciadła wody i wielkość eksploatacji: A – w 1992 r., B – w 2015 r.  
 Fig. 5. Range of lowered groundwater table and amount of water withdrawal: A – in 1992, B – in 2015



Ryc. 6. Średnie roczne stany wody w piezometrze „Chatka Żaka” i w studniach ujęcia „Sławinek”  
 Fig. 6. Mean annual groundwater levels in piezometer “Chatka Żaka” and in “Sławinek” intake wells

Obniżenie zwierciadła wody na terenie miasta obejmowało 95 km<sup>2</sup>, z większymi depresjami w sąsiedztwie ujęć: „Sławinek”, „Wrotków”, „Dziesiąta”, „Bursaki”, fabryki samochodów ciężarowych i zakładów mięsnych, a ponadto wytworzył się nowy lej depresyjny na ujęciu „Prawiedniki” o powierzchni 24 km<sup>2</sup> (Michalczyk i in., 1983). W 1981 r. stwierdzono wzrost gradientów hydraulicznych od centrum miasta, gdzie zwierciadło wody układało się na wyso-

kości 164–174 m n.p.m., ku peryferiom (ryc. 2B). Przy dużym obniżeniu zwierciadła wody nastąpiła zmiana równowagi hydraulicznej wód podziemnych i powierzchniowych, co skutkowało infiltracją wody powierzchniowej do zasobów podziemnych (Michalczyk, Łoś 1997), udokumentowaną zmianą przepływu rzek w strefach ujęć wody.

W latach 1981–1995, przy wysokiej eksploatacji wody i niskich opadach, nastąpiły duże zmiany w położeniu zwierciadła wody (ryc. 4). W pierwszych latach tego okresu pobór wody podziemnej zwiększył się do 60 mln m<sup>3</sup> w 1983 r. (Michalczyk, 1997). W celu pokrycia ciągle rosnących potrzeb wodnych w latach 1976–1980 wybudowano ujęcie przemysłowe „Turka” i komunalne „Wilczopole” (odpowiednio 13 i 12 studni). Wysoki pobór wody oraz małe

zasilenie atmosferyczne powodowało dalszy rozwój leja depresyjnego w Lublinie, którego największy zasięg (201 km<sup>2</sup>) stwierdzono w 1992 r., przy poborze 50 mln m<sup>3</sup> (ryc. 5). W latach następnym przemiany gospodarcze, w tym likwidacja zakładów przemysłowych oraz urynkowienie cen wody, doprowadziły do znaczącego spadku jej eksploatacji, co skutkowało stopniowym wypełnianiem leja depresyjnego.

Latem 1995 r. zwierciadło wody w dolinie Bystrzycy utrzymywało się na wysokości od 164 m n.p.m. w rejonie fabryki samochodów i zakładów mięsnych do 182 m n.p.m. powyżej miasta (ryc. 2C). W centrum Lublina było dość płaskie, z obniżeniami w sąsiedztwie ujęć wody. W 1995 r., przy rocznym poborze 39,6 mln m<sup>3</sup> wody, lej depresyjny obejmował 170 km<sup>2</sup>. Stwierdzano w nim obniżenie zwierciadła wody przekraczające 4 m na powierzchni ok. 40 km<sup>2</sup> (Michalczyk, 1997).

W latach 1995–2015 notowano systematyczny wzrost stanów wody, wynoszący nawet 10 m (ryc. 4). Było to efektem zarówno dość wysokiego zasilania atmosferycznego, jak i stale zmniejszającej się eksploatacji zasobów wód podziemnych, do poziomu 20 mln m<sup>3</sup>. Szczególną uwagę zwraca powolne podnoszenie się stanów wody na ujęciu „Wrotków”, począwszy od 1974 r. – czasu oddania do użytku Zalewu Zemborzyckiego – do 2013 r. (ryc. 1, 4). Najwyższe stany wód podziemnych stwierdzono w latach 2010–2011 (ryc. 4), z jednoczesną stabilizacją na poziomie zbliżonym do stanów z lat 60. XX w. Ich podniesienie nastąpiło na terenie całego miasta, największe w sąsiedztwie ujęć „Prawiedniki”, „Centralna”, „Bursaki” i „Sławinek”. Wieloletnie zmiany stanów wody bardzo dobrze odzwierciedlają obserwacje wykonane w piezometrze usytuowanym na terenie miasteczka uniwersyteckiego „Chatka Żaka”. Są one podobne do przebiegu stanów wody rejestrowanych w studniach ujęć zlokalizowanych na Płaskowyzu Nałęczowskim (północna część miasta – ujęcia „Sławinek”, „Piastowskie”, „Bursaki”). Synchroniczne zmiany stanów w piezometrze „Chatka Żaka” i w studniach ujęcia „Sławinek” przedstawiono na rycinie 6.

Na początku XXI w. zwierciadło wody głównego poziomu wodonośnego było na ogół współkształtne z rzeźbą terenu i nawiązywało hipsometrycznie do doliny Bystrzycy, stanowiącej regionalną bazę drenażu (ryc. 2D). Podrzedną rolę w drenażu wód podziemnych spełniały doliny Czechówki i Czerniejówki. Najniżej (162 m n.p.m.) zwierciadło występowało w dolinie Bystrzycy. Jego wysokość wzrastała do 168 m n.p.m. przy ujściu Czechówki oraz 180 m n.p.m. przy ujściu Krężniczanki. Bystrzyca wraz z doliną drenowały zasoby wód podziemnych piętra kredowego i czwartorzędowego. Znacznie mniejszy drenaż wód podziemnych stwierdzano w dolinach Czechówki poniżej ujęcia „Sławinek” oraz Czerniejówki poniżej ujęć „Wilczopole” i „Dziesiąta”. Powierzchnia lubelskiego leja depresyjnego w latach 2010–2015 obejmowała ok. 110 km<sup>2</sup>. Obecnie jest to lej bardzo płytki, a obniżenie zwierciadła wody najczęściej nie przekracza 2 m. O jego zasięgu decyduje rozmieszczenie ujęć w rejonie miasta. Większe obniżenie statycznego zwierciadła wody, jednak nie przekraczające 4 m, stwierdzano tylko w sąsiedztwie części studni głównych komunalnych ujęć wody.

## PODSUMOWANIE

Położenie i ukształtowanie zwierciadła wód podziemnych w Lublinie jest uzależnione od warunków hydrogeologicznych oraz zasilania atmosferycznego i wielkości eksploatacji. Powiązania te wskazywały na przyczyny najpierw obniżania, a następnie podnoszenia zwierciadła wody.

Do lat 60. XX w. eksploatacja wód podziemnych nie powodowała większych konsekwencji hydrogeologicznych. Wzrost poboru wody, zbieżny czasowo z zabiegami hydrotechnicznymi w dolinach rzecznych i zabudową miasta, doprowadził do ograniczonej zdolności odnawiania wód podziemnych, co spowodowało obniżanie się ich zwierciadła oraz infiltrację wody z rzek do warstw wodonośnych. W ostatnim 10-leciu XX w. rozpoczął się proces uzupełniania zasobów wód podziemnych wynikający z wysokiego zasilania atmosferycznego oraz stale zmniejszającego się poboru wody. W rejonie Lublina różnica stanów wody z końca lat 90. ub.w. i po „odbudowaniu” zasobów wody w XXI w. dochodziła nawet do 10 m. Utrzymywanie się dość dużej powierzchni płytkiego leja depresyjnego w latach 2001–2015, w granicach 110–120 km<sup>2</sup>, wynika z rozproszenia studni i ujęć na terenie miasta.

Zebrane materiały potwierdzają istnienie w rejonie Lublina silnych związków między poborem wody podziemnej, powierzchnią i głębokością leja depresyjnego oraz położeniem statycznego i dynamicznego zwierciadła wody (Michalczyk, 2005, 2012). Związki te powinny być podstawą do prognozowania konsekwencji wzrostu eksploatacji zasobów wody podziemnej w rejonie Lublina.

Praca wykonana w ramach badań statutowych UMCS. Autorzy dziękują Recenzentom za cenne uwagi, a Redakcji Przeglądu Geologicznego za przygotowanie artykułu do druku.

## LITERATURA

- CHAŁUBIŃSKA A., WILGAT T. 1954 – Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. [W:] Przew. V Ogólnopol. Zjazdu PTG. Lublin: 3–44.
- CZERWIŃSKA-TOMCZYK J., HERBICH P., ŁUSIAK R., RYSAK A. 2007 – Lublin. [W:] Nowicki Z. (red.), Wody podziemne miast wojewódzkich Polski, Państw. Inst. Geol., Warszawa: 89–108.
- KIEREK A. 1961 – Rozwój przestrzenny i stan urządzeń komunalnych m. Lublina w latach 1870–1915. Roczn. Lub., 4: 171–214.
- KRAJEWSKI S., MOTYKA J. 1999 – Model sieci hydraulicznej w skałach węglanowych w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol., Hydrogeol., 388: 115–138.
- KRYSZTAŁOWICZ N.I. 1902 – Hidro-geologiczne opisanie terytorii goroda Liublina i jego okresnostiej. Warszawa: 1–293.
- ŁOŚ M. 1986 – Wykorzystanie zasobów wodnych Bystrzycy w XVI i XVII wieku. [W:] Mat. konf. nt. Wodociągów Lublina okresu staropolskiego. Wyd. PZiITS O. Lubelski. Lublin-Warszawa: 58–77.
- MARCZUK J. 1978 – Wodociągi i kanalizacja miasta Lublina w latach 1918–1939. Gaz Woda i Techn. Sanitarna, 6: 170–171.
- MICHALCZYK Z. 1986 – Warunki występowania i krążenia wód na obszarze Wyżyny Lubelskiej i Rostocza. Wyd. UMCS Lublin.
- MICHALCZYK Z. (red.) 1997 – Strategia wykorzystania i ochrony wód w dorzeczu Bystrzycy. Wyd. UMCS. Lublin, 1–192.
- MICHALCZYK Z. 2005 – Hydrogeologiczne konsekwencje antropopresji w rejonie Lublina. [W:] Hydrogeologia obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych. t. 2. Pr. Wydz. Nauk o Ziemi UŚL., 137: 113–120.
- MICHALCZYK Z. (red.) 2012 – Ocena warunków występowania wody i tworzenia się spływu powierzchniowego w Lublinie. Wyd. UMCS Lublin, 1–268.
- MICHALCZYK Z., ŁOŚ M.J. 1997 – Anthropogenic changes in water conditions in the Lublin area. Geographia Pol., 68: 82–97.
- MICHALCZYK Z., ŁOŚ M., SAWICKA-NER Z. 1983 – Zasięg oddziaływania ujęć wód podziemnych miasta Lublina. Inst. Geol., Pr. Hydrogeol. – seria spec., 16: 1–83.
- PACZYŃSKI B. 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- PIETRUSZKA W., SZCZERBICKA M., ZEŻULA H. 2002 – Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Lublin. Państw. Inst. Geol., Warszawa.