

ŹRÓDŁA
WYŻYNY KRAKOWSKO-WIELUŃSKIEJ
I MIECHOWSKIEJ
ZMIANY W LATACH 1973-2000

UNIwersytet Jagielloński
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej
Zakład Hydrologii

Źródła
Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej
Zmiany w latach 1973-2000

pod redakcją
Wojciecha Chełmickiego

Autorzy

Maria Baścik, Wojciech Chełmicki, Anna Korsa,
Joanna Pociask-Karteczka, Janusz Siwek

Kraków 2001

Wydano ze środków Komitetu Badań Naukowych (PB 6 P04E 037 15)
oraz ze środków Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ

Recenzent

Zdzisław Michalczyk

Przygotowano do druku w Zakładzie Hydrologii

i w Pracowni Wydawniczej Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ

Współpraca redakcyjna i komputerowy skład tekstu

Maria Baścik

Redakcja techniczna i projekt okładki

Marian Drażek

Zdjęcia na okładce

Stefan Zbadyński i Janusz Siwek

© Copyright by the Institute of Geography and Spatial Management of the Jagiellonian University

Kraków 2001

Printed in Poland

ISBN 83-88424-07-6

Wydawca: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego

ul. Grodzka 64, 31-044 Kraków, tel. (012) 422-47-03, fax. (012) 422-55-78

www.geo.uj.edu.pl

e-mail: bilska@arsenal.geo.uj.edu.pl

Druk wykonano z dostarczonych matryc

Drukarnia MULTIPRESS, ul. Ślusarska 8, 31-709 Kraków, tel. (012) 423-65-00

*Pamięci
Profesor Ireny Dynowskiej*

Spis treści

1. Wstęp.....	9
2. Zakres badań	12
3. Środowisko geograficzne obszaru badań.....	13
3.1. Budowa geologiczna i rzeźba	13
3.2. Gleby i użytkowanie terenu.....	18
3.3. Klimat	19
4. Charakterystyka okresu badań (lata 1973-1974 i 1999-2000)	21
5. Metody pomiarowe i analityczne	26
6. Wyniki	28
6.1. Źródła w zlewni Przemszy.....	29
6.2. Źródła w przyrzeczu Wisły	38
6.3. Źródła w zlewni Rudawy.....	44
6.4. Źródła w zlewni Prądnika.....	52
6.5. Źródła w zlewni Dłubni.....	58
6.6. Źródła w zlewni Szreniawy.....	64
6.7. Źródła w zlewni Nidzicy.....	70
6.8. Źródła w zlewni Pilicy	75
6.9. Źródła w zlewni Warty	82
7. Podsumowanie i wnioski.....	95
Literatura	100
Summary	104
Tabele I-IX.....	107

1. Wstęp

Źródła są to naturalne, skoncentrowane, samoczynne wypływy wód podziemnych na powierzchnię terenu. Fizyczne i chemiczne cechy wód źródłanych stanowią wskaźnik procesów zachodzących w środowisku glebowym i skalnym w czasie formowania i transformacji zasobów wód podziemnych. Źródła, w odczuciu społecznym, dostarczają wody wysokiej jakości, stąd też określenie „woda źródłana” stanowi często synonim wody czystej, a niekiedy nawet uzdrawiającej. Źródła, wraz ze swym najbliższym otoczeniem, należą do atrakcyjnych obiektów krajobrazowych. Stanowią niekiedy także interesującą kategorię kulturową, jako obiekty związane z kultem religijnym (Baścik, Chełmicki, 2000).

Źródła w Polsce występują we wszystkich regionach geograficznych, jednak najliczniej na obszarach wyżynnych i górskich, zbudowanych ze skał węglanowych (Wyżyna Lubelska z Roztoczem, znaczna część Wyżyny Małopolskiej z Wyżyną Krakowsko-Wieluńską i Miechowską¹⁾, a także fragmenty Tatr oraz Sudetów). Badania naturalnych wypływów wód podziemnych na Wyżynie Małopolskiej prowadzone były dość wcześnie przez P. Przesmyckiego (1913, 1921) i L. Sawickiego (1918), który także zajmował się źródłami Wyżyny Lubelskiej. Już wtedy zwrócono uwagę na przyrodnicze, krajobrazowe i użytkowe walory źródeł, jednak dopiero w latach sześćdziesiątych XX w. pojawiły się opracowania o charakterze monograficznym, ujmujące zagadnienia nie tylko rozmieszczenia, ale i dynamiki źródeł. Należą do nich przede wszystkim prace H. Czarneckiej (1960, 1964, 1967, 1970, 1973, 1975). Do coraz lepszego rozpoznania źródeł, nie tylko na Wyżynie Małopolskiej, ale też na Wyżynie Lubelskiej i Roztoczu (Wilgat 1959, 1968; Rederowa, 1965, 1971; Janiec, Michalczyk, 1991; Michalczyk 1993, 1996a,b, 1997) oraz w innych regionach Polski, przyczyniło się wprowadzenie kartowania hydrograficznego jako geograficznej metody poznania stosunków wodnych. Badania nad obiegami wody, w tym nad występowaniem źródeł na Wyżynie Małopolskiej, prowadzono przede wszystkim na obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i Wyżyny Miechowskiej (Dynowska, 1958, 1963, 1964; Tłałka, 1970). Problem degradacji źródeł poruszał A.S. Kleczkowski (1971, 1972, 1978a).

¹⁾ W tej części pracy zachowano nazwy regionów zgodne ze stosowanymi w cytowanych opracowaniach. W dalszej części pracy przyjęto podział regionalny Polski J. Kondrackiego (2000). Według niego Wyżyna Krakowsko-Wieluńska (nazwa stosowana w opracowaniu I. Dynowskiej, 1983) należy do dwóch różnych makroregionów: Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (mezoregiony: Wyżyna Olkuska i Wyżyna Częstochowska) oraz Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej (mezoregiony: Wyżyna Wieluńska i Obniżenie Górnej Warty). Wyżyna Miechowska stanowi natomiast mezoregion w obrębie makroregionu Niecki Nidziańskiej (zob. też rozdz. 3 w niniejszym opracowaniu).

W latach siedemdziesiątych I. Dynowska dokonała systematycznej waloryzacji źródeł Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej. Pod względem rozpoznania krenologicznego obszar ten należy, poza Wyżyną Lubelską i Roztoczem, do najlepiej rozpoznanych w Polsce. Monografia *Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej* opracowana przez I. Dynowską (1983) dokumentuje stan 246 źródeł w 1973 i 1974 r. Zawiera ona informacje o typie źródła, wydajności, warstwie wodonośnej, a także opis źródła i jego najbliższego otoczenia, zakres użytkowania oraz ocenę walorów krajobrazowych (niekiedy też edukacyjnych). Szczególną uwagę zwrócono na sposób i stopień antropogenicznego przekształcenia miejsca wypływu, niekiedy dewastację źródła i jego otoczenia. Wskazano także – w przypadku niektórych źródeł – na celowość objęcia ich ochroną prawną. Opublikowano również fotografie większości wypływów, dokumentujące ich stan w czasie badań. Zagadnienie ochrony źródeł Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej zostało rozwinięte w kilku opracowaniach (Drzał, Dynowska, 1981, 1982a,b, 1984).

Opracowanie *Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej* nie zawiera szczegółowych informacji o temperaturze i cechach chemizmu badanych wód źródłanych. Zagadnienia chemizmu, w odniesieniu do niektórych źródeł Wyżyny Krakowskiej i Miechowskiej, podjęli J. Dynowski i E. Zbadyńska (1974). Informacje o niektórych cechach chemizmu i termiki większości źródeł badanych przez I. Dynowską znajdują się w archiwum Zakładu Hydrologii Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego (do 2000 r. Zakład Hydrografii Instytutu Geografii UJ) w postaci materiałów rękopiśmiennych.

Ponad ćwierć wieku, które upłynęło od badań prowadzonych przez I. Dynowską, było okresem znacznych, choć nierównomiernie zachodzących przemian gospodarczych, prowadzących na niektórych obszarach do znacznej degradacji środowiska przyrodniczego, w tym – wód podziemnych. W okresie tym dokonywał się proces budowy systemów wodociągowych opartych w wielu przypadkach na lokalnych zasobach wód podziemnych. Niektóre źródła ujmowano do celów zaopatrzenia w wodę, co niejednokrotnie prowadziło do utracenia przez nie walorów krajobrazowych i dewastacji otoczenia. Budowa ujęć wód podziemnych, a następnie ich eksploatacja, przyczyniały się do obniżenia zwierciadła, co powodowało zmniejszenie wydajności lub nawet zanik źródeł. Znane są przypadki niszczenia źródeł przez nasypy drogowe, kolejowe, czy też w miejscach przeznaczonych na inwestycje budowlane. Także drenaż kopalniany, budowlany i nieprawidłowo przeprowadzone melioracje powodowały przemiany źródeł. Częstym zjawiskiem jest traktowanie nisz źródłanych jako dzikich wysypisk śmieci.

Wymienione czynniki przemian, często dewastacji źródeł, dotyczą różnych regionów Polski. Wyżyna Krakowsko-Wieluńska i Wyżyna Miechowska stanowią obszary, gdzie degradacja wód podziemnych jest potęgowana przez bezpośrednie sąsiedztwo dużych ośrodków przemysłowych: Górnego Śląska, Olkusza i Zawiercia – na zachodzie, Częstochowy – w części północnej, oraz Krakowa, Trzebini i Krzeszowic – na południu. Wyżyna Miechowska narażona jest głównie na zanieczyszczenia związane z gospodarką rolną, zwłaszcza z nawożeniem. Zagrożenie stanowi też nieuregulowana gospodarka ściekowa gospodarstw rolnych i domowych.

W latach dziewięćdziesiątych opublikowano w ośrodku katowickim szereg prac dotyczących wód podziemnych (w tym źródeł) monokliny śląsko-krakowskiej (Krawczyk i in., 1990; Krawczyk, Opołka-Gądek, Tyc, 1992; Rózkowski 1996, 1999; Rózkowski, Leszkiewicz, 1999; Tyc, 1997; Tyc, Opołka-Gądek, 1999). W pracach tych problem przeobrażenia jakości wód szczelinowo-krasowych był silnie eksponowany. Zwrócono uwagę na postępujące skażenie wód źródłanych związkami azotu.

Znaczna część Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej, ze względu na swoje walory krajobrazowe, przyrodnicze i historyczne, stanowi atrakcyjny obszar turystyczny. W południowej części obszaru znajduje się Ojcowski Park Narodowy – przyrodnicza enklawa otoczona przez obszary przemysłowe. Z obszarami przemysłowymi sąsiadują także liczne parki krajobrazowe: Bielańsko-Tyniecki, Rudniański, Tenczyński, Dolinki Krakowskie, Dłubniański, Orlich Gniazd, Stawki i Załęczański. Tworzą one – z wyjątkiem ostatniego – Zespół Jurajskich Parków Krajobrazowych. Wszystkie te czynniki powodują, iż zagadnienie przemian źródeł, będących szczególnie, a zarazem typowym dla tego obszaru elementem krajobrazu, stanowi interesujący temat badawczy o walorach nie tylko naukowych, ale też aplikacyjnych.

Czas jaki upłynął od opublikowania monografii *Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej* oraz zachowanie uporządkowanych przez I. Dynowską materiałów rękopiśmiennych wraz z oryginalnymi fotografiami wykonanymi przez S. Zbadyńskiego, skłoniły autorów niniejszego opracowania do wystąpienia do Komitetu Badań Naukowych z wnioskiem o sfinansowanie projektu mającego na celu porównanie obecnego (lata 1999 i 2000) stanu źródeł Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej, ze stanem zarejestrowanym w latach 1973 i 1974. Niniejsze opracowanie stanowi syntetyczne podsumowanie wyników projektu KBN (6 P04E 037 15) pt. *Zmiany hydrologicznych i hydrochemicznych cech źródeł Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej w latach 1973-1998*, powstałe bezpośrednio po zakończeniu badań terenowych, które prowadzono w okresie od marca 1999 r. do maja 2000 r. Planowane jest także opublikowanie monografii dokumentującej stan każdego z 246 źródeł.

2. Zakres badań

Badaniami objęto 246 źródeł opisanych w monografii I. Dynowskiej (1983). Prze-prowadzono je w okresach pozazimowych, w układzie zlewni, tak aby pomiary źródeł znajdujących się w poszczególnych zlewniach mogły być wykonane w jak naj-krótszym czasie, dla zapewnienia porównywalności uzyskanych wyników. Zachowano podział na zlewnie przyjęty przez I. Dynowską (1983), jak również przyjętą przez nią numerację źródeł.

Wykonano pomiary wydajności źródeł oraz tych parametrów, które zawarto w ma-teriałach rękopiśmiennych (temperatura wody, przewodnictwo właściwe, twardość, wodorowęglany) oraz dodatkowo pomiary koncentracji makrojonów (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-}), podstawowych składników, mogących świadczyć o antropogenicznym zanieczyszczeniu wód (NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , NH_4^+). W odniesieniu do wybranych źródeł dokonano oceny zawartości metali ciężkich w wodzie²). Sporządzono także dokumen-tację fotograficzną.

Interpretacja wyników pomiarów źródeł wiąże się z licznymi trudnościami meto-dycznymi. Fizyczne i chemiczne cechy wód odznaczają się naturalną zmiennością, która niestety nie jest w pełni poznana, gdyż systematyczne, wieloletnie pomiary wydajności, termiki i chemizmu wód źródłanych należą do rzadkości. Zmienność fi-zycznych i che-micznych cech źródeł jest zróżnicowana. Porównanie obecnego stanu ze stanem zareje-strowanym przed wieloma laty winno to uwzględnić. Znajomość przebiegu warunków meteorologicznych w czasie badań (por. rozdz. 4) może jedynie ułatwić porównanie, nie wyjaśni jednak w pełni stwierdzonych różnic wydajności i składu jonowego wód.

Nieco łatwiejsza jest interpretacja koncentracji substancji, które są świadectwem antropogenicznego skażenia wody w wyniku działalności rolniczej (azotany, azotyny, jony amonowe, fosforany) czy też przemysłowej (np. metale ciężkie). Problem stanowi tu jednak niedostatek historycznej informacji o koncentracji tych składników w wodzie źródlanej. Pomimo niedostatku materiału porównawczego, poznanie obecnego stopnia skażenia wód źródłanych, zwłaszcza przez rolnicze ogniska zanieczyszczeń o charak-terze obszarowym pozwala na określenie podatności wód podziemnych omawianego obszaru na degradację. Jest to szczególnie ważne z uwagi na przemiany rolnictwa w perspektywie najbliższych lat, w wyniku przyłączenia Polski do europejskich struktur gospodarczych.

² Wyniki badań koncentracji metali ciężkich w wodach źródłanych zostaną przedstawione w oddzielnym opracowaniu.

3. Środowisko geograficzne obszaru badań

3.1. Budowa geologiczna i rzeźba

Wyżyna Śląsko-Krakowska i Wyżyna Małopolska wchodzą w skład monokliny Śląsko-Krakowskiej, uformowanej ostatecznie w trzeciorzędzie. Obszar badań zbudowany jest głównie ze skał mezozoicznych, które zapadają w kierunku NE pod kątem od 2 do 7°. Najstarsze skały występują w zachodniej części Wyżyny. W kierunku północno-wschodnim występują coraz to młodsze skały, tworząc skrzydło Niecki Nidziańskiej.

Utwory paleozoiku to głównie dobrze wodonośne wapienie i dolomity dewońskie, wapienie i piaskowce karbońskie oraz wodoszczelne permskie skały wulkaniczne (tufy, melafiry, porfiry i diabazy) występujące w południowo-zachodniej części terenu badań (ryc. 1).

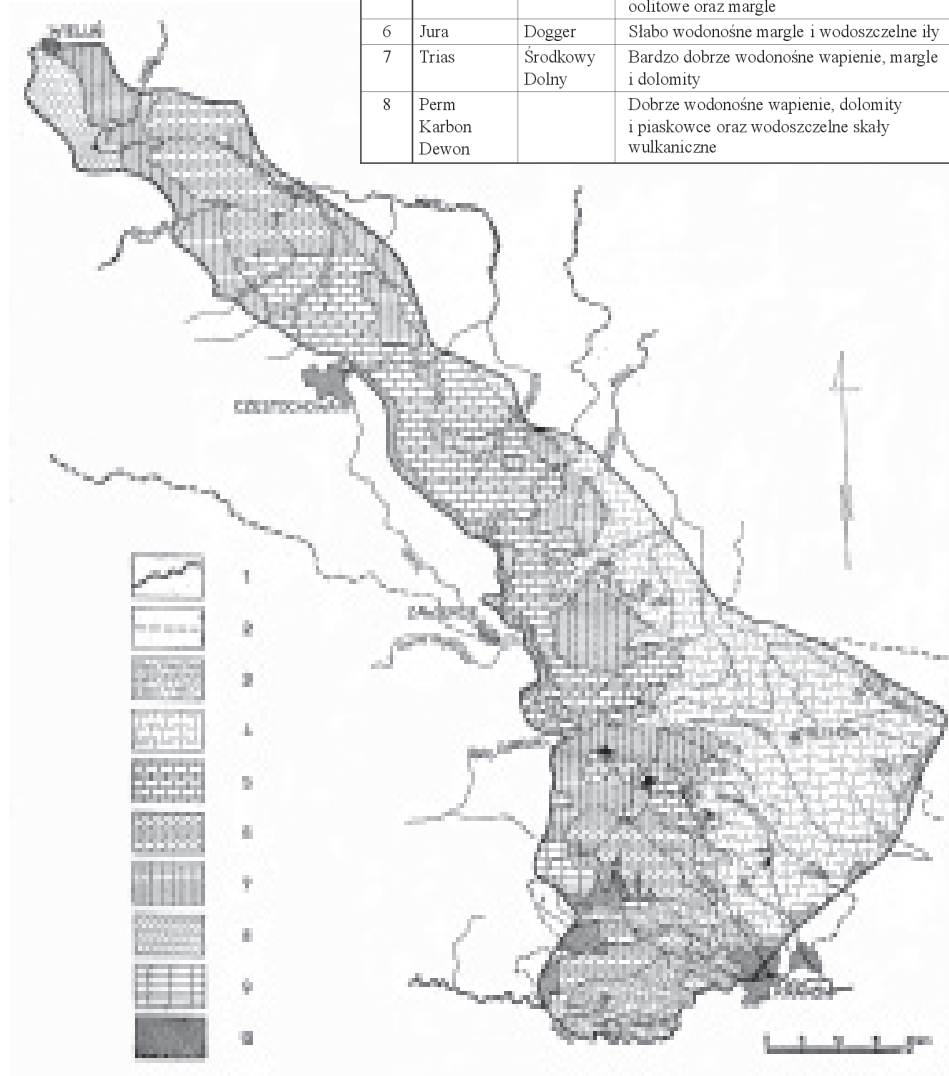
Decydujące znaczenie dla warunków hydrologicznych mają skały węglanowe triasu, jury i kredy. Utwory triasu: spękane wapienie, margle i dolomity, ciągną się zwartym pasem w zachodniej części Wyżyny. Lokalnie występują piaski, piaskowce i iły. Największą powierzchnię zajmują jurajskie wapienie skaliste i płytowe oraz kredowe margle. W wapieniach skalistych występują liczne spęknięcia ciosowe i szczeliny. Strefa spękań sięga do około 200 m głębokości. W wapieniach tych wytworzyły się różne formy krasowe, np. kanały, korytarze, jaskinie. Inne utwory jurajskie, o mniejszym znaczeniu, to wodo-nośne piaskowce i margle oraz wodoszczelne iły. Wyżynę Małopolską, w części objętej badaniami, budują dobrze wodonośne margle, opoki i wapienie kredy. Utwory te poprzeczne są słabo przepuszczalnymi marglami, co powoduje, że tworzy się tu kilka hory-zontów wód podziemnych. Margle na powierzchni terenu są silnie zwietrzałe, spękane, tworzą rumosz skalny o miąższości około 2 m. Strefa spękań ciosowych i tektonicznych sięga przypuszczalnie do głębokości około 120 m.

Osady trzeciorzędowe występują głównie w północnej części Wyżyny Wieluńskiej, wschodniej części Wyżyny Miechowskiej oraz w Rowie Krzeszowickim; są to głównie piaski i wodoszczelne iły. Utwory czwartorzędowe, reprezentowane przez piaski, gliny, muły i lessy oraz utwory lessowate, zalegają płasko na starszych utworach, wyrównując nierówności tektoniczne i morfologiczne. Położone najbardziej na południe Obniżenie Cholerzyńskie (region Podkarpacia) jest wypełnione iłami mioceni-skimi, na których zalegają utwory czwartorzędowe.

Tektonika płyty mezozoicznej ma charakter zrębowo-uskokowy. W obrębie utworów triasowych są to uskoki typu schodowego lub nożycowego. Generalny przebieg linii uskokowych ma kierunek WNW-ESE, a w części północnej NW-SE. W

Opracowano na podstawie *Prze-
glądowej Mapy Geologicznej Polski
1:300 000*, PAN, Oddz.
w Krakowie, Zakł. Narod. im.
Ossolińskich, *Mapy geologicznej
odkrytej Wyżyny Krakowsko-Wieluń-
skiej*, (Kozłowski, 1972). Ocena
wodonośności skał wg
I. Dynowskiej (1983).

Nr	Okres	Epoka	Skaly wodonośne
1	Trzeciorzęd	Miocen	Wodoszczelne ily, miejscami wodonośne piaski
2	Kreda	Senon kampan Santon	Dobrze wodonośne margle, opoki i wapienie
3	Jura	Malm	Bardzo dobrze wodonośne wapienie skaliste
4	Jura	Malm	Dobrze wodonośne wapienie skaliste, płytowe oraz margle
5	Jura	Malm	Dość dobrze wodonośne wapienie płytowe, oolitowe oraz margle
6	Jura	Dogger	Słabo wodonośne margle i wodoszczelne ily
7	Trias	Środkowy Dolny	Bardzo dobrze wodonośne wapienie, margle i dolomity
8	Perm Karbon Devon		Dobrze wodonośne wapienie, dolomity i piaskowce oraz wodoszczelne skały wulkaniczne



Ryc. 1. Utwory wodonośne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej
Fig. 1. Water bearing deposits in the Kraków-Wieluń and Miechów Upland

obrębie utworów jurajskich uskoki mają przebieg NNW-SSE. Często linie uskoków są wykorzystywane przez doliny rzeczne, np. Prądnika i Dłubni. Uskoki o przebiegu równoleżnikowym wykazują dużą zbieżność z pojawianiem się źródeł i występowaniem dogodnych warunków ujęcia wód podziemnych.

Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, 1986) badany obszar znajduje się w obrębie regionów:

XVI – górnośląskiego, z wodami szczelinowo-krasowymi i porowo-szczelinowymi w utworach kenozoiku, mezozoiku i paleozoiku (przyrzecze Wisły). Główny poziom użytkowy stanowią utwory czwartorzędu, z wodami na głębokości do 30 m, o zwierciadłe swobodnym lub pod niewielkim ciśnieniem i wydajności 20-50 m³/h oraz utwory karbonu o wydajności 10-30 m³/h. Wody w wapieniach i dolomitach triasu środkowego mają wydajność kilku m³/h, sporadycznie do 30 m³/h.

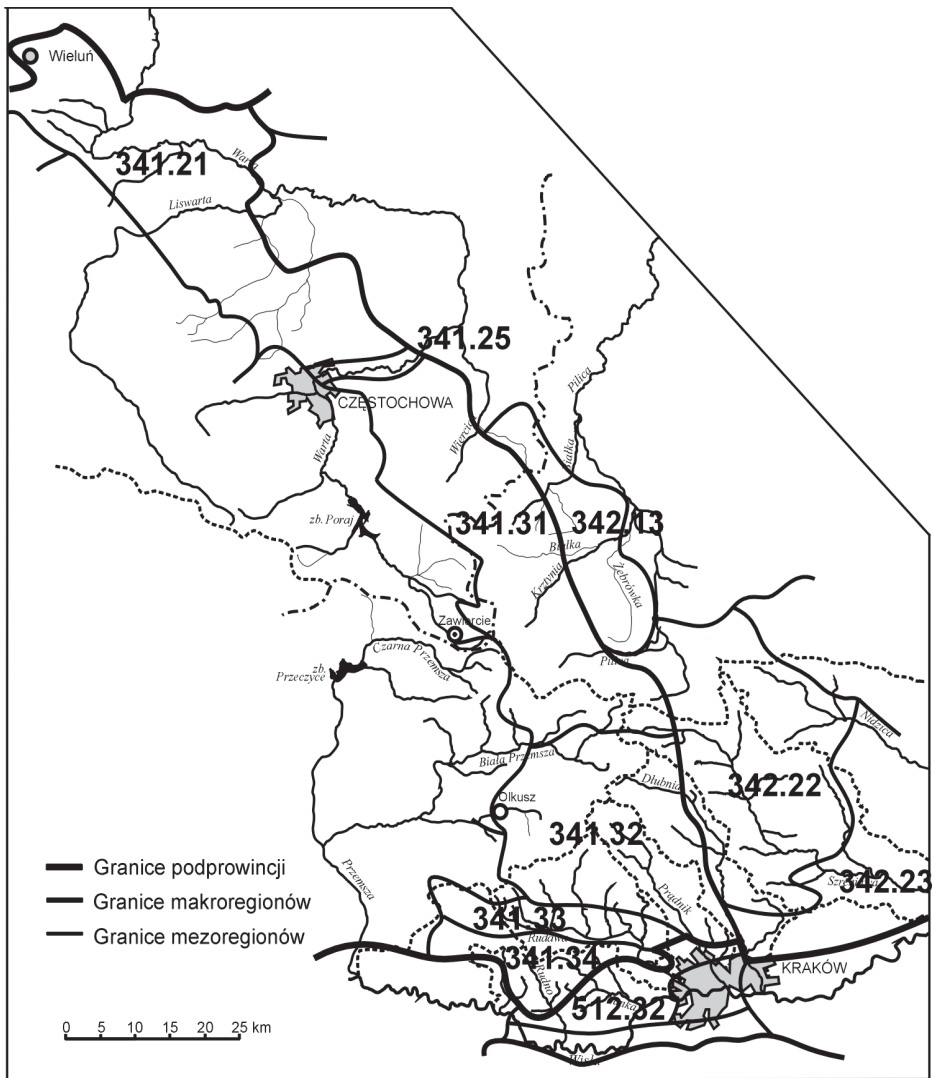
XVII – wieluńsko-krakowskiego, z wodami szczelinowo-krasowymi w utworach kenozoiku i mezozoiku. Największą wydajnością otworów studziennych odznaczają się poziomy użytkowe jury dolnej, środkowej i górnej o wydajności otworów studziennych od kilku do 30 m³/h (zlewnia Prądnika), a nawet lokalnie do 120 m³/h (zlewnie Dłubni, Pilicy i Warty). Utwory triasowe odznaczają się wydajnością studzien do 30-60 m³/s, a utwory czwartorzędu, głównie w pradolinie Wisły, mają wydajność studzien do 70 m³/s, zaś w dolinie Warty – znacznie mniejszą.

XVIII – nidziańskiego, z głównym, szczelinowym poziomem użytkowym w utworach kredy górnej. Wydajność otworów studziennych wynosi przeważnie od 10 do 70 m³/h, sporadycznie – do 120 m³/h (zlewnie Dłubni, Szreniawy i Pilicy) oraz od 10 do 30 m³/h, sporadycznie – do 70 m³/h (zlewnia Nidzicy). Wody w utworach czwartorzędu występują w dolinach rzecznych, głównie w dolinie Pilicy.

Przyjęty przez autorów podział na regiony wg J. Kondrackiego (2000) różni się od regionalizacji fizycznogeograficznej przedstawionej przez I. Dynowską w pracy *Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej* (1983). Podział regionalny przyjęty w niniejszej pracy ilustrują ryc. 2 i tab. 1.

Północna i zachodnia część obszaru badań położona jest w obrębie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej, którą stanowi asymetryczne wypiętrzenie tektoniczne. W jego podłożu występują struktury paleozoiczne, przykryte pokrywą skał mezozoicznych, zapadających monoklinalnie w kierunku północno-wschodnim. W części zachodniej Wyżyny występuje kilka progów denudacyjnych i subsekwentnych obniżzeń. Ze względu na różnice krajobra-zowe, wynikające z budowy geologicznej, wydzielono dwa makroregiony: w części północnej – Wyżynę Woźnicko-Wieluńską oraz w części południowej – Wyżynę Krakowsko-Często-chowską.

W rzeźbie terenu Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej zaznaczają się trzy pasma wzniesień – progi, odpowiadające wychodniom bardziej odpornych na denudację warstw skalnych, które zapadają monoklinalnie ku NE, kryjąc się pod pokrywą osadów trzecio- i czwartorzę-dowych Nizin Środkowopolskich. Obniżenia między progami wypełniają plejstoceni-skie piaski i gliny morenowe. Najbardziej na północ położona Wyżyna Wieluńska stanowi część płyty górnourajskiej przykrytej utworami czwartorzę-



Ryc. 2. Regiony fizycznogeograficzne (wg Kondrackiego, 2000). Nazwy regionów zob. w tab. 1
 Fig. 2. Physical-geographical regions (after Kondracki, 2000). For names of the regions see table 1.

dowymi. Niektóre wzniesienia są pochodzenia akumulacyjnego, inne np. w okolicach Wielunia – tektonicznego, i są zbudowane z mniej odpornych skał jury środkowej i górnego triasu. Wzniesienia osiągają wysokość 220-280 m n.p.m. Położone u podnóża kuesty Wyżyny Częstochowskiej Obniżenie Górnej Warty jest subsekwentną bruzdą o wysokości od 335 do 240 m n.p.m., wypreparowaną w mało odpornych na erozję rudonośnych iłach środkowojurajskich, przykrytych piaskami i glinami czwartorzędowymi.

Tab. 1. Regiony fizycznogeograficzne obejmujące obszar badań (Kondracki, 2000)

Table 1. Physical-geographical regions of the areas studied (Kondracki, 2000)

Prowincja		Podprowincja		Makroregion		Mezoregion	
Nr	Nazwa	Nr	Nazwa	Nr	Nazwa	Nr	Nazwa
34	Wyżyny Polskie	341	Wyż. Śląsko-Krakowska	341.2	Wyż. Woźnicko-Wieluńska	341.21	Wyż. Wieluńska
				341.3	Wyż. Krakowsko-Częstochowska	341.25	Obniżenie Górnej Warty
						341.31	Wyż. Częstochowska
						341.32	Wyż. Olkuska
						341.33	Rów Krzeszowicki
		341.34	Garb Tenczyński				
		342	Wyż. Małopolska	342.1	Wyż. Przedborska	342.13	Próg Lelowski
342.2	Niecka Nidziańska			342.22	Wyż. Miechowska		
51	Karpaty i Podkarpacie	512	Podkarpacie	512.3	Brama Krakowska	342.23	Plaskowyż Proszowicki
						512.32	Obniżenie Cholerzyńskie

Rzeźba Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej jest bardziej urozmaicona. Płyta wapieni górnourajskich (malm) wznosi się od 300 m n.p.m. w okolicach Częstochowy do ok. 500 m w części południowej. Jest ona pochylona w kierunku NE, gdzie wapień zapadają pod ility i piaskowce kredowe Wyżyny Małopolskiej. Od strony zachodniej zaznacza się próg denudacyjny o wysokości względnej do 100 m. Ponad powierzchnią zrównania wznoszą się ostańcowe skałki wapienne. Od strony południowej występują liczne uskoki. Można tu wyróżnić 4 mezoregiony: od północy – Wyżynę Częstochowską zbudowaną z wapieni górnourajskich, zdenudowanych przez trzeciorzędowe procesy krasowe, z dolinami wypełnionymi piaskami plejstoceniowymi, oraz Wyżynę Olkuską stanowiącą falistą wierzchoinę z nielicznymi skałkami ostańcowymi, rozciętą przez krótkie, głęboko wcięte doliny. W jej południowej części, w dolinach Raclawki, Szklarki, Będkówki i Prądnika występują urozmaicone formy skalne (kulminacja w Jerzmanowicach – 512 m n.p.m.). Na południe od Wyżyny Olkuskiej znajduje się Rów Krzeszowicki, który stanowi trzeciorzędowe zapadlisko tektoniczne o przebiegu równoleżnikowym, wypełnione osadami mioceńskimi oraz piaskami i glinami czwartorzędowymi. Garb Tenczyński stanowi zrąb tektoniczny zbudowany z wapieni jurajskich, dewońskich, utwo-rów karbonu produktywnego oraz permskich skał wulkanicznych (porfiry, melafiry). Na stokach garbu zalegają pokrywy lessowe.

Południowo-wschodnia część obszaru badań należy do Wyżyny Małopolskiej, w obrębie której wyróżnić można 2 makroregiony: Wyżynę Przedborską oraz Nieckę Nidziańską.

Wyżyna Przedborska zbudowana jest z utworów mezozoicznych, głównie ze skał górnokredowych. Próg Lelowski, stanowiący jej podregion, jest monoklinowym pasmem wzgórz o wysokości ok. 300 m n.p.m, zbudowanych z piaskowców i margli kredowych, na których zalegają utwory czwartorzędowe. W obniżeniach zalegają piaski i gliny plejsto-ceniowe.

Niecka Nidziańska stanowi synklinorium między Wyżyną Krakowsko-Częstochowską a Wyżyną Kielecką. W południowej części regionu występują wapieniste pia-

skowce, wapienie, ility i gipsy mioceneskie, które zostały lekko sfałdowane i wypiętrzone. Wzniesienia Wyżyny Miechowskiej zbudowane z dość odpornej opoki, zalegającej na marglach, przekraczają wysokość 400 m n.p.m. Tektonika warunkuje przebieg płaskich garbów o wysokości 300-380 m n.p.m. i suchych padołów. Podobnie jak Płaskowyż Proszowicki, cały region pokryty jest lessami, na którym wytworzyły się urodzajne czarnoziemy. Wierzchowiny międzydolinne są pochylone w kierunku SE, obniżając się od 280 do 220 m n.p.m.

Część Podkarpacia stanowi niewielki fragment obszaru badań, położony w jego południowej części. Jest to region o założeniu tektonicznym, wypełniony osadami morskimi miocenu, który w okresie plejstocenu był objęty zlodowaceniem. Rzeźba została wymodelowana przez rzeki. W rzeźbie Bramy Krakowskiej zaznaczają się **pojedyncze wzniesienia wapienne wystające z osadów. Obniżenie Cholerzyńskie jest tektonicznym obniżeniem wypełnionym ility mioceneskimi, na których zalegają utwory czwartorzędowe, w tym lessy. Wysokość równiny wynosi 40-50 m nad dnem doliny Wisły.**

3.2. Gleby i użytkowanie terenu

Gleby badanego obszaru wykazują duże zróżnicowanie regionalne. W południowej części, w obrębie Wyżyn: Miechowskiej, Olkuskiej i Częstochowskiej, zdecydowanie przeważają gleby brunatne wytworzone z lessów i utworów lessopodobnych. Dzięki porowatej strukturze, gleby te mogą zatrzymać znaczną ilość wody. Na Wyżynie Miechowskiej występują duże kompleksy bardzo urodzajnych czarnoziemów wytworzonych na lessach. Płaty tych gleb występują też w południowej części Wyżyny Olkuskiej. Typowymi dla wyżyn są rędziny – gleby ciężkie, o gorszych właściwościach retencyjnych, które występują płatami na całym obszarze badań. Największe powierzchnie zajmują rędziny kredowe na Wyżynie Miechowskiej oraz na Progu Lelowskim. Rędziny jurajskie występują na Wyżynie Częstochowskiej oraz w południowej części Wyżyny Olkuskiej.

W środkowej części Wyżyny Częstochowskiej występują gleby bielcowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych oraz płaty gleb bielcowych gliniastych, powstałych na piaskach i z utworów pyłowych pochodzenia wodnego. W północnej części Wyżyny Częstochowskiej występują głównie gleby bielcowe słabogliniaste i gliniaste. W obrębie Wyżyny Wieluńskiej, w części południowej wykształciły się gleby bielcowe z utworów pyłowych pochodzenia wodnego, a w części północnej – słabogliniaste gleby bielcowe powstałe na piaskach oraz lekkie i średnie gleby bielcowe, wytworzone z glin zwałowych oraz piasków naglinowych i naitowych.

W Obniżeniu Cholerzyńskim przeważają gleby bielcowe wytworzone z lessów i utworów lessowatych oraz słabogliniaste gleby bielcowe wytworzone na piaskach.

W dolinach rzecznych występują mady lekkie, średnie oraz ciężkie, a w górnych odcinkach Pilicy, Żebrówki i Białki oraz w zakolu Warty k. Działoszyna – gleby mułowo-bagienne oraz gleby torfowe, wytworzone z torfów torfowisk niskich, dolinowych.

Z urodzajnością gleb związane jest użytkowanie terenu. Tam, gdzie występują gleby wytworzone na lessach i utworach lessopodobnych, dominują grunty orne. Typo-

wo rolniczy charakter mają Wyżyny: Miechowska i Olkuska. Stosunkowo niewiele jest łąk i pastwisk. Jeden z najcenniejszych elementów krajobrazowych badanego obszaru stanowią lasy. Powierzchnie leśne związane są głównie z glebami wytworzonymi na piaskach. Są to bory sosnowe, dębowo-sosnowe oraz grądy i buczyny. Lasy te występują w dorzeczu Przemszy, wzdłuż górnego biegu Warty, w dolinie Wiercicy oraz w rejonie zakola Warty k. Działoszyna. Na wapiennym podłożu występują lasy liściaste, m.in. lasy bukowe, dębowo-grabowe, klonowo-jesionowe i wiązowe. Lasy liściaste skupione są w południowej i środkowej części Wyżyny. W miejscach podmokłych spotyka się drzewo-stany olchowe.

3.3. Klimat

Według regionalizacji klimatycznej A. Wosia (1999) obszar badań należy do regionów: środkowopolskiego (północno-zachodnia część Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej), zachodniomałopolskiego (zachodnia część Wyżyny Małopolskiej), wschodniomałopolskiego (wschodnia część Wyżyny Małopolskiej), oraz śląsko-krakowskiego (południowa część Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej).

Znaczna część Wyżyny Śląsko-Małopolskiej ma średnią roczną temperaturę powietrza w granicach 6-8°C; w strefie proggu Wyżyny – powyżej 8°C. Najwyższa średnia temperatura występuje w lipcu i wynosi 17°C, najniższa zaś – w styczniu i wynosi -3°C. Największe lokalne różnice temperatur, wynikające z ukształtowania terenu, występują na Wyżynie Olkuskiej, gdzie na wierzchołkach średnia roczna temperatura wynosi 7,5°C, na stokach o ekspozycji północnej 6,6°C, a w dnach dolin 6,2°C. Miąższość warstwy inwersyjnej wynosi najczęściej 150-300 m, przy czym najbardziej chłodna i wilgotna strefa zastoisk zimnego powietrza obejmuje dna i zbocza dolin do wysokości 50-60 m (Niedźwiedz, Obrębska-Starkłowa, 1991). Długość okresu bezprzymrozkowego trwa – w zależności od rodzaju formy terenowej – 140-180 dni. Okres wegetacyjny trwa od 200 do 220 dni, przy czym najdłuższy jest w okolicach Krakowa i Rowu Krzeszowickiego. W rejonie Częstochowy okres ten trwa 210 dni.

Temperatura wpływa na wilgotność powietrza i wielkość parowania. Średnia roczna wilgotność względna powietrza wynosi 77-80% (*Atlas...*, 1973). Maksimum przypada na okres od listopada do lutego, a minimum – w maju. W kwietniu na obszarze Wyżyn, a w maju tylko na Wyżynie Olkuskiej, ma miejsce zjawisko posuchy atmosferycznej. Również częste posuchy zaznaczają się jesienią, kiedy to okres ten może trwać nawet do 50 dni. Roczne sumy parowania terenowego zawierają się w przedziale od 500 do 520 mm.

Średnie roczne opady atmosferyczne są większe na zachodnim proggu Wyżyny i wynoszą ponad 800 mm, przy czym ponad 65% przypada na okres letni (czerwiec-lipiec). W północnej części wynoszą 690 mm, a na Wyżynie Olkuskiej – 750 mm. Wschodni skłon Wyżyny Śląsko-Krakowskiej oraz Wyżyna Miechowska znajdują się w cieniu opadowym, a średni roczny opad wynosi tu około 650 mm. W półroczu letnim opady występują często w postaci krótkotrwałych, gwałtownych ulew. Takie warunki opadowe mają istotne znaczenie dla zasilania w wodę zbiorników wód podziemnych – najwięk-

szere zasilanie następuje w części zachodniej i środkowej Wyżyny Śląsko-Krakowskiej i zmniejsza się w kierunku wschodnim.

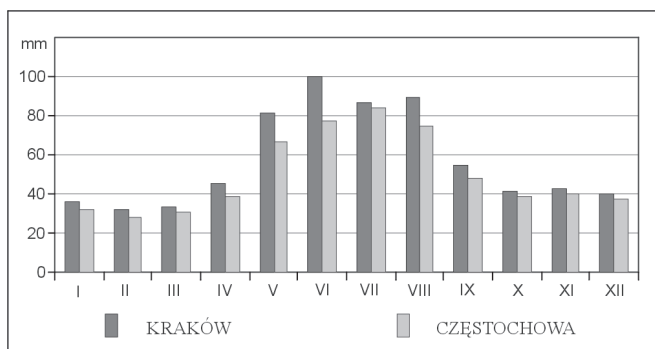
Znaczenie dla wielkości retencji ma miąższość i trwałość pokrywy śnieżnej. Okres zalegania pokrywy, prawie na całej Wyżynie, trwa 60-80 dni w roku. Duże różnice utrzymywania się pokrywy śnieżnej występują na Wyżynie Olkuskiej, gdzie w rejonie Ojcowskiego Parku Narodowego – w Białym Kościele okres zalegania wynosi tylko 50 dni, natomiast w Dolinie Sąpówki – 107 dni.

Z hydrologicznego punktu widzenia istotna jest znajomość zasobów wodnych zgromadzonych w pokrywie śnieżnej. Średnie maksymalne roczne wartości zapasu wody w śniegu przekraczają 50, a nawet 60 mm. Woda dostaje się do obiegu w okresie wiosennym, w czasie topnienia pokrywy śnieżnej. Następuje wówczas infiltracja wody w podłoże i intensywne zasilanie wód podziemnych.

4. Charakterystyka okresu badań (lata 1973-1974 i 1999-2000)

Czynnikami decydującymi o zasobach wód podziemnych są sumy opadów, ich roczny rozkład, zwłaszcza w sezonie zimowym, oraz temperatura powietrza warunkująca intensywność parowania, a w chłodnej porze roku – retencję pokrywy śnieżnej i przebieg roztopów. Analizę wysokości opadu i temperatury powietrza przeprowadzono na podstawie ich przebiegu w Krakowie i Częstochowie³⁾.

Opad normalny w trzydziestoleciu 1961-1990 wynosił w Krakowie 685 mm, a w Częstochowie 613 mm. Zmienność opadów zmierzonych na obu stacjach była podobna; współczynniki nieregularności opadów (P_{\max}/P_{\min}) wyniosły dla Krakowa i Częstochowy 2,1. Opady półroczia chłodnego (XI-IV) w większym stopniu wpływają na wzrost wydajności źródeł, szczególnie w czasie wiosennych roztopów. Opady półroczia ciepłego (V-X), ze względu na duże straty na parowanie, nie wywołują dużego wzrostu wydajności źródeł. W obu stacjach, opady półroczia ciepłego są wyższe od opadów półroczia zimnego, stanowiąc 65-66 % sumy rocznej (ryc. 3).

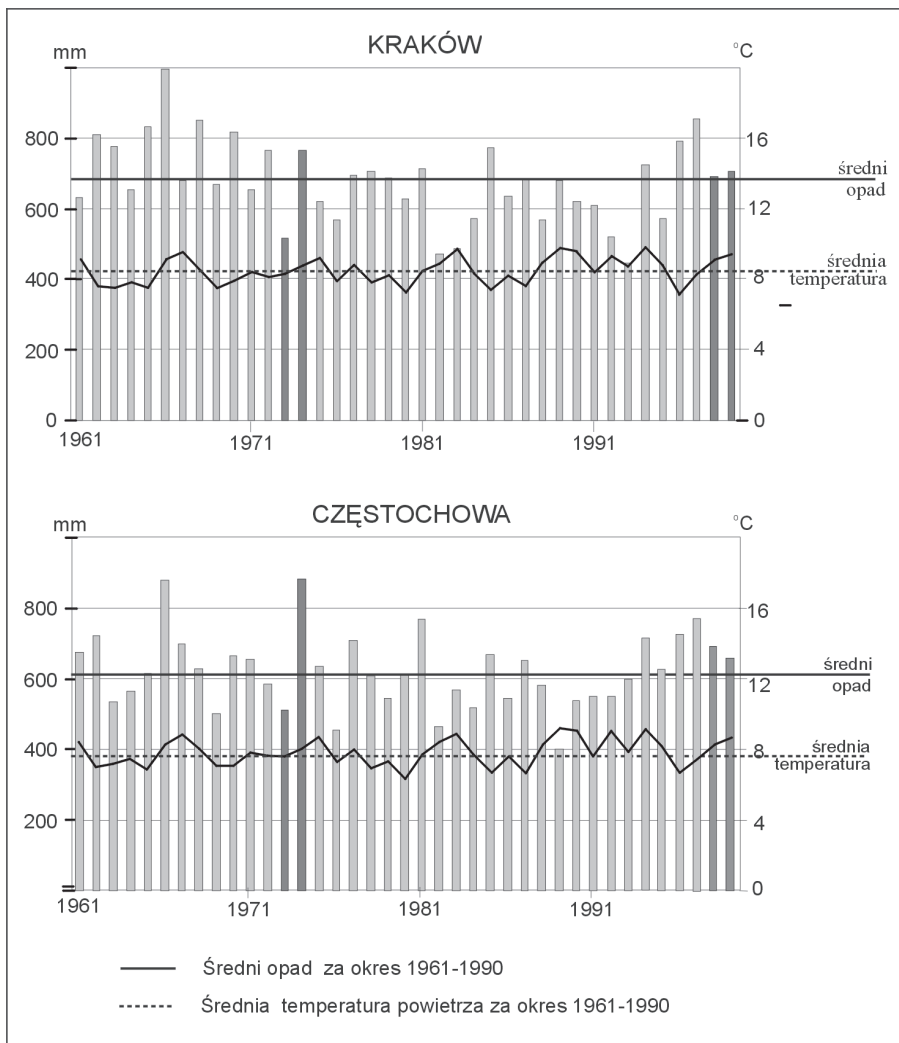


Ryc. 3. Roczny rytm opadów w Krakowie i Częstochowie w latach 1961-1990

Fig. 3. Annual pattern of precipitation in Kraków and Częstochowa from 1961 to 1990

³⁾ Dane meteorologiczne dotyczące Krakowa pochodzą ze Stacji Klimatologicznej „Ogród Botaniczny” Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, natomiast dane dotyczące Częstochowy zostały częściowo zakupione w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej, oddział w Katowicach.

Lata, w których I. Dynowska przeprowadziła badania źródeł (1973 i 1974), pod względem wysokości opadu były nietypowe. Rok 1973 był suchy; roczna suma opadu stanowiła 75% (Kraków) i 83% (Częstochowa) opadu normalnego. Rok 1974 był natomiast mokry. Suma opadu była wyższa od opadu normalnego o 43% w Częstochowie i 12% w Krakowie (ryc. 4). W 1973 r. sumy opadu w okresie badań były niższe od śred-



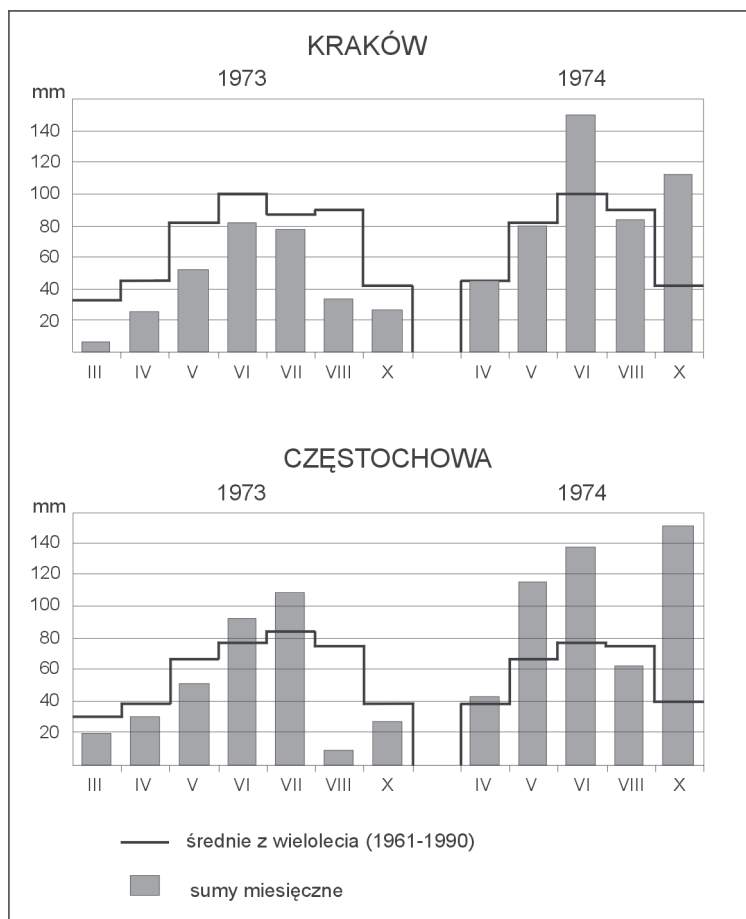
Ryc. 4. Roczna suma opadu i średnia roczna temperatura powietrza w Krakowie i Częstochowie
Lata, w których prowadzono badania wyróżniono ciemniejszymi słupkami

Fig. 4. Annual totals of precipitation and mean annual air temperatures in Kraków and Częstochowa

Years in which the research of springs was carried out are represented by darker bars

nich z wielolecia; w Krakowie – we wszystkich miesiącach, w Częstochowie – w pięciu (ryc. 5).

W następnym, 1974 roku, sumy opadów w Częstochowie były wyższe od wartości średnich z wielolecia we wszystkich miesiącach, a Krakowie – w dwóch. Szczególnie wysokie opady wystąpiły w październiku 1974 r. W Częstochowie suma opadów tego miesiąca była ponad trzykrotnie wyższa od średniej z wielolecia.



Ryc. 5. Miesięczne sumy opadu w czasie badań prowadzonych w latach 1973-1974 na tle wartości średnich z wielolecia (1961-1990)

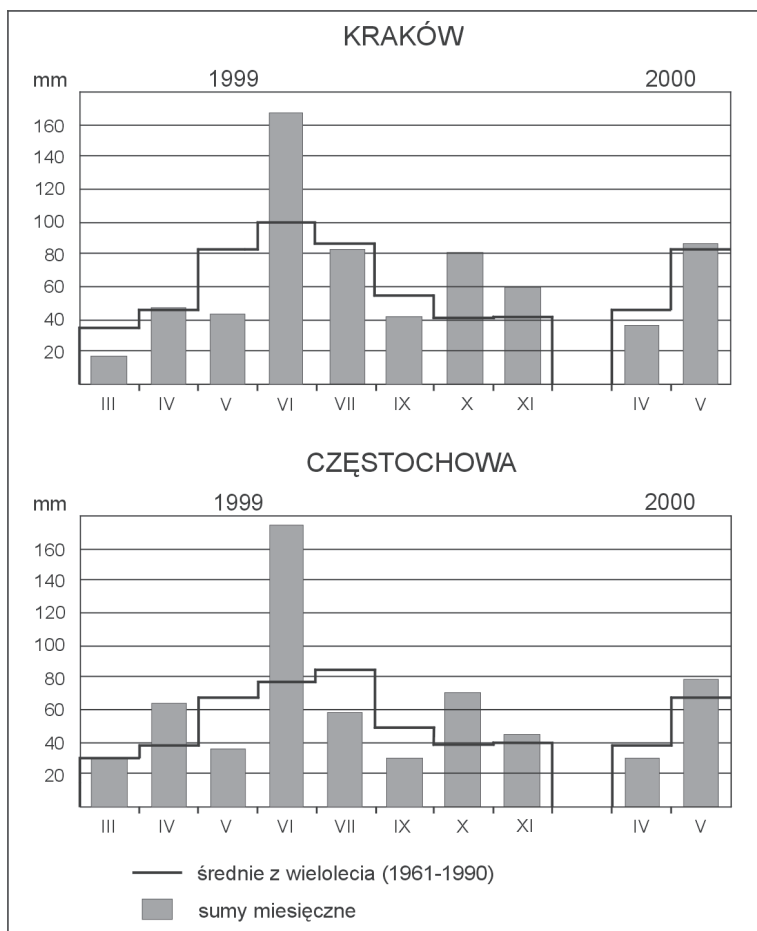
Fig. 5. Monthly totals of precipitation during research carried out in 1973-1974 compared to multiyear averages (1961-1990)

Powtórne badania źródeł przeprowadzono w okresie od marca 1999 r. do maja 2000 r. (ryc. 6).

ROK	1999											2000	
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI			IV	V
Przemsza								■					
Przyrzecze Wisły		■											
Rudawa					■	■							
Prądnik		■	■										
Dłubnia				■									
Szreniawa			■										■
Nidzica							■						
Pilica									■				
Warta												■	■

Ryc. 6. Kalendarium badań terenowych

Fig. 6. Schedule of field research by month and year



Objaśnienia do ryc. 7 na str. 25

W okresie tym sumy opadów różniły się od wartości średnich z wielolecia, lecz były bardziej zbliżone do sum w okresie badań I. Dynowskiej (por. ryc. 4). W 1999 r. suma opadów rocznych była zbliżona do opadu normalnego. Największe opady wystąpiły w czerwcu 1999 r., kiedy to sumy opadów miesięcznych w Krakowie i Częstochowie znacznie przekraczały średnie z wielolecia (ryc. 7). Podkreślenia wymaga także to, że lata wcześniejsze (1996 i 1997) odznaczały się sumami opadów znacznie przekraczającymi wartości normalne, co istotnie przyczyniło się do „odbudowania” zasobów wód podziemnych uszczuplonych długotrwałym niedoborem opadów końca lat 80. i pierwszej połowy lat 90.

Ryc. 7. Miesięczne sumy opadu w czasie badań prowadzonych w latach 1999-2000 na tle wartości średnich z wielolecia (1961-1990)

Fig. 7. Monthly totals of precipitation during research carried out in 1999-2000 compared to multiyear averages (1961-1990)

5. Metody pomiarowe i analityczne

W okresie od marca 1999 r. do maja 2000 r. w odniesieniu do każdego z badanych źródeł dokonano jednorazowego poboru wód do oznaczeń laboratoryjnych, pomiaru wydajności i podstawowych parametrów fizykochemicznych wody oraz oceniano otoczenie źródła. Wykorzystując informacje opublikowane przez I. Dynowską (1983) oraz oryginalne materiały (opisy i zdjęcia) sporządzone w czasie badań w latach siedemdziesiątych, starano się uchwycić zmiany, które zaszły w otoczeniu źródła. Szczególną uwagę zwracano na to, czy źródło zachowało swoje walory przyrodnicze i krajobrazowe, czy nie zmienił się sposób wypływu wody, czy źródło jest zagrożone przez działalność człowieka. Wyniki wszystkich pomiarów, spostrzeżenia i informacje uzyskane w czasie wywiadu z mieszkańcami zapisywano w raportach.

Pomiary wydajności wykonywano metodą pływakową lub wolumetryczną oraz sporadycznie, gdy przeprowadzenie pomiaru nie było możliwe, wydajność źródeł była szacowana. W terenie mierzono ponadto temperaturę wody, przewodnictwo właściwe oraz odczyn pH. Przewodnictwo właściwe dla temperatury odniesienia $T=25^{\circ}\text{C}$ mierzono przy użyciu miernika Elmetron CC317.

W dniu poboru wykonywane były oznaczenia stężeń jonów: NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} . Oznaczenia wykonano spektrofotometrem Merck SQ 118, według procedury i przy użyciu odczynników firmy Merck.

W laboratorium, według powszechnie stosowanych metod, wykonano oznaczenia zawartości jonów Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , twardości ogólnej oraz suchej pozostałości. Zawartość kationów Ca^{2+} , Na^+ , K^+ oznaczono metodą fotometrii płomieniowej, jony Mg^{2+} – kolorymetrycznie, a SO_4^{2-} – turbidymetrycznie, spektrofotometrem Merck SQ 118. Aniony HCO_3^- i Cl^- oznaczano metodą miareczkową, a twardość ogólną – metodą wersenianową. Mineralizację ogólną (suchą pozostałość) oznaczano wg normy PN-78/C-04541.

Oznaczenia laboratoryjne wykonane zostały przez mgr inż. B. Jaszczyńską w laboratorium hydrochemicznym Stacji Naukowej Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ w Łazach. Jedynie oznaczenia wód źródłanych pochodzących ze zlewni Przemszy i Pilicy wykonano w laboratorium Stacji Naukowej Instytutu Botaniki PAN w Szarowie k. Niepołomic.

Na podstawie analiz hydrochemicznych dokonano oceny jakości wód źródłanych według kryteriów zawartych w *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...*(1993) (tab. 2).

Tab. 2. Zakres stężeń wybranych składników wód podziemnych zgodnie z *Klasyfikacją zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska* (1993)

Table 2. Range of concentration of the specified ground-water compounds according to *Classification of ground-waters for the needs of environmental monitoring* (1993)

Wskaźnik	Jednostka	Klasa jakości wód podziemnych			
		Ia najwyższej jakości	Ib wysokiej jakości	II średniej jakości	III niskiej jakości
Przewodnictwo właściwe	μS/cm	300	400	800	1000
Sucha pozostałość	mg/l	150-400	100-150, 400-800	50-100, 800-1000	<50, >1000
Azotany	mg N -NO ₃ /l	1	10	10	50
Azotyny	mg N -NO ₂ /l	0,01	0,02	0,03	0,1
Fosforany	mg PO ₄ /l	0,02	0,2	1,0	5,0

Dokonano również klasyfikacji hydrochemicznej wód źródłanych ze względu na zawartość głównych makrojonów według schematu Szczukariewa-Prikłonskiego (Pazdro, Kozerski, 1990). Klasę hydrochemiczną wód określa się na podstawie tych jonów, których udział w sumach kationów i anionów wyrażonych w jednostkach równoważnikowych jest większy niż 20% (tab. 3).

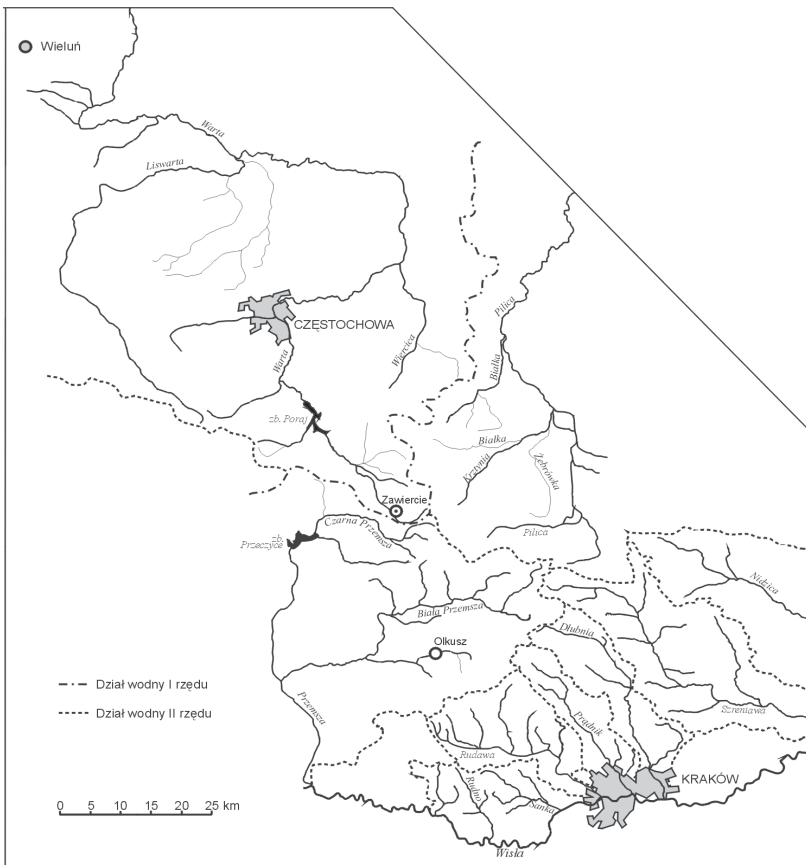
Tab. 3. Klasyfikacja hydrochemiczna wód podziemnych wg Szczukariewa-Prikłonskiego (za Pazdro, Kozerski, 1990). Liczby oznaczają grupę hydrochemiczną

Table 3. Hydrochemical classification of ground-waters according to Shtsukarev-Priklonski's method (after Pazdro, Kozerski, 1990). Numbers designate hydrochemical group

Zawartość	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻ SO ₄ ²⁻	Cl ⁻ HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻ HCO ₃ ⁻	Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ HCO ₃ ⁻
Na ⁺	1	4	7	19	22	25	40
Mg ²⁺	2	5	8	20	23	26	41
Ca ²⁺	3	6	9	21	24	27	42
Na ⁺ Mg ²⁺	10	13	16	31	34	37	46
Na ⁺ Ca ²⁺	11	14	17	32	35	38	47
Mg ²⁺ Ca ²⁺	12	15	18	33	36	39	48
Na ⁺ Mg ²⁺ Ca ²⁺	28	29	30	43	44	45	49

6. Wyniki

Wyniki badań zawarte w niniejszym opracowaniu poprzedzone są krótką charakterystyką geograficzną każdej zlewni i oceną dotychczasowego stanu rozpoznania źródeł. Prezentowane są w postaci kartodiagramów sporządzonych oddzielnie w odniesieniu do każdej zlewni (ryc. 8). Ich zasięg nawiązuje do map zawartych w monografii I. Dynowskiej (1983). Zestaw map znajdujących się w poszczególnych podrozdziałach



Ryc. 8. Położenie badanych zlewni

Fig. 8. Location of the investigated drainage basins

(6.1-6.9) uzupełniają histogramy liczebności źródeł w poszczególnych klasach jakości wody, zgodnie z *Klasyfikacja zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska (1993) oraz zestawienia źródeł (tabele I-IX) znajdujące się na końcu opracowania. Na zakończenie każdego podrozdziału dokonano ogólnej oceny stanu źródeł.*

6.1. Źródła w zlewni Przemszy

Charakterystyka geograficzna zlewni i stan dotychczasowego rozpoznania źródeł

Zlewnia Przemszy, w części objętej badaniami, położona jest w południowej części Wyżyny Częstochowskiej i północnej części Wyżyny Olkuskiej. Badania objęły też niewielki fragment wschodniej części Garbu Tarnogórskiego. Według podziału hydro-geologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, ark. Kraków, 1985) badany obszar znajduje się w obrębie dwóch regionów: XV – bytomsko-olkuskiego w części zachodniej – z głównym poziomem użytkowym krasowo-szczelinowym w wapieniach i dolomitach triasu dolnego i środkowego oraz XVII – wieluńsko-krakowskiego (podregion XVII 2) z głównymi poziomami użytkowymi w wapieniach i dolomitach triasu środkowego i wapieniach górnej jury. Kontaktujące się hydraulicznie systemy serii węglanowej triasu i górnej jury należą do najbogatszych w Polsce rezerwarów wód podziemnych, o wydajnościach typowych otworów studziennych przekraczających 100 m³/h.

Przez obszar badań przebiega wyraźnie zaznaczający się w morfologii terenu próg denudacyjno-tektoniczny o kierunku SE-NW, którego czoło – o wysokości względnej dochodzącej do 100 m – założone jest na wapieniach malmu i dolomitach kruszczonowych środkowego triasu. Sam próg i jego zaplecze stanowią obszar alimentacji wód podziemnych, gdyż wapienie jurajskie są w większości pozbawione nadkładu utworów nieprzepuszczalnych. Na zachód od czoła proggu wapienie i kruszczonowe dolomity wapienia muszlowego i retu (trias) stanowią podłoże piasków polodowcowych (plejstocen) budujących obszar Pustyni Błędownskiej.

Badany obszar odznacza się znacznym zalesieniem, przekraczającym w niektórych gminach 45% (np. gm. Klucze). Spośród użytków rolnych dominują grunty orne intensywnie nawożone mineralnie (Tyc, 1997). Użytki zielone zajmują niewielką powierzchnię.

Rozległa i intensywna eksploatacja rud cynku i ołowiu koło Olkusza i związane z nią odwodnienia kopalniane przyczyniły się do zupełnego przekształcenia obiegu wód podziemnych w tym obszarze (Wilk i in., 1990, Motyka, Pacholewski, 1991). Jednym z przejawów tych przekształceń jest spadek wydajności, a w niektórych przypadkach zanik źródeł znajdujących się na Pustyni Błędownskiej, w pobliżu miejscowości Klucze. Biała Przemsza drenująca dotąd utwory retu i wapienia muszlowego stała się rzeką zasilającą obszar sztucznie wytworzonej, rozległej depresji. Depresja ta jest dodatkowo pogłębiana przez ujęcia wód podziemnych do celów komunalnych. Innym ważnym

zakładem przemysłowym omawianego obszaru są zakłady papiernicze w Kluczach. Składowane w obrębie Pustyni Błędownskiej odpady lignosulfonowe stanowią zagrożenie dla sąsiadujących z piaskami wapieni i dolomitów triasowych (Motyka, Pacholewski, 1991).

Badania I. Dynowskiej w 1973 r. objęły 32 źródła, spośród których zdecydowana większość, bo aż 28 (88%), było zasilanych przez wody podziemne występujące w wapieniach skalistych i płytowych oraz marglach jurajskich. Jedyne dwa źródła (6%), w zlewni Sztoły, zasilane były przez wodonośne utwory triasowe oraz dwa źródła w zlewniach Centurii i Białej (6%) – przez piaski plejstocenijskie. Jedno z tych źródeł (nr 27) już w 1973 r. wykazywało brak wody, podobnie jak inne znajdujące się poza zasięgiem badań (na obszarze Pustyni Błędownskiej).

W latach 1980-1992 badania wpływu antropopresji na procesy krasowe, w tym na źródła obszaru Olkusz-Zawiercie, prowadzili W. Krawczyk i in. (1990), W. Krawczyk, J. Opołka-Gądek, A. Tyc (1992) i A. Tyc (1997). Ostatni z wymienionych dokonał klasyfikacji hydrochemicznej wód pochodzących z siedmiu źródeł (nr 1, 13, 18, 19, 21, 22, 23) znajdujących się w zlewni Przemszy, a opisanych wcześniej przez I. Dynowską. Na podstawie serii 9 równoczesnych pomiarów w wymienionych źródłach stwierdził on, iż reżim hydrochemiczny wód w niewielkim stopniu związany jest ze zmianami wydajności i procesami rozpuszczania skał węglanowych. Dominującym czynnikiem reżimu hydrochemicznego jest antropogeniczne przekształcenie składu chemicznego wód. W nieopublikowanym opracowaniu A. Tycy i J. Opołki-Gądek (1996), na podstawie powtarzanych pomiarów w latach 1988-1995, wykazano w przypadku większości źródeł wyraźną dodatnią tendencję przewodnictwa właściwego wody w Bzowie, Ryczówku, Kwaśniowie, Chechle, Świniuszcze i Kluczach. Tendencje wzrostową wykazywały także azotany. Stwierdzono też, iż dwa spośród wyżej wymienionych źródeł, w Bzowie (nr 1) i w Ryczówku (nr 18) okresowo wysychają. Źródło w Bzowie (górny wypływ) wysycha pod koniec każdego roku hydrologicznego, natomiast w źródle w Ryczówku stwierdzono długotrwały brak wypływu w suchym okresie od września 1988 do maja 1991 r.

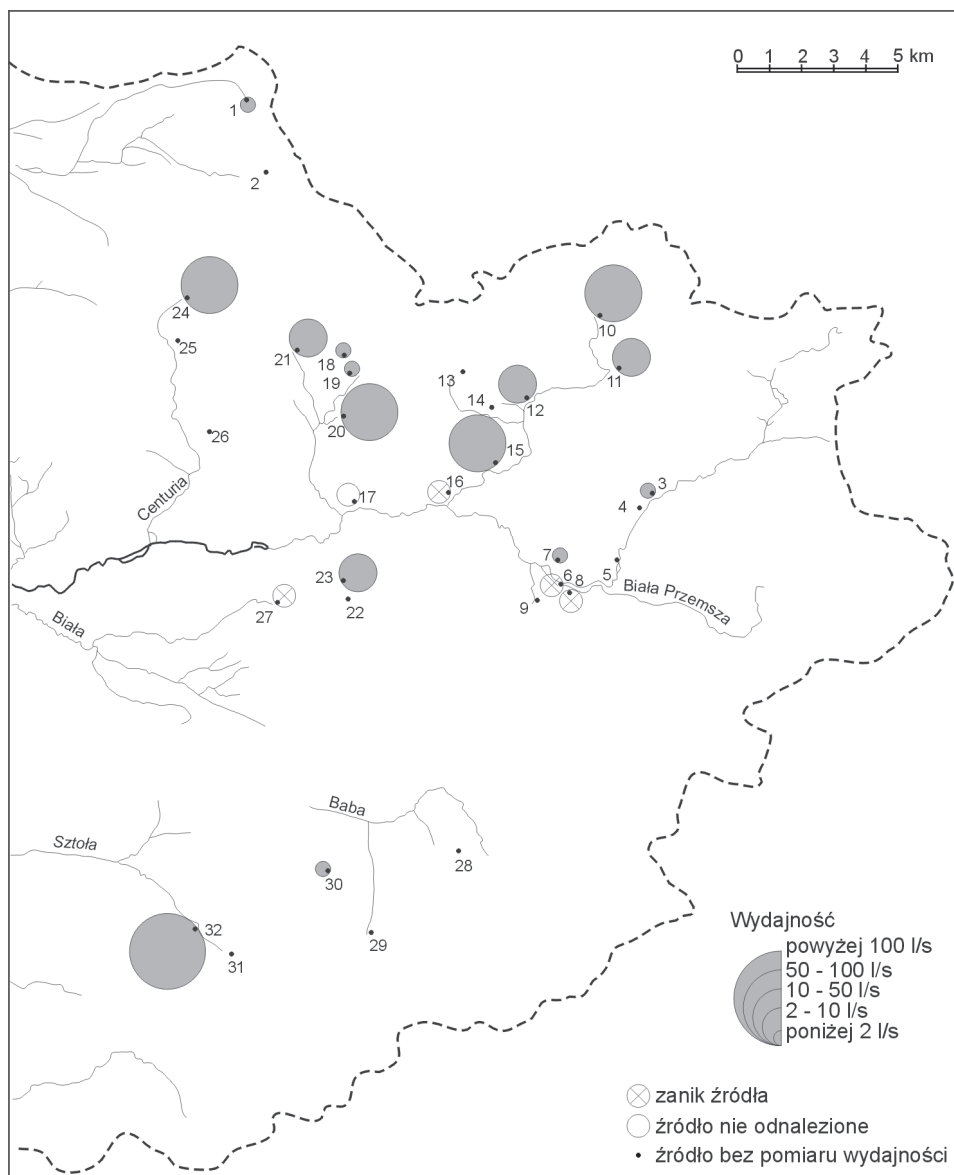
Stan źródeł we wrześniu 1999 r.

Badania źródeł w zlewni Przemszy przeprowadzono w dniach 1-6 września 1999 r. (tab. I).

Wydajność (ryc. 9). Stwierdzono zanik wypływu wody w pięciu źródłach zasilanych z poziomu wapieni malmu. O ile dwa z nich, w Chrzastowicach (nr 6) i w Sienicznie (nr 28), wykazywały w 1973 r. nieznaczną wydajność (ok. 0,5 l/s), to pozostałe dwa, w Braciejówce (nr 8) i w Golczowicach (nr 16), odznaczały się wysoką wydajnością (odpowiednio 140 i 25 l/s), przy czym pierwsze z nich, zgodnie z sugestią I. Dynowskiej, ze względu na walory przyrodnicze winno być objęte ochroną. Poza zanikiem wypływu w wymienionych źródłach stwierdzono także okresowy zanik wody w źródle w Pazurku (nr 9) oraz brak źródła w Chrzastowicach (nr 5) w wyniku zasypania. W przypadku źródła w Stokach Kwaśniowskich (nr 13) nie udało się odnaleźć wyraźnego, opisanego przez I. Dynowską, pulsującego wypływu, który w 1973 r. wykazywał wydajność 90 l/s. W miejscu tym stwierdzono jedynie rozproszony wypływ wody o wyraźnie mniejszej

wydajności (pomiar niemożliwy). Źródła w Golczowicach (nr 17), o wydajności powyżej 15 l/s w 1973 r., w ogóle nie odnaleziono.

Klasyfikacja hydrochemiczna. Spośród 26 (z 32 badanych) funkcjonujących



Ryc. 9. Wydajność źródeł w zlewni Przemszy we wrześniu 1999 r.

Fig. 9. Discharge of the springs in the Przemsza drainage basin in September 1999

obecnie źródeł zlewni Przemszy, wody 16 z nich należą – wg klasyfikacji Szczukariewa-Prikłofńskiego (por. tab. 3) – do wód dwujonowych: wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 9), a osiem – do wód trójjonowych, w tym siedem – do siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 27) i jedno – do wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowych (grupa 18). Wody pozostałych dwóch źródeł należą do czterojonowych (grupa 39 i 42).

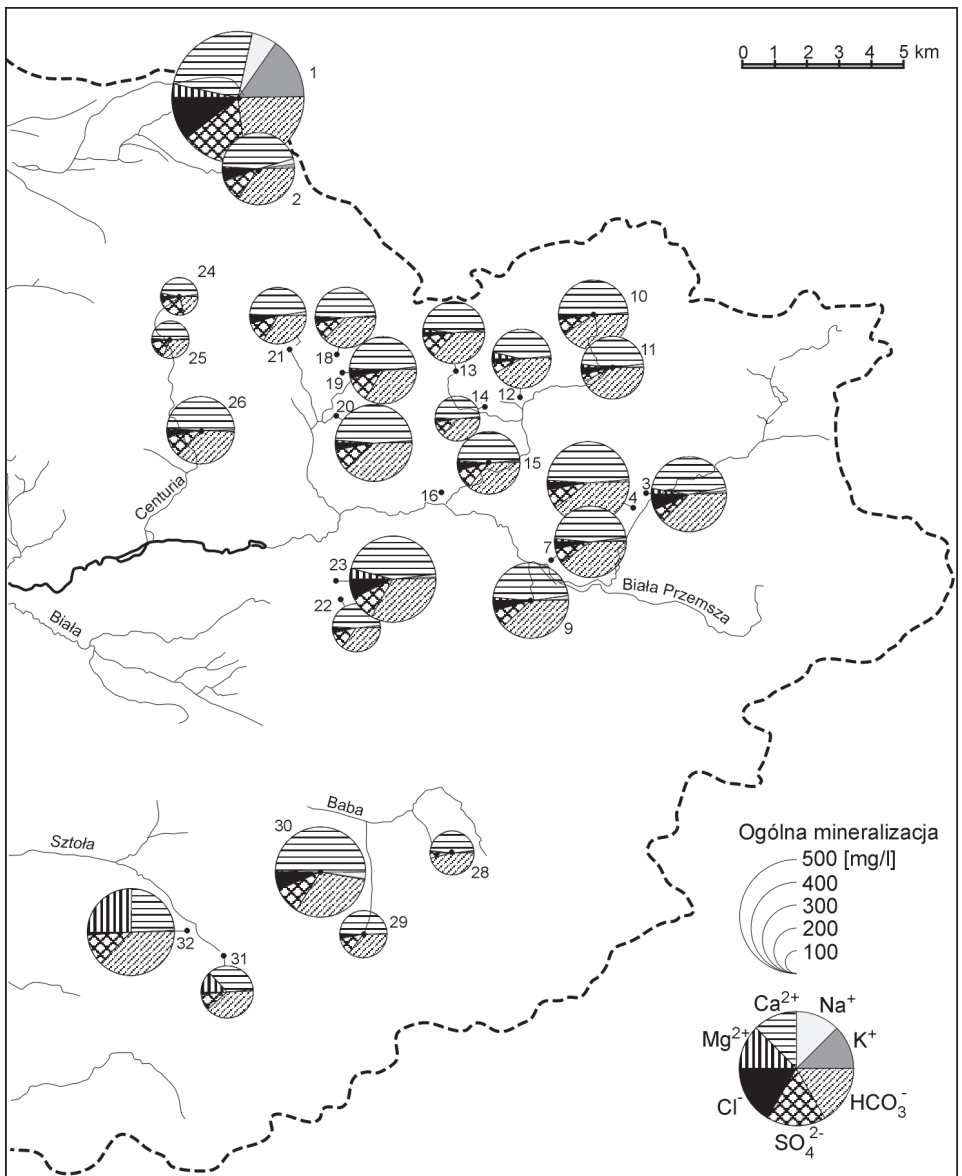
Mineralizacja ogólna wód źródłanych (ryc. 10) była we wrześniu 1999 r. zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 163 do 578 mg/l wobec wartości średniej 290 mg/l. Wszystkie wody spełniały pod tym względem kryterium wody pitnej, a wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) tylko woda jednego ze źródeł nie mieściła się w klasie wód bardzo wysokiej jakości (Ib). Liczebność źródeł w poszczególnych przedziałach ogólnej mineralizacji ilustruje ryc. 11. W odniesieniu do źródeł, w których w 1973 r. pomierzono ogólną mineralizację wody (suchą pozostałość) możliwe było dokonanie porównania ze stanem w 1999 r. Okazało się, że we wszystkich porównanych źródłach ogólna mineralizacja wody w 1999 r. była wyższa (od 3 do 101%; średnio o 32%) (tab. I). Jest to istotna różnica, nawet jeśli uwzględnić to, że źródła odznaczają się wahaniami mineralizacji wody w wyniku sezonowych zmian zasilania. Największy wzrost mineralizacji wykazało źródło w Bzowie (nr 1).

Przewodnictwo właściwe wód mieściło się w zakresie od 332 do 890 $\mu\text{S}/\text{cm}$, przy średniej wartości 513 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Prawie wszystkie wody mieszczą się pod tym względem w klasie wód podziemnych średniej jakości (II) (ryc. 11). Trzy źródła miały wodę wysokiej (Ib), a jedno – niskiej jakości (III). W odniesieniu do źródeł, w których w 1973 r. pomierzono przewodnictwo właściwe wody, możliwe było dokonanie porównania ze stanem w 1999 r. Okazało się, że we wszystkich porównywanych źródłach przewodnictwo właściwe uległo zwiększeniu o 6-80 % (średnio o 29%). Największy wzrost przewodnictwa, podobnie jak w przypadku mineralizacji ogólnej, wykazało źródło w Bzowie (nr 1).

Twardości ogólnej i twardości węglanowej w wodach źródeł zlewni Przemszy nie oznaczono.

Azotany (ryc. 12). Koncentracja azotu azotanowego (N-NO_3) wynosiła od 0,1 do 11,4 mg/l, średnio 5,0 mg/l. Norma dla wód pitnych i przeznaczonych na potrzeby gospodarce (10 mg $\text{N-NO}_3/\text{l}$) przekroczone była w dwóch przypadkach. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych ...* (1993) wody te mieściły się w klasie III – niskiej jakości. W klasie I – najwyższej jakości – mieściły się wody czterech źródeł (ryc. 11). Przestrzenne zróżnicowanie koncentracji azotanów nie wykazuje jednoznacznych prawidłowości. Zwraca jedynie uwagę nikła koncentracja azotanów w źródłach występujących na obszarze dużego kompleksu leśnego (nr 31 i 32).

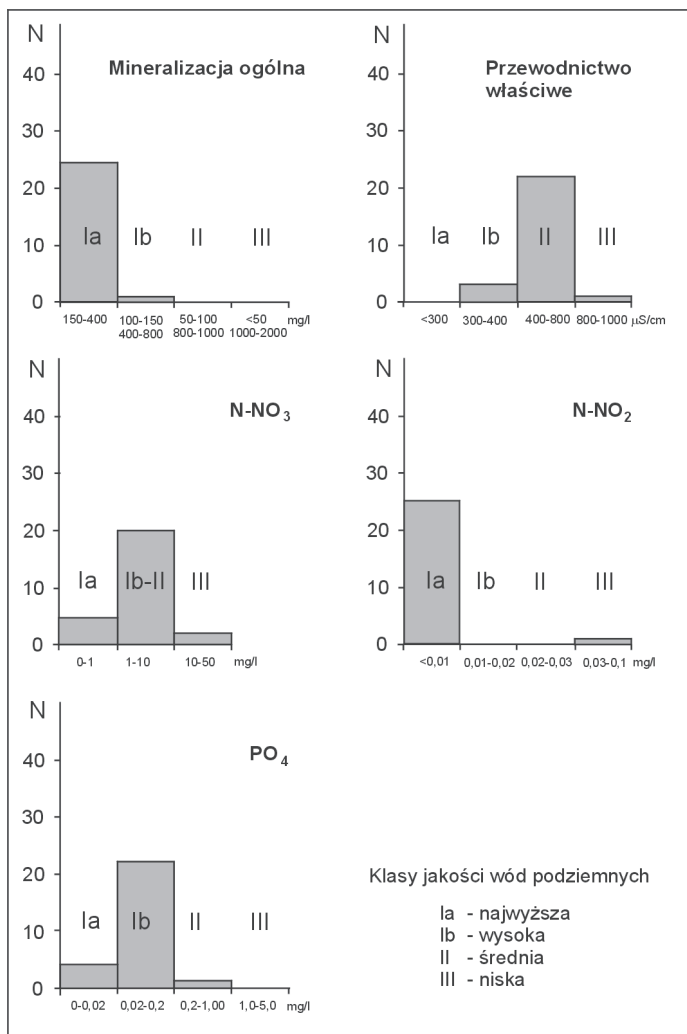
W odniesieniu do niektórych źródeł możliwe jest porównanie koncentracji NO_3 w 1990 r. z wartościami pomierzonymi w 1988 i 1989 r. przez W. Krawczyk i in. (1990) (tab. 4). Zauważa się obecnie znacznie większą koncentrację NO_3 w wodach źródeł w Ogrodzieńcu (nr 2), Pazurku (nr 9) i Domaniewiczach (nr 10). Stwierdzono także pojawienie się, nieobecnych dotąd, azotanów w wodach źródła w Centurii (nr 24), a także dwukrotny wzrost ich koncentracji w dotąd słabo skażonej wodzie źródła w Ryczówku-Świniuszcze (nr 21). Znacznie mniejszą koncentrację stwierdzono w Stokach



Ryc. 10. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (% mval/l) wód źródłanych w zlewni Przemszy we wrześniu 1999 r.

Fig. 10. Total dissolved solids and ion composition (% meq/l) of spring-water in the Przemsza drainage basin in September 1999.

Kwaśniow-skich (nr 10), Kluczach (nr 23) i Witeradowie (nr 29). W pozostałych przypadkach koncentracja NO_3 mieściła się w zakresie wartości stwierdzonych w 1988-1989 r.



Ryc. 11. Liczba źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w zlewni Przemszy we wrześniu 1999 r.

Fig. 11. Number of springs having water in the specified ground water quality classes in the Przemsza drainage basin in September 1999

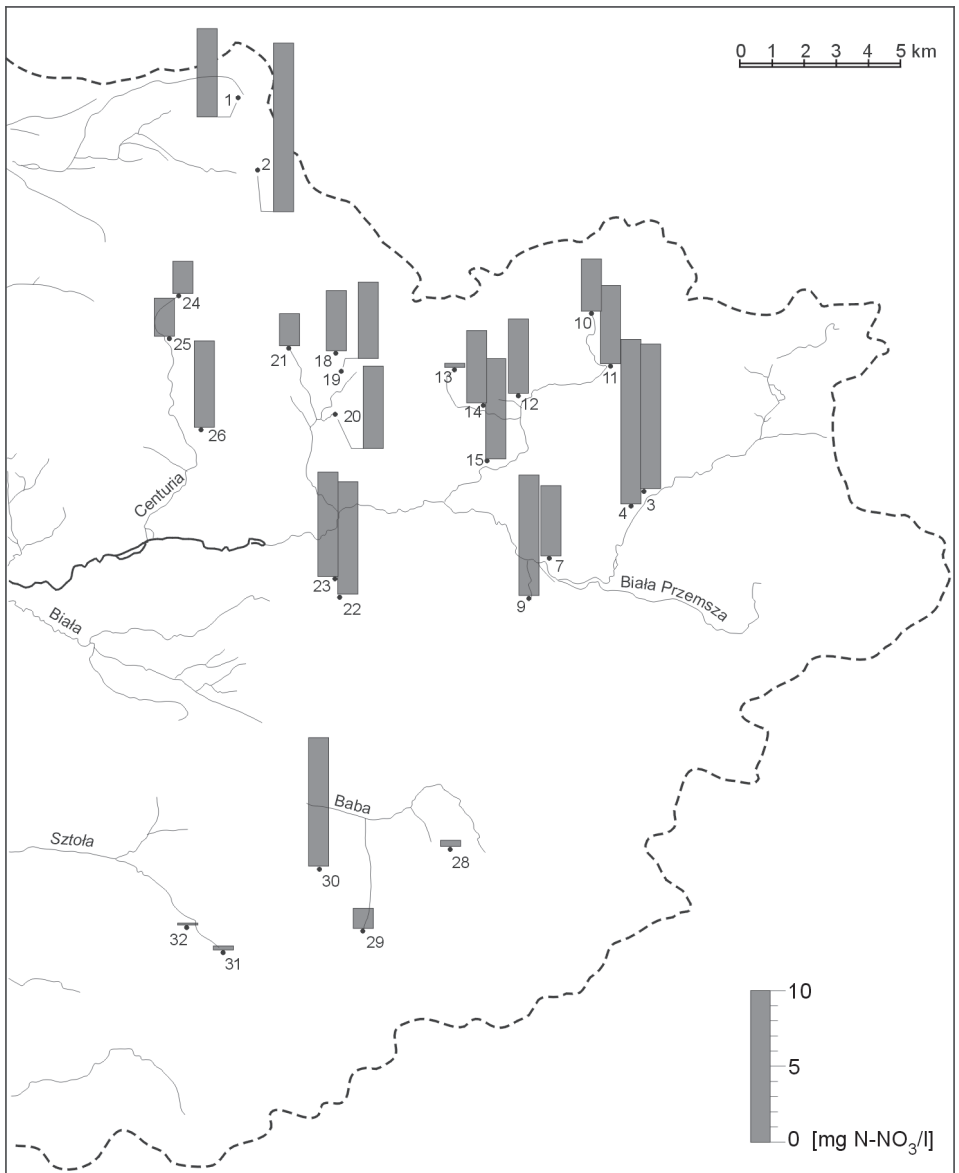
Tab. 4. Porównanie koncentracji azotanów (NO_3) w wodach źródłanych badanych w 1988-1989 r. z koncentracją stwierdzoną w 1999 r.

Table 4. Comparison of nitrate concentration in spring-water in 1988-1989 and 1999

Nr	Miejscowość	Koncentracja NO_3 [mg/l]	
		1988 - 89 r.*	1999 r. **
1	Bzów	24,2 - 50,2	25,6
2	Ogrodzieniec	15,5 - 27,9	49,4
9	Pazurek	17,4	35,2
11	Domaniewice	9,3 - 14,3	23,1
12	Bydlin	32,9	21,6
13	Stoki Kwaśniewskie	9,3 - 15,8	1,4
14	Krzywopłaty	9,9 - 18,6	21,0
18	Ryczówek	11,2 - 24,2	17,4
21	Ryczówek-Świnieszka	<5	9,4
22	Kłucze	12,4 - 40,0	32,9
23	Kłucze	16,1 - 32,2	9,4
24	Centuria	brak	9,4
26	Czechło	19,8 - 50,2	24,9
29	Witeradów	19,8	6,1

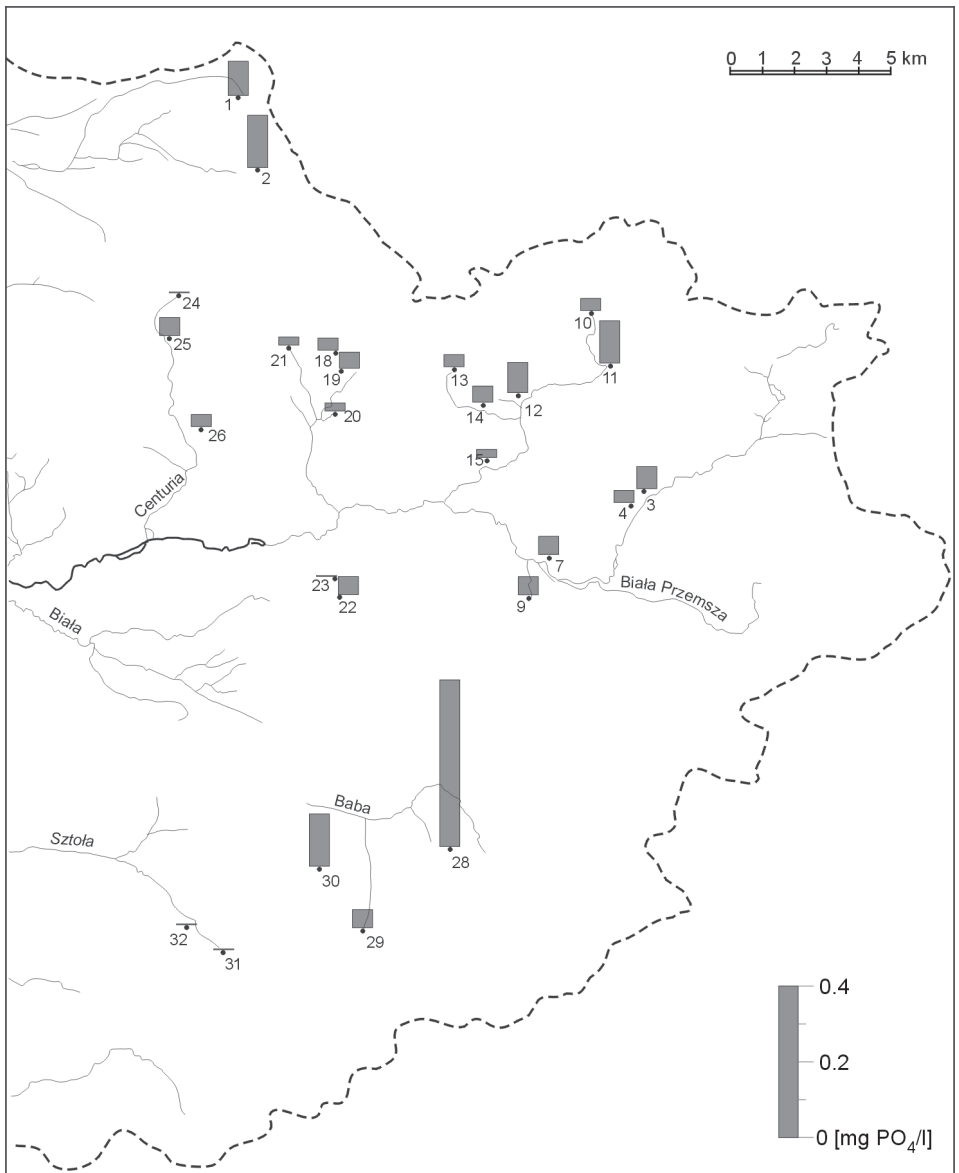
* wg Krawczyk i in. (1990)

** badania własne



Ryc. 12. Koncentracja N-NO_3 w wodach źródeł zlewni Przemszy we wrześniu 1999 r.

Fig. 12. N-NO_3 concentration in the spring-water of the Przemsza drainage basin in September 1999



Ryc. 13. Koncentracja PO₄ w wodach źródeł zlewni Przemszy we wrześniu 1999 r.

Fig. 13. PO₄ concentration in the spring-water of the Przemsza drainage basin in September 1999

Azotyny. Azot azotynowy (N-NO₂) wystąpił w dziesięciu przypadkach. Tylko w jednym, w Sienicznie (nr 28) występował w ilości, kwalifikującej wodę do klasy III – niskiej jakości (ryc. 11). W pozostałych przypadkach wody odznaczały się pod tym względem najwyższą jakością.

Azot amonowy stwierdzono w dwóch przypadkach, jednak tylko w jednym z nich występował w ilości lokującej wodę w klasie Ib – wysokiej jakości (ryc. 11). W pozostałych przypadkach wody odznaczały się pod tym względem najwyższą jakością.

Fosforany (ryc. 13). Nieco podwyższoną koncentrację jonu ortofosforanowego stwierdzono w większości przypadków, jednak tylko w jednym z nich woda mieściła się w klasie średniej jakości (II), pozostałe wody mieściły się w klasie wód wysokiej (Ib) lub bardzo wysokiej (Ia) jakości (ryc. 11). Przestrzenne zróżnicowanie koncentracji fosforanów nie wykazuje jednoznacznej prawidłowości i nie nawiązuje do koncentracji azotanów (por. ryc. 12).

Ocena ogólna

Wiele źródeł w zlewni Przemyszy znajduje się pod wpływem intensywnej działalności górniczej prowadzonej w niecce olkuskiej. W związku z tym stwierdzono większy niż w innych zlewniach odsetek źródeł, które uległy zanikowi (19%). W wielu źródłach obserwowano też istotny spadek wydajności. Porównanie wyników pomiarów mineralizacji ogólnej i przewodnictwa właściwego wody w latach 1973 i 1999 wskazuje na obecnie wyższe wartości obu parametrów o około 30%. Ten bardzo wysoki wzrost znajduje potwierdzenie w danych zawartych w nieopublikowanym opracowaniu A. Tyca i J. Opołki-Gądek (1996), opartym na powtarzanych pomiarach m.in. przewodnictwa właściwego i azotanów w latach 1988-1996.

Śród źródeł, które winny być objęte ochroną prawną, tylko jedno z nich – w Domaniewicach (nr 10) – uznano za wystarczająco interesujące, by zaopatrzyć je w tablicę informującą o zasilającej warstwie wodonośnej i składzie chemicznym wody.

6.2. Źródła w przyrzeczu Wisły

Charakterystyka geograficzna zlewni i stan dotychczasowego rozpoznania źródeł

Badany fragment przyrzecza Wisły położony jest w obrębie Garbu Tenczyńskiego i Obniżenia Cholerzyńskiego. Obejmuje on zlewnie lewostronnych dopływów Wisły: Regulicy, Rudna i Sanki. Garb Tenczyński stanowi zrąb tektoniczny między Rowem Krzeszowickim a Kotliną Oświęcimską i Bramą Krakowską. Jest zbudowany z wapieni jurajskich, dewońskich, utworów karbonu produktywnego oraz permskich skał wulkanicznych (porfirów, melafirów). Na stokach zalegają pokrywy lessowe. Zwierciadło wód podziemnych obniża się tu schodowo ku południowi, w kierunku doliny Wisły. W obrębie Garbu Tenczyńskiego znajdują się kamieniołomy wapienia i melafiru. Istnieją tu kilka rezerwatów przyrody, m. in. „Dolina Eljaszówki”, „Dolina Mnikowska”,

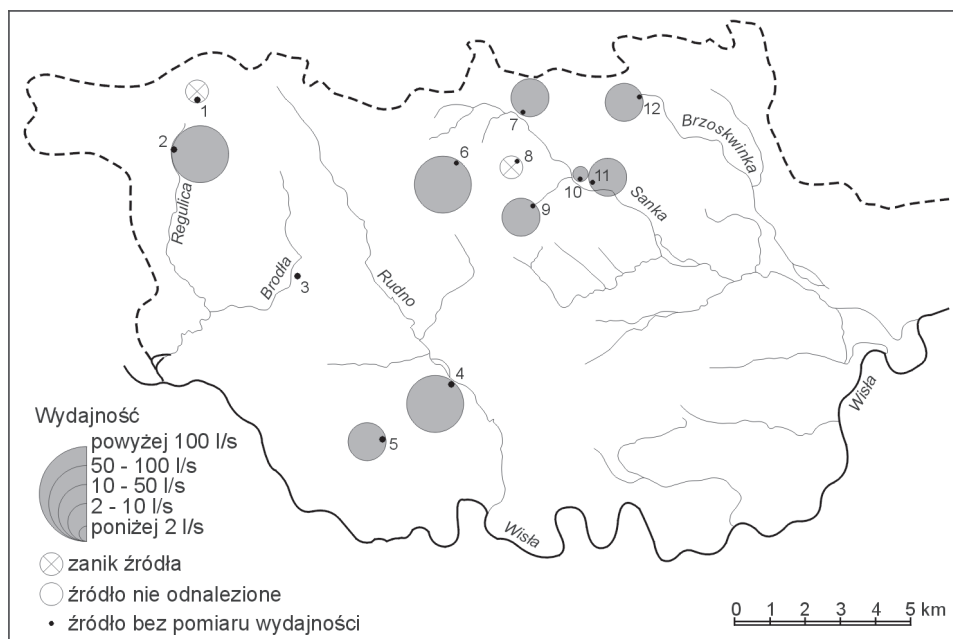
„Skała Kmity”, „Lipowiec”. Tektoniczne Obniżenie Cholerzyńskie stanowi równinę rozciągającą się na południe od Garbu Tenczyńskiego. Obniżenie wypełnione jest łałami mioceniłskimi, na których zalegają utwory czwartorzędu, w tym lessy.

Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, ark. Kraków, 1985) badany obszar znajduje się w obrębie dwóch regionów: XVI – górnosłałskiego w części zachodniej – z głównym poziomem użytkowym szczelinowo-krasowym w wapieniach i dolomitach triasu środkowego (podregion łaziski, XVI3a – rejon Dębniłka-Tenczynka) oraz XVII – wieluniłsko-krakowskiego (podregion XVII 2a) w części wschodniej, z równorzędnymi poziomami użytkowymi w utworach czwartorzędu i jury górnej.

Badane źródła zasilane są wodami z wapieni skalistych, płytowych oraz margli rauraku, a także z wapieni płytowych i margli oksfordu (jura-malm). Jedno źródło zasilane jest z wapieni i dolomitów triasowych.

Obszar, w którym położone są badane źródła, jest użytkowany rolniczo. Niewielkie płyty lasu występują w części zachodniej, w obrębie Rudniańskiego Parku Krajobrazowego oraz na południowym wschodzie, w obrębie Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. W zachodniej części badanego obszaru leży Alwernia, gdzie znajduje się fabryka półproduktów dla przemysłu chemicznego i farmaceutycznego. Na stosunki wodne tego obszaru ma wpływ eksploatacja węgla kamiennego (kopalnia w Trzebini) oraz bogactw mineralnych (kamieniołomy). Przyczynają się one do odwodnień powodujących obniżenie zwierciadła wód podziemnych, co objawia się zanikiem źródeł lub zmniejszeniem ich wydajności. Ponadto znacznym przeobrażeniem ulega chemizm wód. Z badań A. Róźkowskiego (1990) wynika, iż w latach 1964-1989 w wodach podziemnych Monokliny Słałsko-Krakowskiej zaznaczyło się umiarkowane tempo wzrostu stężenia makroskładników. Czynnikiem wpływającym w dużym stopniu na zmianę chemizmu jest osadnictwo. Przykładem degradacji jakościowej wód poziomu szczelinowo-krasowego, o niejednorodnej strukturze hydraulicznej, są źródła drenujące wody lokalnego systemu krążenia w zlewni Sanki, w dolinie Zimne Doły (Róźkowski, 1999). Leżą one w pobliżu źródła nr 9 badanego przez I. Dynowską, a drenującego wody głębokiego systemu krążenia. Z badań J. Róźkowskiego (1999) wynika, iż wody źródeł – w przeciwieństwie do wód głębokich (źródło nr 9) – charakteryzują się podwyższonymi stężeniami związków biogennych i alkaliów, co wynika z kontaktu hydraulicznego pomiędzy lejami krasowymi, odbierającymi zanieczyszczenia z pól uprawnych, a strefą drenażu.

Badania I. Dynowskiej w czerwcu 1974 r. objęły 12 źródeł, spośród których zdecydowana większość, bo aż dziewięć, zasilanych było przez wody podziemne występujące w wapieniach skalistych i płytowych oraz marglach jurajskich. Jedynie dwa źródła zasilane były przez wapień skaliste rauraku oraz jedno źródło przez wapień i dolomity triasowe. Badane źródła były w większości ujęte w cembrowiny. Dał się już wtedy zauważyć spadek wydajności dwóch źródeł: źródła w Alwerni (nr 2) – z powodu drenażu przez kopalnię w Trzebini oraz źródła w Skałach (nr 9) – z powodu działalności kamieniołomu.



Ryc. 14. Wydajność źródeł przyrzecza Wisły w marcu 1999 r.

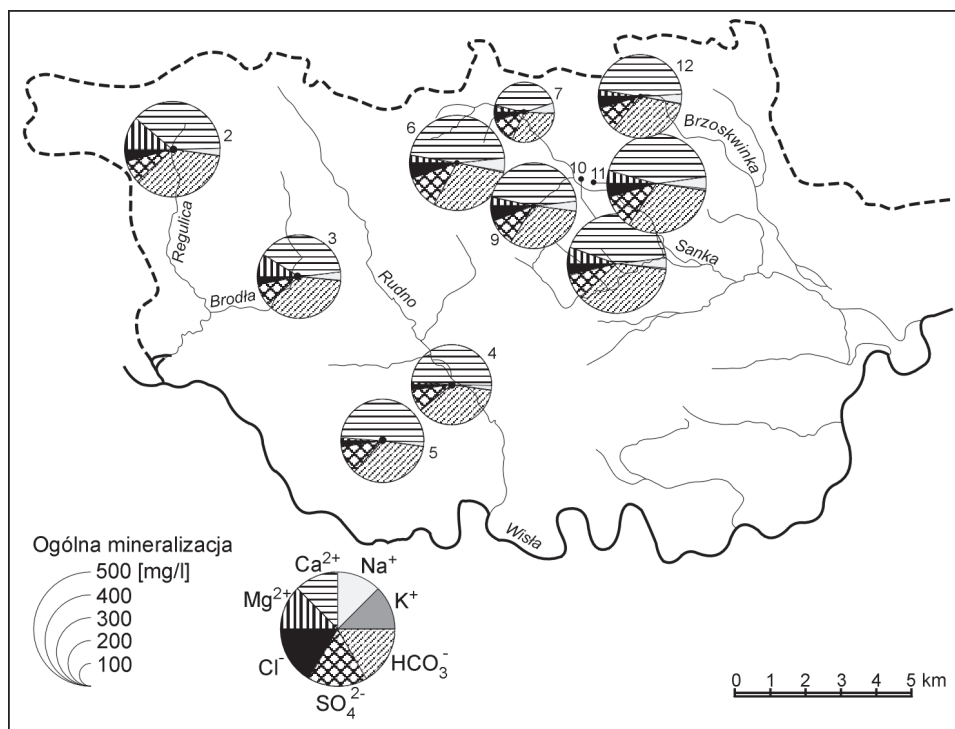
Fig. 14. Discharge of the springs in the drainage area of the riverine of the Vistula R. in March 1999

Stan źródeł w marcu 1999 r.

Badania źródeł przeprowadzono w dniach 29 i 30 marca 1999 r. (tab. II).

Wydajność (ryc. 14). Badania źródeł w przyrzeczu Wisły wykazały zanik dwóch źródeł (nr 1 i 8), przy czym na miejscu źródła nr 1 istnieje obecnie tylko podmokłość i brak jest punktowego wypływu wody. Źródło nr 8 miało w czerwcu 1974 r. wydajność 3,5 l/s i jako jedno z niewielu na tym obszarze, posiadało naturalny charakter. W marcu 1999 r. znaleziono w pobliżu nieistniejącego źródła kilka źródeł o wydajności od 0,5 do 1,0 l/s i stwierdzono zmiany ich położenia, tzw. „wędrowanie”. Okolice tych źródeł znajdują się w strefie oddziaływania kamieniołomu. Zaszły też zmiany w użytkowaniu źródeł: dwa z nich (nr 4, 5) przestały być wykorzystywane z powodu założenia wodociągów.

W świetle badań przeprowadzonych w 1999 r., wzmiankowana przez I. Dynowską tendencja do spadku wydajności źródeł nie znajduje potwierdzenia, bowiem w sześciu źródłach (nr 2, 4, 5, 6, 10, 11) stwierdzono wzrost wydajności – w niektórych bardzo znaczny: z 10 do 26 l/s – w źródle nr 2, z 0,2 do 15,5 l/s – w źródle nr 4, z 2,5 do 10,7 l/s – w źródle nr 6. Znaczny spadek wydajności – z 6 do 2,8 l/s – zanotowano tylko w źródle nr 9 badanym także przez J. Różkowskiego (1999), który w maju 1996 r. stwierdził niską wydajność, tj. 2,1 l/s.



Ryc. 15. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (% mval/l) wód źródłanych w przyrzeczu Wisły w marcu 1999 r.

Fig. 15. Total dissolved solids and ion composition (% meq/l) of spring-water in the drainage area of the riverine of the Vistula R. in March 1999

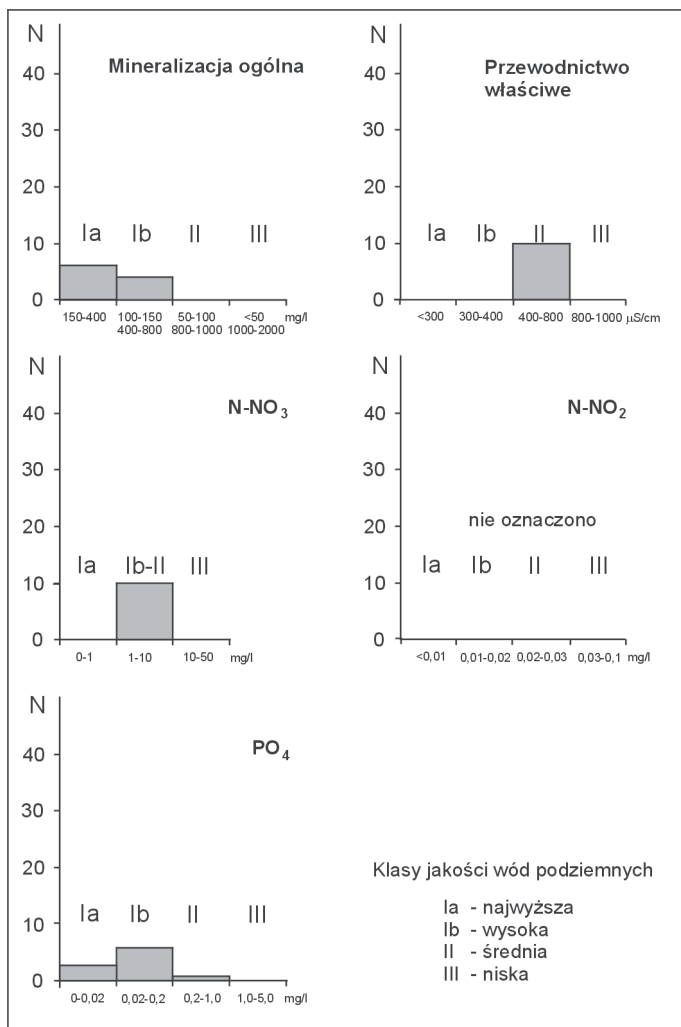
Mineralizacja ogólna wód źródłanych (ryc. 15) była w marcu 1999 r. zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 262,9 do 434,4 mg/l, wobec wartości średniej 378,1 mg/l. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) sześć spośród 10. wód źródłanych mieściło się w klasie wód najwyższej jakości (Ia). Woda pozostałych źródeł należała do klasy wysokiej jakości (Ib) (ryc. 16).

Przewodnictwo właściwe wód wynosiło od 420 do 665 $\mu\text{S}/\text{cm}$, przy średniej wartości 587 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wszystkie wody mieściły się pod tym względem w klasie wód podziemnych średniej jakości (II) (ryc. 16).

Twardość ogólna wynosiła od 10,6 $^{\circ}\text{n}$ do 18,7 $^{\circ}\text{n}$, przy wartości średniej 16,3 $^{\circ}\text{n}$. I. Dynowska zaliczyła badane przez siebie wody do dość twardych (od 12 $^{\circ}\text{n}$ do 20 $^{\circ}\text{n}$).

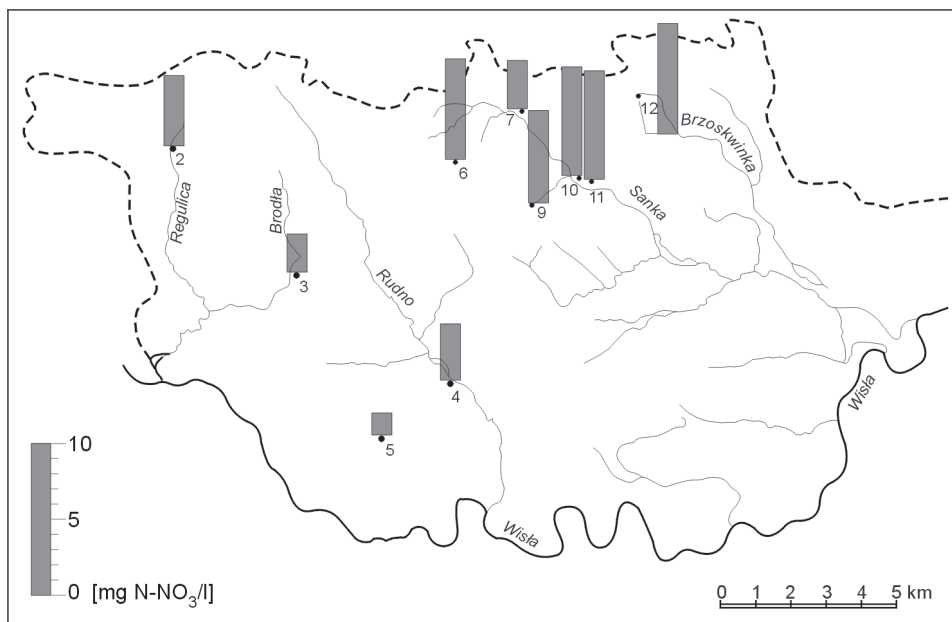
Twardość węglanowa wód źródłanych mieściła się w zakresie od 7,01 $^{\circ}\text{n}$ do 13,72 $^{\circ}\text{n}$ przy wartości średniej 11,13 $^{\circ}\text{n}$.

Klasyfikacja hydrochemiczna. Spośród dziesięciu zbadanych źródeł przyrzecza Wisły, wody połowy z nich należą – wg klasyfikacji Szczukariewa-Prikońskiego – do



Ryc. 16. Liczba źródeł w przyrzeczu Wisły, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w marcu 1999 r.

Fig. 16. Number of springs having water in the specified ground water quality classes in the drainage area of the riverine of the Vistula R. in March 1999



Ryc. 17. Koncentracja N-NO₃ w wodach źródeł przyrzecza Wisły w marcu 1999 r.

Fig. 17. N-NO₃ concentration in the spring-water in the drainage area of the riverine of the Vistula R. in March 1999

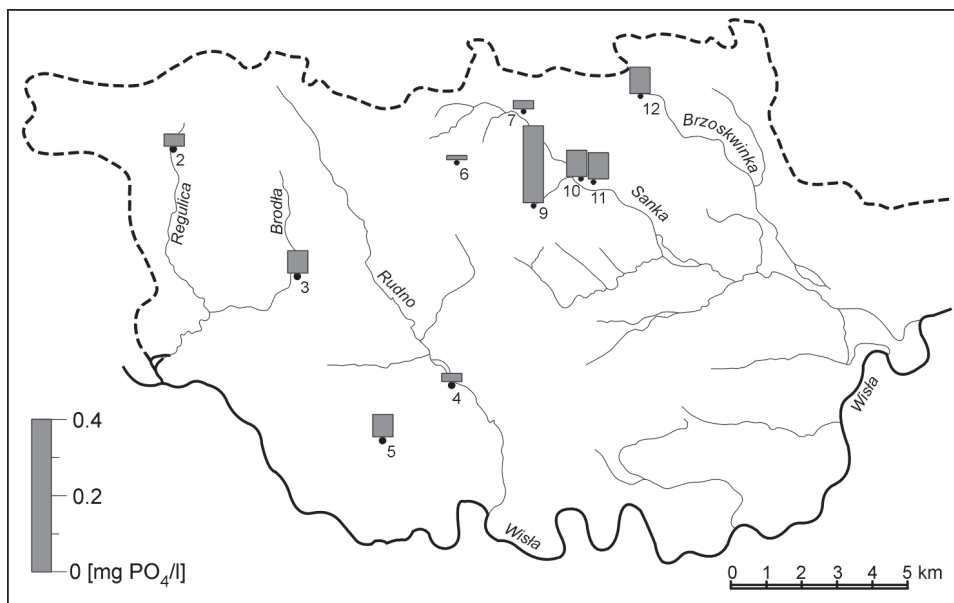
wód dwujonowych: wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 9), a drugiej połowy – do wód trójjonowych: w tym cztery – do siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 27) i jedno – do wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowych (grupa 18).

Azotany (ryc. 17). Koncentracja azotu azotanowego (N-NO₃) wynosiła od 1,49 do 7,23 mg/l, dzięki czemu wody te mieściły się w normie wód pitnych i przeznaczonych na potrzeby gospodarcze (10 mg/l). Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) wody te mieściły się w klasie wysokiej-średniej jakości (Ib-II) (ryc. 16).

Azotyny w przyrzeczu Wisły nie były badane.

Azot amonowy. W żadnym ze źródeł nie stwierdzono azotu amonowego.

Fosforany (ryc. 18). Koncentracja jonu ortofosforanowego we wszystkich źródłach była niska i wynosiła od 0,01 mg/l do 0,20 mg/l, przy wartości średniej 0,06 mg/l. Trzy źródła (nr 6, 4 i 7) mieszczą się w klasie najwyższej jakości (Ia), natomiast wody pozostałych źródeł należą do klasy wysokiej jakości (Ib) z wyjątkiem źródła nr 9, z którego wypływa woda średniej jakości (II) (ryc. 16).



Ryc. 18. Koncentracja PO₄ w wodach źródeł przyrzecza Wisły w marcu 1999 r.

Fig. 18. PO₄ concentration in the spring-water in the drainage area of the riverine of the Vistula R. in March 1999

Ocena ogólna

Stan źródeł na obszarze przyrzecza Wisły w 1999 r. nie uległ pogorszeniu w porównaniu z 1974 r.; źródła są zadbane, lecz użytkowane w znacznie mniejszym stopniu z powodu wprowadzenia do wsi wodociągów. Często stanowią awaryjne źródło zaopatrzenia w wodę. W 1974 r. cztery z dziesięciu badanych źródeł miały naturalny charakter, a dwa z nich warte były ochrony prawnej. Do 1999 r. zostały one obudowane. W większości badanych źródeł zaznaczył się znaczny wzrost wydajności, jednakże dwa źródła uległy zanikowi z powodu kamieniołomu; w okolicznych studniach woda również zanika, a źródła sąsiednie mają charakter „wędrujący”.

Jakość wód źródłanych na badanym obszarze mieści się w klasach najwyższej, wysokiej i średniej jakości.

Daje się zauważyć wyższa sucha pozostałość, średnio o 29%, oraz wyższe przewodnictwo właściwe wód źródłanych, średnio o 27%, w porównaniu z badaniami I. Dynowskiej w 1974 r., co może świadczyć o wzroście mineralizacji wód podziemnych w stosunku do początku lat siedemdziesiątych.

6.3. Źródła w zlewni Rudawy

Część zlewni Rudawy objęta badaniami położona jest w obrębie Wyżyny Olkuskiej i Rowu Krzeszowickiego (Kondracki, 2000).

W północnej części zlewni, w morfologii terenu zaznaczają się wyraźnie południowo-biegające doliny o założeniach tektonicznych, którymi z Wyżyny Olkuskiej do Rowu Krzeszowickiego spływają lewobrzeżne dopływy Rudawy. Ich kontynuację stanowią suche doliny w południowej części zlewni, w obrębie Garbu Tenczyńskiego.

Wyżyna Olkuska, zajmuje 66,8% powierzchni zlewni Rudawy. Zbudowana jest głównie z wapieni górnourajskich pokrytych średnioprzepuszczalnymi lessami i w niewielkim stopniu piaskami o zróżnicowanej miąższości oraz czasie pionowego przesiąkania od 3 do 20 lat (Rózkowski, 1996). Pod skałami jurajskimi występują utwory dolnego karbonu, dewonu i starszego paleozoiku. Podstawową rolę w stosunkach hydrogeologicznych zlewni Rudawy pełni piętro górnourajskie. Rola pozostałych pięter wodonośnych (czwartorzędowego, kredowego, paleozoicznego) jest nieznaczna z powodu słabego rozprzestrzenienia, słabego zawodnienia lub głębokiego występowania skał.

Na badanym obszarze istnieje bogactwo form krasowych w postaci iglic, maczug, bram, pojedynczych skałek oraz jaskiń, toteż znajduje się tu kilka rezerwatów, m.in.: „Wąwóz Bolechowski”, „Dolina Kluczwydy”, „Dolina Szklarki”, „Dolina Raclawki”.

Z badań A. Tłałki (1970) przeprowadzonych w latach 1962-1967 wynika, iż na tym obszarze gęstość źródeł jest duża, a ich wydajność wynosi od setnych części do 100 l/s, z przewagą źródeł o wydajności od 1 do 5 l/s. Wody podziemne w wapieniach, dolomitach i marglach posiadają na ogół swobodne zwierciadło, natomiast w piaskowcach, zlepieńcach, tufach i tufitach – napięte. Pod względem chemicznym przeważają wody wodorowęglanowo-wapniowe, w mniejszej ilości występują wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowe i siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowe.

Wierchowina Wyżyny Olkuskiej stanowi obszar alimentacyjny, bowiem dno Rowu Krzeszowickiego, zajmującego 18,8% powierzchni zlewni Rudawy, wypełnione jest nieprzepuszczalnymi ilami miocenijskimi pokrytymi średnioprzepuszczalnymi lessami i nieprzepuszczalnymi pylastymi aluwiami. Zarówno gęstość jak i wydajność źródeł w obrębie Rowu jest niewielka. Przeważają źródła o wydajności rzędu setnych części litra na sekundę. Wody podziemne mają na ogół zwierciadło napięte; pod względem chemicznym są to wody wodorowęglanowo-wapniowe i wodorowęglanowo-wapniowo-sodowe. Woda ze źródeł wypływających z utworów miocenijskich jest siarczanowo-wapniowa (Tłałka, 1970).

Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, ark. Kraków, 1985) badany obszar znajduje się w obrębie dwóch regionów: XVI – górnośląskiego w części zachodniej – z głównymi poziomami użytkowymi: szczelinowo-krasowym w wapieniach i dolomitach triasu środkowego oraz porowo-szczelinowym w utworach karbonu (podregion łazicki, XVI 3a – rejon Dębniaka-Tenczynka) i XVII – wielunijsko-krakowskiego (XVII 2 – podregion krakowsko-częstochowski) z równorzędnymi poziomami wodonośnymi w utworach triasu środkowego i jury górnej. Kontaktujące się hydraulicznie systemy serii węglanowej triasu i górnej jury należą

do najbogatszych w Polsce rezerwuarów wód podziemnych, o wydajności typowych otworów studziennych przekraczających 100 m³/h .

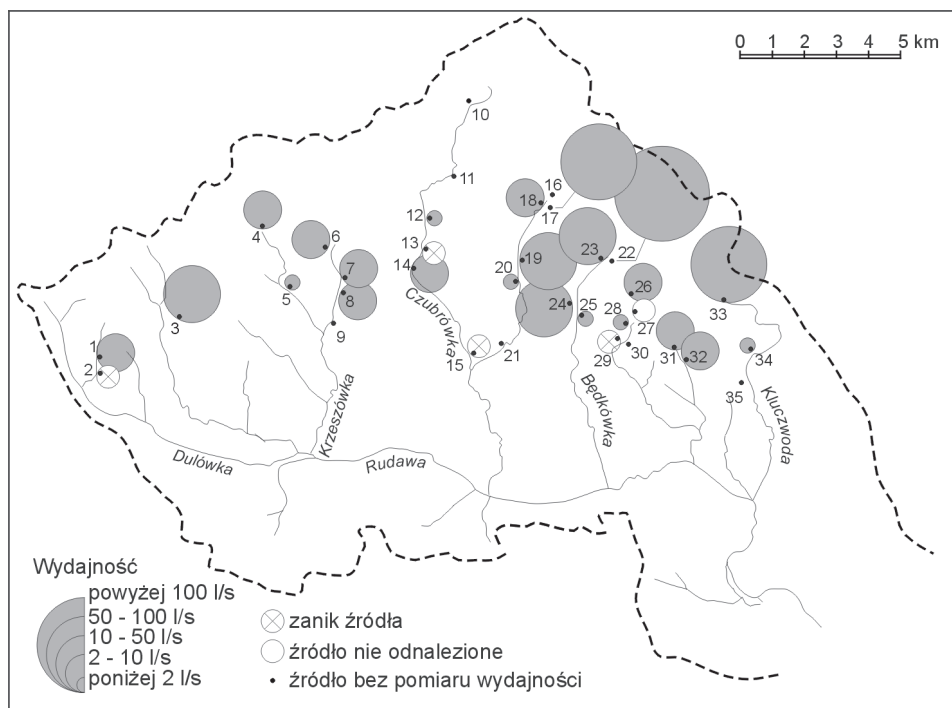
Zlewnia Rudawy stanowi obszar rolniczo-leśny, gdzie użytki rolne (około 79% powierzchni) zajmują płaskie wierzchowiny, zaś zbocza dolin porośnięte są lasami (około 15% powierzchni) (Czepe, 1972). Lokalnie stosuje się intensywne nawożenie chemiczne. Na obszarze badań stosuje się wapnowanie gleb nie przekraczające 0,2 t CaO/ha; może ono jednak być źródłem fosforu, siarki i metali ciężkich w glebie. Dość powszechnie stosuje się środki ochrony roślin do ochrony zbóż, ziemniaków, buraków pastewnych i warzyw (Rózkowski, 1996). Na obszarze zlewni znajdują się ośrodki przemysłu mineralnego, budowlanego, drzewnego, chemicznego i spożywczego oraz kamieniołomy wapieni, diabazów, melafirów, porfirów, piaskowców.

Północna część zlewni stanowi obszar o dogodnych warunkach do przenikania zanieczyszczeń z powierzchni (Rózkowski, 1996). Zlewnia znajduje się w zasięgu przemysłowych zanieczyszczeń powietrza docierających ze Śląska i Krakowa. Opady charakteryzują się podwyższonym przewodnictwem i znaczną koncentracją zanieczyszczeń oraz kwasowością – od znacznie obniżonej do lekko podwyższonej. Gleby tego obszaru odznaczają się zakwaszeniem i skażeniem metalami ciężkimi (Helios-Rybicka i in., 1991). Do punktowych źródeł zanieczyszczeń należą fermy hodowlane (północna część obszaru), składowiska odpadów komunalnych a także dzikie wysypiska śmieci (zlewnie Szklarki i Bolechówki) (Rózkowski, 1996).

Badania I. Dynowskiej w 1973 i 1974 r. objęły 35 źródeł, spośród których zdecydowana większość, bo aż 74%, zasilane było przez wody podziemne występujące w wapieniach skalistych i płytowych oraz marglach jurajskich. Znacznie mniej, bo 14% źródeł wypływało z wapieni, margli i dolomitów triasowych i bardzo nieliczne (5,7%) zasilane były przez wody w skałach paleozoicznych (piaskowce arkozowe, wapienie). Wszystkie spośród badanych źródeł znajdowały się w obrębie Wyżyny Olkuskiej. Niektóre z tych źródeł były wcześniej szczegółowo badane w latach 1969, 1970 i 1973 pod względem wpływu budowy geologicznej na chemizm wody (Dynowski, Zbadyńska, 1974).

Zmiany chemizmu i wydajności siedmiu spośród źródeł opisanych przez I. Dynowską badane były w latach 1998-99 przez M. Michońską (1999). Stwierdziła ona obniżenie mineralizacji wód źródłanych podczas zimy (zwłaszcza jony K⁺, Na²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻) oraz wyraźny wzrost mineralizacji po wiosennych roztopach.

W latach 1988-1992 badania źródeł północnej części zlewni Rudawy (w odniesieniu do wpływu antropopresji na chemizm wód) prowadził J. Rózkowski (1996). Stwierdził on, iż gospodarka rolna wywiera dominujący wpływ na przeobrażenia chemizmu wód. W rejonach o użytkowaniu rolniczym, stężenie K⁺ w wodach podziemnych jest sześć-krotnie wyższe, Cl⁻, SO₄²⁺ i Na⁺ – dwukrotnie wyższe, a NO³⁻ – 1,5 razy wyższe niż w rejonie lasów. W przypadku jonów Ca²⁺ i HCO₃⁻, na obszarach rolniczych stężenie było 1,2-krotnie wyższe niż na obszarze leśnym. Na regionalny charakter występowania Ca²⁺, HCO₃⁻ i NO₃⁻ mają wpływ zarówno budowa geologiczna, jak i rolnictwo. W rejonach rolnictwa ekstensywnego, stężenia makroskładników (zwłaszcza Cl⁻, SO₄²⁻) oraz przewodnictwo elektryczne są wyższe na obszarze łąk i pastwisk niż na obszarach leśnych. Podwyższoną mineralizacją odznaczają się także źródła położone na obszarach



Ryc. 19. Wydajność źródeł w zlewni Rudawy w czerwcu 1999 r.

Fig. 19. Discharge of the springs in the Rudawa drainage basin in June 1999

zabudowy wiejskiej (Kobyłany, Bolechowice).

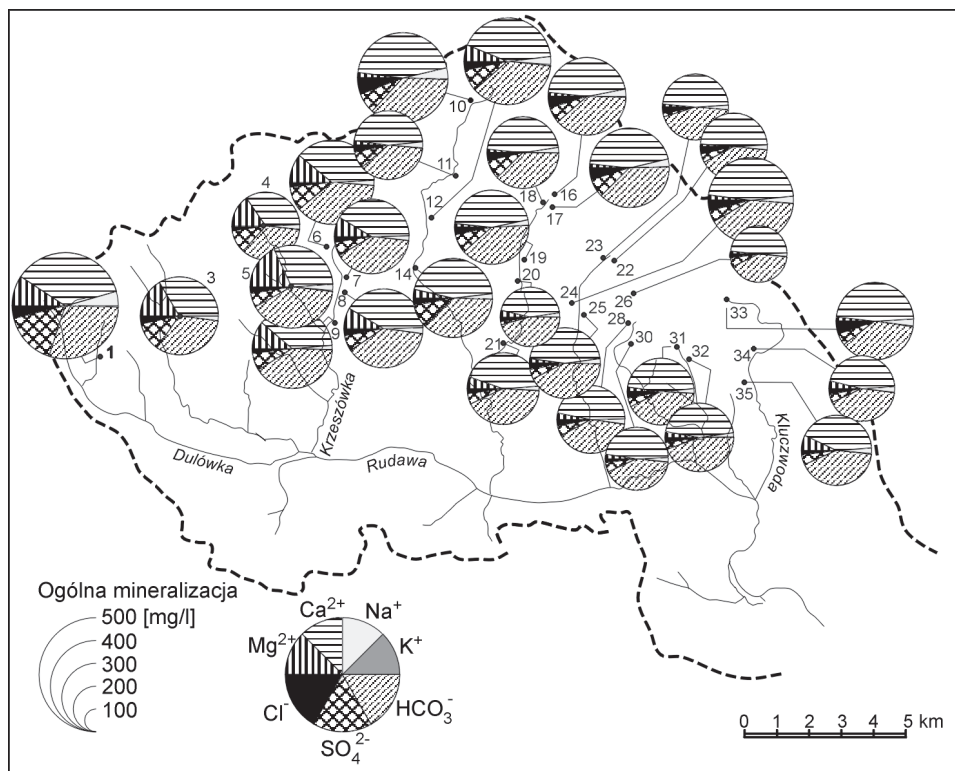
Stan źródeł we wrześniu 1999 r.

Badania źródeł w zlewni Rudawy, przeprowadzono w dniach od 11 do 21 czerwca 1999 r (tab. III).

Wydajność (ryc. 19). Badania wykazały całkowity zanik wypływu wody w czterech źródłach. Dwa źródła wypływały z wapieni jurajskich (nr 27, 29), jedno na kontakcie wapieni jurajskich z wapieniami paleozoicznymi (nr 15) oraz jedno – położone w zachodniej części zlewni – z paleozoicznych piaskowców arkozowych (nr 2). Miało ono największą wydajność (4 l/s) spośród źródeł, które zanikły. W roku 1969/70 jego średnia wydajność wynosiła 2,1 l/s, przy czym sezonowe wahania wydajności wynosiły 1,5 l/s (Dynowski, Zbadyńska, 1974). Wydajność pozostałych źródeł, które zanikły, wynosiła od 1,5 do 1,7 l/s. Zanik źródła w Karniowicach (nr 2) wiąże się z działalnością kopalni Trzebinia-Siersza. Szkoda, że źródło to już nie funkcjonuje. Reprezentowało ono, nieliczny na tym terenie, pulsujący typ wypływu o interesujących walorach krajobrazowych, zasilanego z utworów paleozoicznych. Zdaniem I. Dynowskiej, było ono

warte ochrony prawnej, podobnie, jak źródło w Kobylanach (nr 29). Było ono położone przy uczęszczanym szlaku turystycznym i stanowiło ciekawy obiekt przyrodniczy, ze względu na dobrze wykształconą niszę źródłową. Lokalizacja jednego źródła (nr 13) uległa zmianie z powodu budowy nowej drogi.

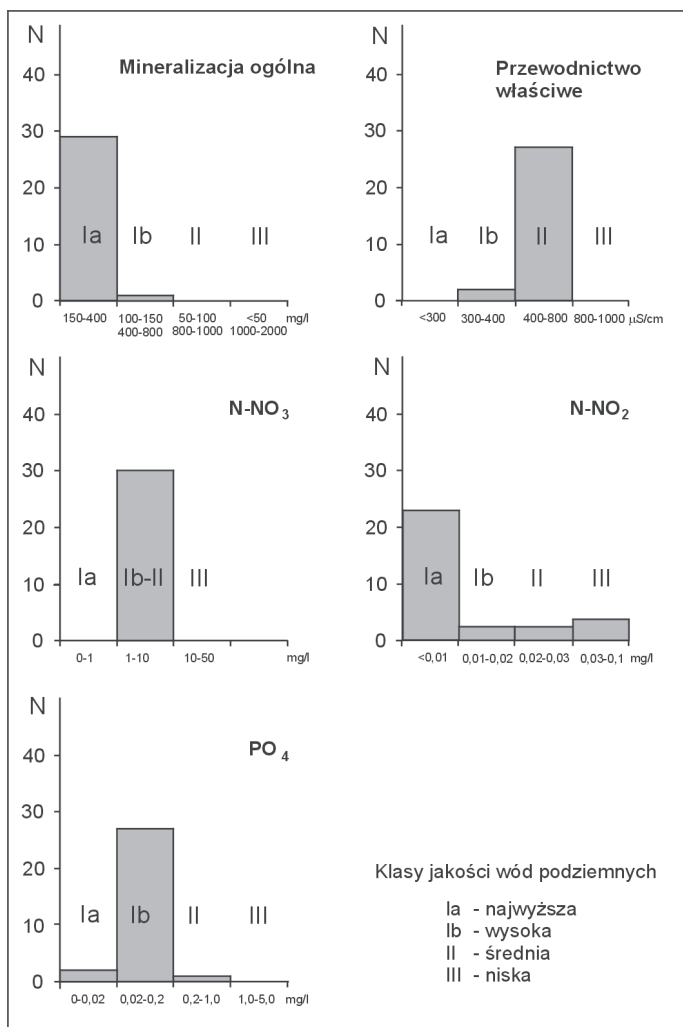
Na podstawie porównania wydajności 22 źródeł można stwierdzić, iż w okresie od 1973 i 1974 r. do 1999 r., zmieniła się ona z wyjątkiem dwóch źródeł (nr 3 – 10 l/s, nr 12 – 1 l/s), w których nie stwierdzono zmiany wydajności. W sześciu źródłach (nr 1, 5, 20, 25, 28, 34) wydajność uległa zmniejszeniu. W najwydajniejszym z nich (nr 1) wydajność spadła z 12 do 3 l/s. Średnia wydajność tego źródła w roku 1969/70 wynosiła 7,1 l/s, przy czym sezonowe wahania wydajności wynosiły 5,7 l/s (Dynowski, Zbadyńska 1974). Źródło to znajduje się prawdopodobnie pod wpływem działalności kopalni w Trzebinii. Wydajności pozostałych źródeł nie przekraczały 3 l/s, zaś ostatnio – 1,5 l/s. W większości źródeł stwierdzono wzrost wydajności; w niektórych przypadkach bardzo znaczny. Na przykład



Ryc. 20. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (% mval/l) wód źródłanych w zlewni Rudawy w czerwcu 1999 r.

Fig. 20. Total dissolved solids and ion composition (% meq/l) of spring-water in the Rudawa drainage basin in June 1999.

wydajność źródła nr 26 wzrosła prawie siedmiokrotnie (z 1 do 6,9 l/s), źródła nr 19 prawie pięciokrotnie (z 9 do 42 l/s), źródeł nr 24 i 33 prawie czterokrotnie (odpowiednio z 6 do 21,2 l/s, z 15 do 57 l/s), źródeł nr 16 i 22 – trzykrotnie (odpowiednio z 5 do 13,4 l/s, z 50 do 153 l/s), zaś źródeł nr 4, 6, 18, 31, 32 – dwukrotnie. Wzrosła także (z 60 do 70 l/s) wydajność źródła nr 17, badanego zarówno przez I. Dynowską, jak i H. Czarnecką (1975) w latach 1964-1968. Z badań H. Czarneckiej wynika, że średnia wydajność



Ryc. 21. Liczba źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w zlewni Rudawy w czerwcu 1999 r.

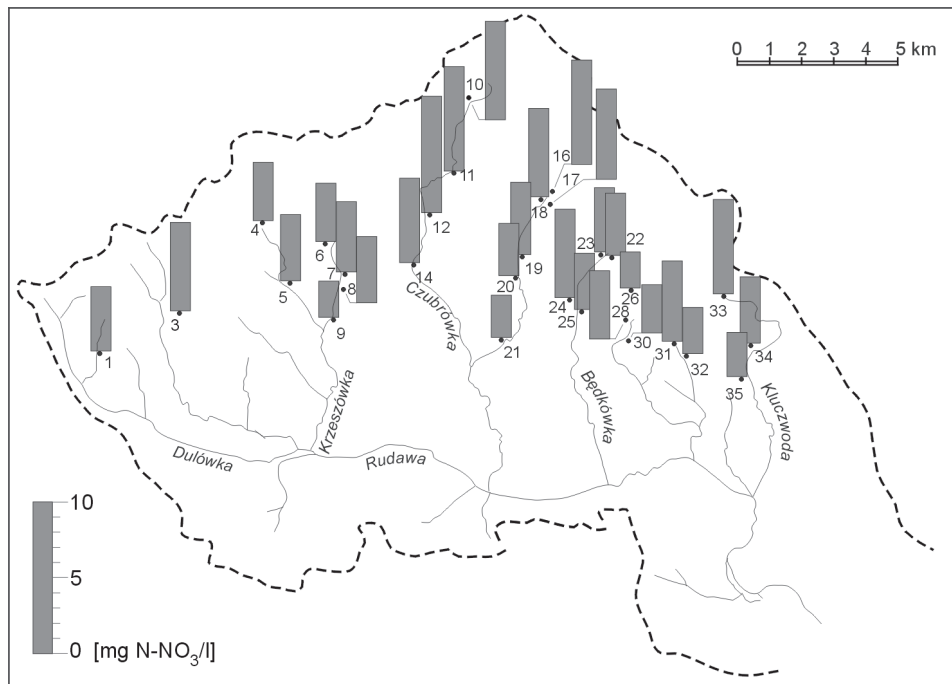
Fig. 21. Number of springs having water in the specified ground water quality classes in the Rudawa drainage basin in June 1999

tego źródła („Pióro”) w latach 1964-1968 wahała się od 42 do 75,5 l/s. Według badań I. Dynowskiej w 1974 r. wynosiła ona 60 l/s. Wartość ta mieści się więc w zakresie zmian wydajności stwierdzonych przez H. Czarnecką.

Mineralizacja ogólna wód źródłanych (ryc. 20) była w czerwcu 1999 r. zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 247 do 464 mg/l, wobec wartości średniej wynoszącej 326 mg/l. Wszystkie wody spełniały pod tym względem kryterium wody pitnej, a wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) tylko jedna nie mieściła się w klasie wód najwyższej jakości (nr 1), gdzie średnia mineralizacja w roku 1999 wynosiła 464 mg/l, i była wyższa o 175 mg/l od stwierdzonej w 1969/70 (Dynowski, Zbadyńska 1974). (ryc. 21). W porównaniu z wynikami pomiarów I. Dynowskiej (1973), mineralizacja ogólna wód wszystkich badanych źródeł była w 1973 r. wyższa; średnio aż o 38%.

Przewodnictwo właściwe wód mieściło się w zakresie od 316 do 676 $\mu\text{S}/\text{cm}$, przy średniej wartości 493 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Prawie wszystkie wody mieściły się pod tym względem w klasie wód podziemnych średniej jakości (II). Tylko dwa źródła miały wodę wysokiej jakości (Ib) (ryc. 21). W porównaniu z wynikami pomiarów I. Dynowskiej (1973), przewodnictwo właściwe było wyższe; średnio o 20% (tab. III).

Twardość ogólna wód źródłanych wynosiła od 11,65 $^{\circ}\text{n}$ do 18,65 $^{\circ}\text{n}$ przy średniej równej 15,03 $^{\circ}\text{n}$. Zakres twardości stwierdzony w badaniach I. Dynowskiej (1983) był mniejszy (od 11 do 16 $^{\circ}\text{n}$).



Ryc. 22. Koncentracja N-NO₃ w wodach źródeł zlewni Rudawy w czerwcu 1999 r.

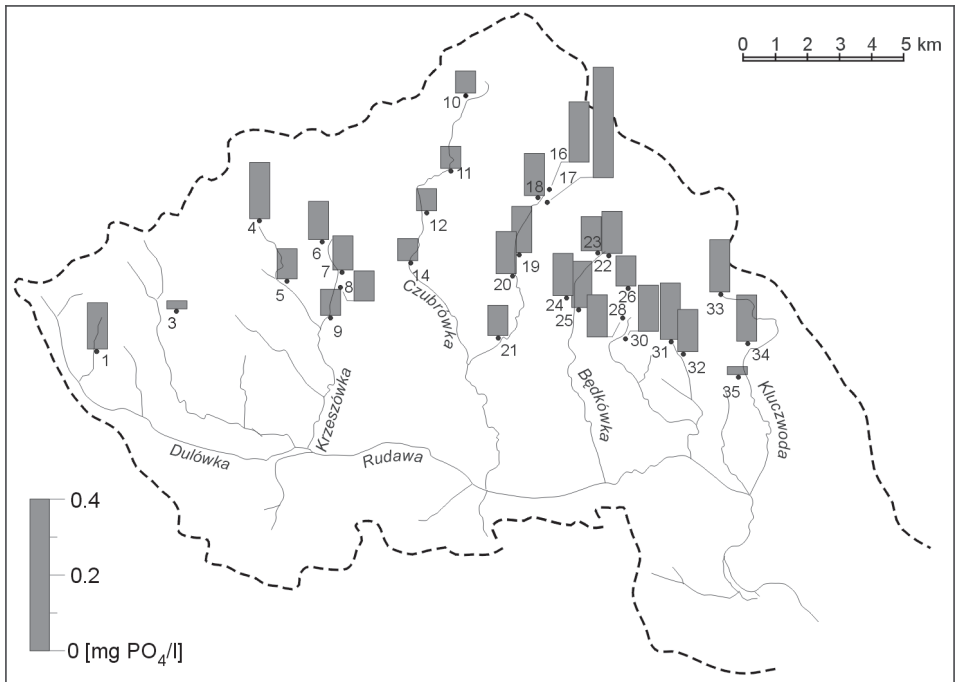
Fig. 22. N-NO₃ concentration in the spring-water of the Rudawa drainage basin in June 1999

Twierdzenie węglanowa wód źródłanych wynosiła od 8,06°n do 13,44°n przy średniej równiej 11,05°n.

Klasyfikacja hydrochemiczna. Spośród 30 (z 35 badanych) funkcjonujących obecnie źródeł w zlewni Rudawy, wody 24 należą – wg klasyfikacji Szczukariewa-Prickłowski – do wód dwujonowych: wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 9), woda jednego źródła – do siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 27) i woda dwóch źródeł – do grupy wód czterojonowych (grupa 39).

Azotany (ryc. 22). Koncentracja azotu azotanowego ($N-NO_3$) wynosiła od 2,37 do 6,85 mg/l. Norma dla wód pitnych i przeznaczonych na potrzeby gospodarcze (10 mg/l) nie została przekroczona w żadnym źródle. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) wszystkie wody mieściły się w klasie wysokiej-średniej jakości (Ib-II) (ryc. 21). Podwyższoną koncentracją azotu azotanowego odznacza się większość źródeł w środkowej części badanego obszaru, zwłaszcza w zlewni Czubrówki i Szklarki. Jest to obszar rolniczy i jednocześnie o gęstej sieci osadniczej. Możliwe, że na podwyższenie koncentracji azotu azotanowego wpływają zanieczyszczenia obszarowe związane z rolnictwem, a także zanieczyszczenia docierające z szamb.

Azotyny. W 13 z badanych źródeł nie stwierdzono azotu azotynowego ($N-NO_2$), co w *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) lokuje wody w klasie najwyższej



Ryc. 23. Koncentracja PO_4 w wodach źródeł zlewni Rudawy w czerwcu 1999 r.

Fig. 23. PO_4 concentration in the spring-water of the Rudawa drainage basin in June 1999

jakości (Ia). W siedmiu źródłach stwierdzono ślad azotu azotynowego, natomiast jego koncentracja w pozostałych źródłach wynosiła od 0,001 do 0,054 mg/l. W trzech źródłach odznaczała się wartością kwalifikującą wodę do klasy niskiej jakości (III) (ryc. 21).

Azot amonowy. Azot amonowy stwierdzono tylko w jednym źródle (nr 10) w ilości 0,038 mg/l, lokującej wodę w klasie wysokiej jakości (Ib).

Fosforany (ryc. 23). W większości źródeł (27) koncentracja jonu ortofosforanowego wynosiła od 0,02 do 0,2 mg/l, co lokuje wodę w klasie wysokiej jakości (Ib). Woda tylko dwóch źródeł (nr 3, 35) należała do klasy najwyższej jakości (Ia). Podwyższoną koncentrację (0,29 mg/l) jonu ortofosforanowego stwierdzono w źródle nr 17, przez co woda należy do klasy średniej jakości (II). We wschodniej części badanego obszaru zaznacza się podwyższona koncentracja fosforanów. Możliwe, że jest to związane z zanieczyszczeniami obszarowymi powodowanymi przez rolnictwo, bowiem w tej części zlewni Rudawy (wsie Jerzmanowice, Bębło, Wierzchowie, Będkowice, Wielka Wieś) przeważają użytki rolne. W zachodniej części zlewni Rudawy, gdzie obszary leśne zajmują znaczne tereny, tylko jedno źródło (nr 4) posiadało podwyższoną koncentrację fosforanów. Jest to źródło uskokowe; obszar zasilania tego źródła jest znaczny i może obejmować również obszary rolnicze.

Ocena ogólna

Źródła w zlewni Rudawy położone są w obszarze o atrakcyjnym krajobrazie. I. Dynowska uznała aż 11 źródeł za warte ochrony. Pod względem sanitarnym stan większości z nich jest zadowalający. Zachowały one swój naturalny charakter, z wyjątkiem nielicznych, których otoczenie uległo dewastacji (nr 16 i 18). Niektóre źródła ujęto (nr 9 i 35), lecz ich otoczenie jest zadbane.

Stwierdzono zanik czterech źródeł, co stanowi 11% źródeł badanych przez I. Dynowską. W jednym przypadku zanik jest ewidentnym wynikiem działalności kopalni Trzebinia-Siersza. Znacznym zmianom uległa wydajność źródeł. W 14 źródłach (na 22, w których możliwe było dokonanie porównania) wydajność w 1999 r. była nawet kilka-krotnie wyższa. W sześciu źródłach wydajność była niższa.

Chemizm wód lokuje źródła w klasach: najwyższej, wysokiej i średniej jakości. Na uwagę zasługuje źródło Czubrówki (nr 10), w którym stwierdzono znaczną koncentrację fosforanów oraz azotu azotanowego oraz azotu azotynowego. Odwadnia ono obszar typowo rolniczy. Wyraźnie podwyższona zawartość azotu azotanowego występuje w środkowej części badanego obszaru, odznaczającego się dominacją użytków rolnych oraz gęstą siecią osadniczą, natomiast fosforanów – lokalnie w części wschodniej. Możliwe, że związki te pochodzą z rolnictwa oraz ze ścieków z gospodarstw domowych.

Stwierdzono wyższą suchą pozostałość, średnio o 38%, oraz wyższe przewodnictwo właściwe wód źródłanych, średnio o 20%, w porównaniu z badaniami I. Dynowskiej w 1973 i 1974 r., co może świadczyć o wzroście mineralizacji wód podziemnych w stosunku do początku lat siedemdziesiątych.

6.4. Źródła w zlewni Prądnika

Charakterystyka geograficzna zlewni i stan dotychczasowego rozpoznania źródeł

Badaniami objęto źródła znajdujące się w górnych partiach zlewni Prądnika, położonych w obrębie południowo-wschodniej części makroregionu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej – na Wyżynie Olkuskiej (Kondracki, 2000). Podłoże geologiczne w obrębie zlewni stanowią osady jurajskie wykształcone w postaci wapieni i margli. Na powierzchni dominują górnourajskie (malm) wapienie skaliste. Charakteryzują się one dużą zwięzłością i brakiem uławicenia. Pionowa sieć spękań pochodzenia ciosowego sprzyja migracji pionowej wód. Wapienie skaliste łatwo ulegają krasowieniu. Wapienie płytowe posiadają wyraźne ławice o grubości od 0,5 do 3 m. Sieć spękań pionowych, jak i poziomych szczelin i fug międzyławicowych, umożliwiła łatwą migrację wód (Alexandrowicz, Wilk, 1962). Zachodzące procesy krasowe doprowadziły do wytworzenia charakterystycznych form (jaskinie, leje, wąwozy, ostańce). Wierzchowina zlewni sięgająca do ponad 500 m n.p.m. (Skałka Jerzmanowicka 512 m n.p.m.) jest falista, z pojedynczymi skałkami ostańcowym. Występują na niej pokrywy lessowe. Dolina Prądnika ma charakter jaru o przebiegu NW-SE. W górnym biegu, w obrębie wsi Sułoszowa, koryto potoku zostało uregulowane i zatraciło swój naturalny charakter. Głównym dopływem Prądnika jest – uchodząca do niego w Ojcowie – Sąspówka.

Część zlewni podlega ochronie prawnej w ramach utworzonego w 1956 r. Ojcowskiego Parku Narodowego (16 km²). Na terenie OPN znajduje się 14 źródeł.

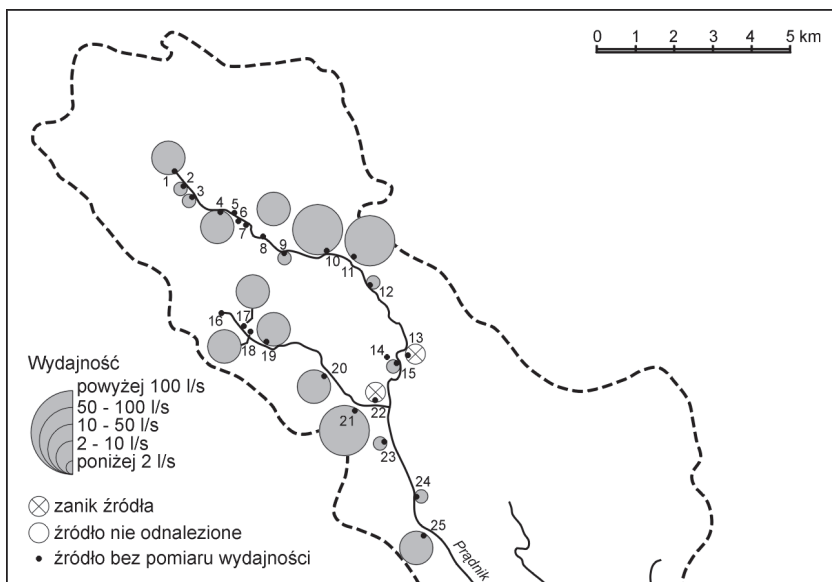
Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000, ark. Kraków*, 1985) badany obszar znajduje się w obrębie regionu XVII – wielońsko-krakowskiego (XVII 2 – podregion krakowsko-częstochowski) z poziomem wodonośnym w utworach jury górnej, odznaczającym się wydajnością otworów studziennych od kilku do 30 m³/h.

I. Dynowska (1983) objęła badaniami 25 źródeł. Warstwą wodonośną wszystkich źródeł są wapienie płytowe i skaliste górnej jury (oksford). Badania w zlewni Prądnika prowadzili także m.in. S.W. Alexandrowicz, Z. Wilk (1962), Kleczkowski (1971), J. Dynowski i E. Zbadyńska (1974) oraz J. Rózkowski (1991, 1996, 1999).

S. Alexandrowicz i Z. Wilk (1962) zwrócili uwagę na podwyższoną zawartość związków azotu w wodach źródłanych, świadcząca o migracji zanieczyszczeń z powierzchni do zbiornika wód podziemnych. Wody źródlane ze zbiornika jurajskiego zakwalifikowali do typu dwujonowego: wodorowęglanowo-wapniowego.

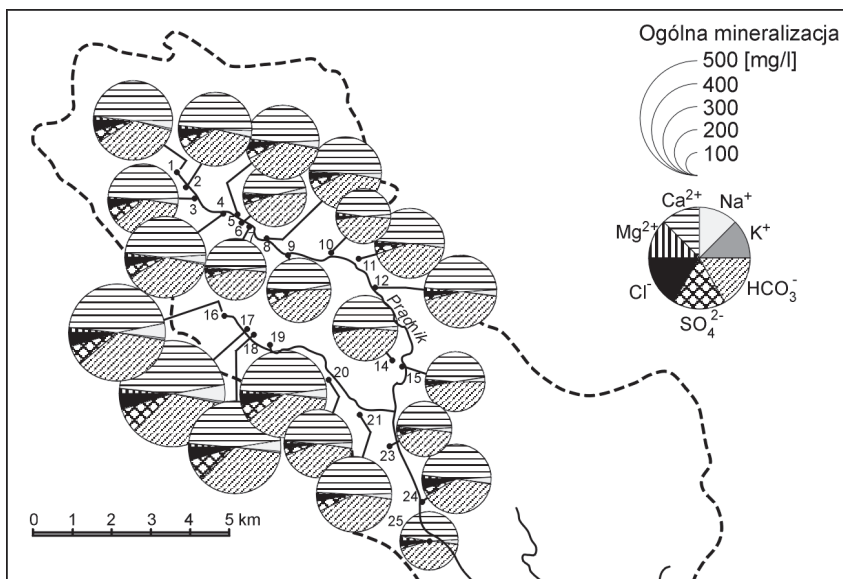
Stan źródeł w kwietniu i maju 1999 r.

Badania źródeł w zlewni Prądnika przeprowadzono w dniach 12-13 kwietnia oraz 1 i 11 maja 1999 r. (tab. IV).



Ryc. 24. Wydajność źródeł w zlewni Prądnika w kwietniu i maju 1999 r.

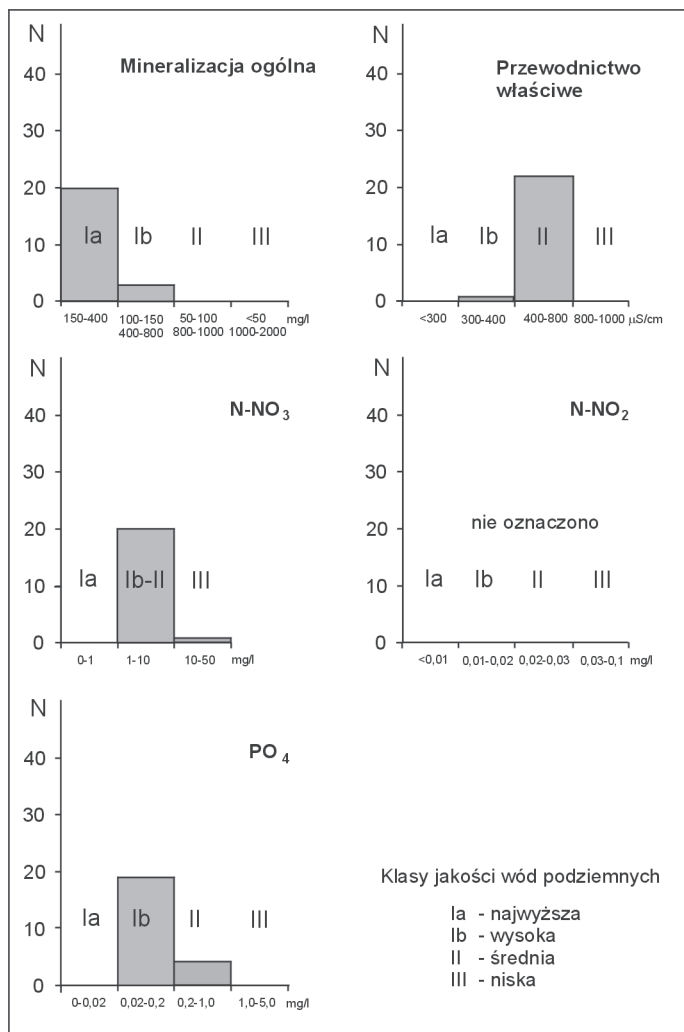
Fig. 24. Discharge of the springs in the Prądnik drainage basin in April and May 1999



Ryc. 25. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (% mval/l) wód źródłanych w zlewni Prądnika w kwietniu i maju 1999 r.

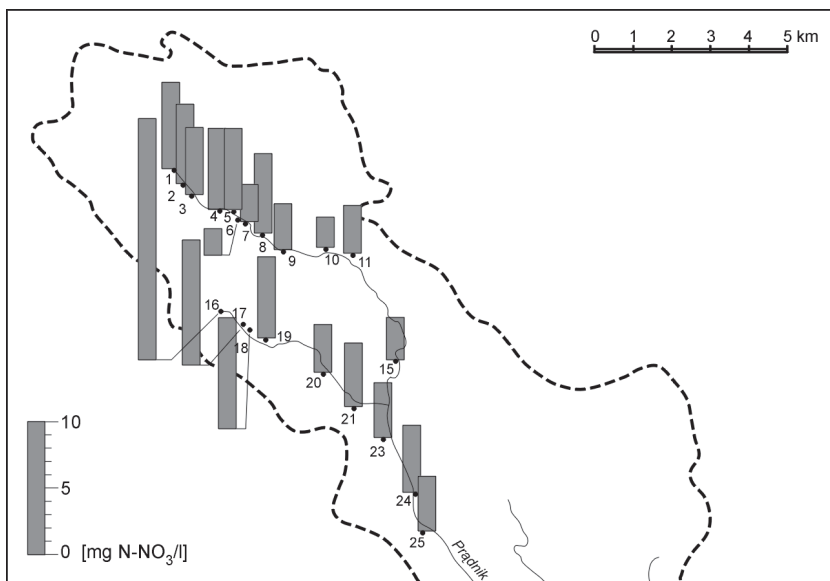
Fig. 25. Total dissolved solids and ion composition (% meq/l) of spring-water in the Prądnik drainage basin in April and May 1999

Wydajność (ryc. 24). Pomiary wydajności wykonano w 18 źródłach. Stwierdzono całkowity zanik dwóch źródeł (nr 13 i 22). Regulacja koryta Prądnika, którą przeprowadzono w 2000 r. w Sułoszowej, spowodowała całkowite zniszczenie kolejnego źródła (nr 2). Przykorytowe źródło w Pieskowej Skale (nr 6), które jeszcze w 1999 r. dawało



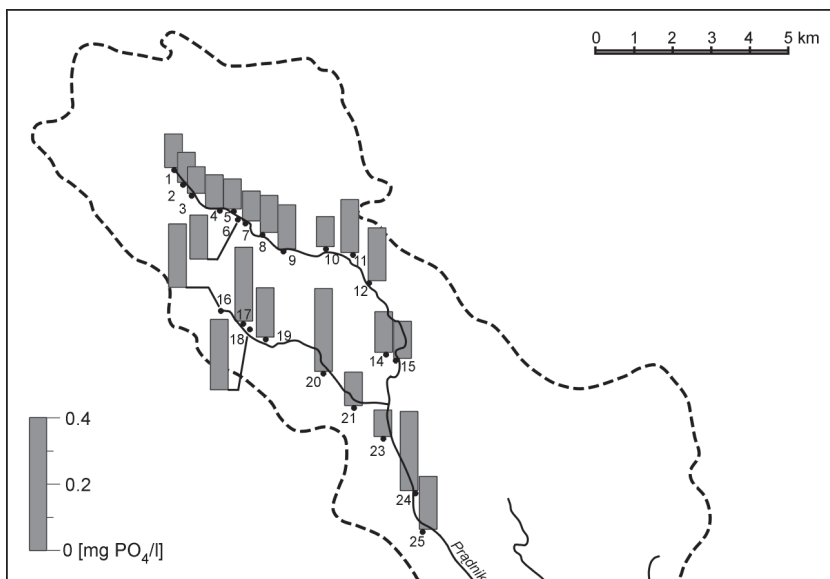
Ryc. 26. Liczba źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w zlewni Prądnika w kwietniu i maju 1999 r.

Fig. 26. Number of springs having water in the specified ground water quality classes in the Prądnik drainage basin in April and May 1999



Ryc. 27. Koncentracja N-NO₃ w wodach źródeł zlewni Prądnika w kwietniu i maju 1999 r.

Fig. 27. N-NO₃ concentration in the spring-water of the Prądnik drainage basin in April and May 1999



Ryc. 28. Koncentracja PO₄ w wodach źródeł zlewni Prądnika w kwietniu i maju 1999 r.

Fig. 28. PO₄ concentration in the spring-water of the Prądnik drainage basin in April and May 1999

niewielki odpływ, zostało całkowicie zamulone w czasie późniejszych wezbrań Prądnika. Wydajność pozostałych źródeł wynosiła od 0,5 do 14,8 l/s, przy czym większość źródeł (66%) miała wydajność poniżej 5 l/s, a tylko trzy źródła miały wydajność większą niż 10 l/s.

Mineralizacja ogólna (ryc. 25) utrzymywała się w zakresie od 239 do 462 mg/l i wynosiła średnio 316 mg/l. Mineralizacja większości źródeł (87%) mieściła się w przedziale od 150 do 400 mg/l, spełniając kryteria wód pitnych oraz mieszcząc się w klasie wód bardzo wysokiej jakości (Ia). Pozostałe trzy źródła, ze względu na mineralizację ogólną, należały do klasy wód wysokiej jakości (Ib) (ryc. 26).

Przewodnictwo właściwe wód źródłanych wynosiło od 393 do 686 $\mu\text{S}/\text{cm}$; średnio – 510 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) były to w większości wody średniej jakości (22 źródła). Tylko jedno źródło spełniało kryteria wód wysokiej jakości (ryc. 26).

Twardość ogólna wód wynosiła od 11,4 do 17,5 °n. Pod tym względem większość wód spełniała kryteria klasy wody wysokiej jakości (Ib). Tylko dwa źródła należały do klasy wód średniej jakości (II).

Twardość węglanowa wód była podobna we wszystkich źródłach i wynosiła od 10,1 do 13,4°n.

Klasyfikacji hydrochemiczna. Według niej wszystkie źródła w zlewni Prądnika należały do typu wód prostych wodorowęglanowo-wapniowych (klasa 9).

Azotany (ryc. 27). Koncentracja azotu azotanowego (N-NO_3) wynosiła od 1,9 do 18,1 mg/l. Najwyższe stężenia azotanów stwierdzono w źródłach położonych w obrębie obszarów zabudowanych – we wsiach Sułoszowa i Sępów, gdzie w jednym ze źródeł (nr 16) przekroczone zostały normy stawiane wodom pitnym i przeznaczonym na potrzeby gospodarcze. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993), ze względu na obecność azotanów, wody źródlane w zlewni Prądnika należały do klasy wód wysokiej-średniej jakości (Ib-II). Jedno źródło należało do klasy wód niskiej jakości (III) (ryc. 26).

Azotynów w zlewni Prądnika nie oznaczono.

Azot amonowy. Obecność azotu amonowego stwierdzono w dwóch źródłach (nr 1 i 6). Jednakże śladowe ilości N-NH_4 nie obniżyły klasy jakości wód tych źródeł. Wszystkie źródła spełniały kryteria stawiane wodom najwyższej jakości.

Fosforany (ryc. 28). Stężenia ortofosforanów (PO_4) wynosiły od 0,08 do 0,25 mg/l. Wartość średnia dla wszystkich źródeł wyniosła 0,14 mg/l. Ze względu na obecność ortofosforanów wody 19 źródeł należały do klasy wód wysokiej jakości (Ib), a wody czte-rech źródeł do klasy wód średniej jakości (II) (ryc. 26). Najwyższe stężenia ortofosforanów występowały w źródłach Doliny Sępówki.

6.5. Źródła w zlewni Dłubni

Charakterystyka geograficzna zlewni i stan dotychczasowego rozpoznania źródeł

Zlewnia Dłubni, w części objętej badaniami, położona jest w obrębie dwóch mezo-regionów fizycznogeograficznych. Zachodnia część zlewni należy do Wyżyny Olkuskiej, a wschodnia część położona jest w obrębie Wyżyny Miechowskiej (Kondracki, 2000). Granicę między tymi regionami wyznacza powierzchniowy zasięg osadów jury i kredy. Osady jurajskie wykształcone są jako margle, wapienie skaliste i płytowe (oksford), które w obrębie zlewni zapadają stopniowo w kierunku NEE pod margle i opoki górnej kredy (malm). Skały podłoża przykryte są warstwą lessów o zróżnicowanej miąższości.

Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, ark. Kraków, 1985) badany obszar znajduje się w górnej, źródłowej części dorzecza Dłubni, w obrębie regionu XVII – wieluńsko-krakowskiego (XVII 2 – podregion krakowsko-częstochowski) z poziomem wodonośnym w utworach jury górnej, odznaczającym się wydajnością otworów studziennych od kilku do lokalnie 120 m³/h, oraz w pozostałej części dorzecza w obrębie regionu XVIII – nidziańskiego, z głównym, szczelinowym poziomem użytkowym w utworach kredy górnej. Wydajność otworów studziennych wynosi przeważnie od 10 do 70 m³/h, sporadycznie – do 120 m³/h.

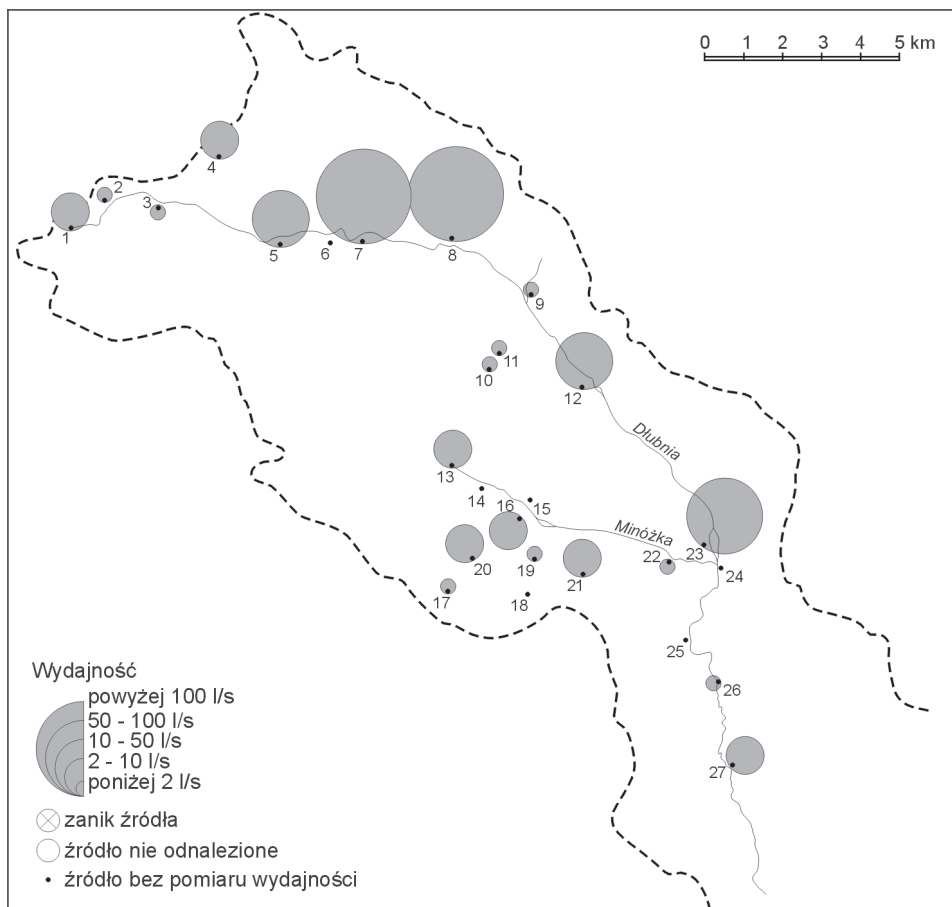
Dolina Dłubni ma przebieg WNW-ESE, który w dolnym biegu przechodzi w NW-SE oraz NNW-SSE. Dno doliny jest na ogół szerokie i wypełnione aluwiami oraz deluwiami pochodzącymi z rozmytych lessów zmieszanych z materiałem ilastym pochodzącym z wietrzejących margli. Wąski odcinek o charakterze jaru występuje górnym biegu rzeki w strefie uskoku, gdzie na zboczach doliny odsłaniają się formy skałkowe zbudowane z wapieni jurajskich. Wierzchowinę stanowią rozległe garby, będące resztkami starych powierzchni zrównań. Głównym dopływem Dłubni jest – uchodząca w Iwanowicach – Minóżka. Sieć osadnicza skupiona jest głównie w dnie doliny. Obszary położone na wierzchowinie są użytkowane rolniczo lub zajęte przez lasy stanowiące 9% powierzchni zlewni (w części objętej badaniami). Dno doliny Dłubni oraz niektóre partie wierzchowi-nowe objęte są ochroną, stanowiąc Dłubniański Park Krajobrazowy.

Według J. Dynowskiego i E. Zbadyńskiej (1974) poszczególne źródła zbiornika kontaktowego w wapieniach jurajskich i marglach kredowych mają zróżnicowany reżim hydrochemiczny. Wody źródlane należały do typu trzyjonowego: wodorowęglanowo-wapniowo-siarczanowego.

Badania I. Dynowskiej (1983) objęły 27 źródeł. Warstwą wodonośną dla 16 z nich są margle opoki i wapienie senonu, z czego 11 źródeł jest zasilanych z krasowo-szczelino-nowego zbiornika górnourajskiego, w tym siedem – z wapieni skalistych i płytowych oksfordu, a cztery – z margli oksfordu. W strefie uskoków tektonicznych zlokalizowanych jest siedem źródeł.

Badania źródeł w zlewni Dłubni przeprowadzono w dniach od 28 maja do 1 czerwca 1999 r. (tab. V).

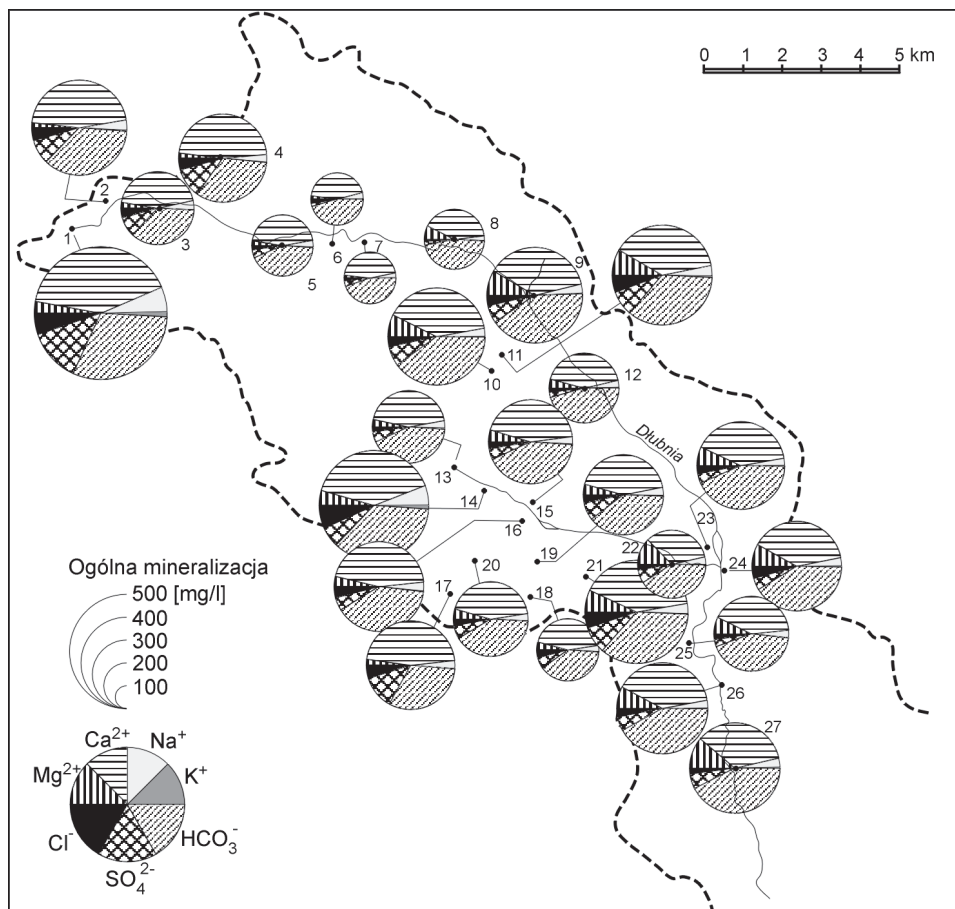
Wydajność (ryc. 29). Największą wydajność (135 l/s) miało źródło w Imbramowicach (nr 7). Wydajność powyżej 50 l/s stwierdzono w trzech źródłach (nr 7, 8 i 23). W porównaniu z wynikami uzyskanymi przez I. Dynowską (1983) w 1974 r. obecnie wyższą wydajność stwierdzono w dziesięciu źródłach. Największy przyrost wydajności (200-300%) stwierdzono w źródłach nr 13 i 21. Niższą wydajność w 1999 r. niż w 1974 r. stwierdzono w dziewięciu źródłach, przy czym największy spadek wydajności (60-70%) dotyczył źródeł nr 12 i 17.



Ryc. 29. Wydajność źródeł w zlewni Dłubni w maju i czerwcu 1999 r.

Fig. 29. Discharge of the springs in the Dłubnia drainage basin in May and June 1999

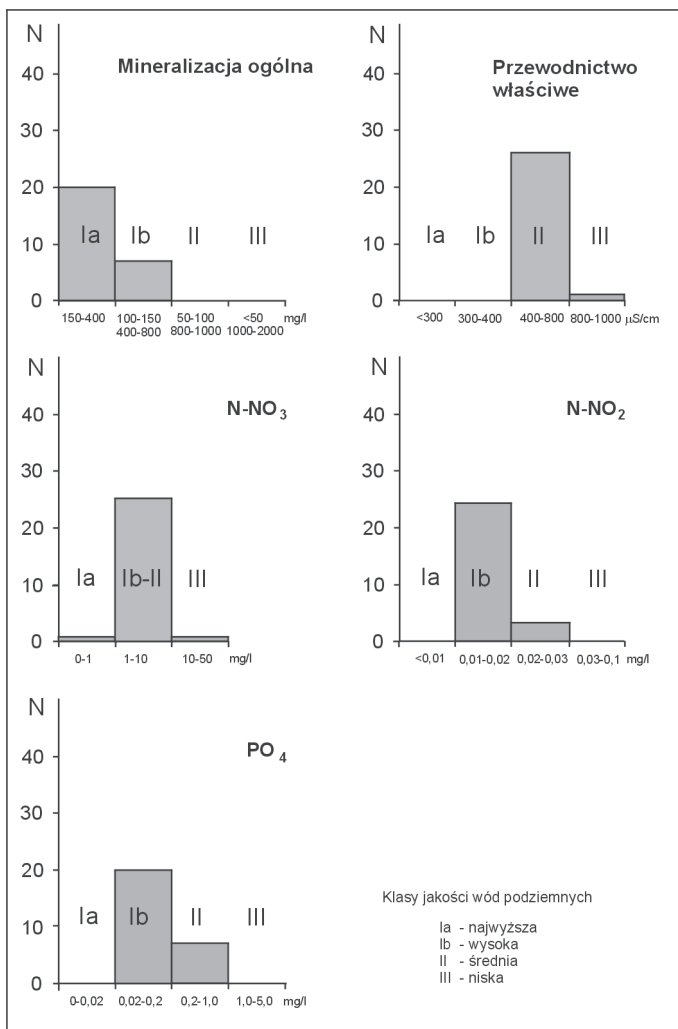
Mineralizacja ogólna wód źródłanych (ryc. 30) wynosiła od 226 do 580 mg/l. Średnia mineralizacja wyniosła 363 mg/l. Według *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) wody większości źródeł (20 przypadków) były wodami najwyższej jakości (Ia), a wody pozostałych siedmiu źródeł – wysokiej jakości (Ib) (ryc. 31).



Ryc. 30. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (% mval/l) wód źródłanych w zlewni Dłubni w maju i czerwcu 1999 r.

Fig. 30. Total dissolved solids and ion composition (% meq/l) of spring-water in the Dłubnia drainage basin in May and June 1999

Przewodnictwo właściwe wód wynosiło od 415 (nr 7) do 864 $\mu S/cm$ (źródło Dłubni – nr 1); średnio – 582 $\mu S/cm$. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) żadne ze źródeł nie spełniało kryteriów wód wysokiej jakości, 26 było wodami średniej jakości, a jedno źródło (nr 1) miało wodę niskiej jakości (ryc. 31).



Ryc. 31. Liczba źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w zlewni Dłubni w maju i w czerwcu 1999 r.

Fig. 31. Number of springs having water in the specified ground water quality classes in the Dłubnia drainage basin in May and June 1999

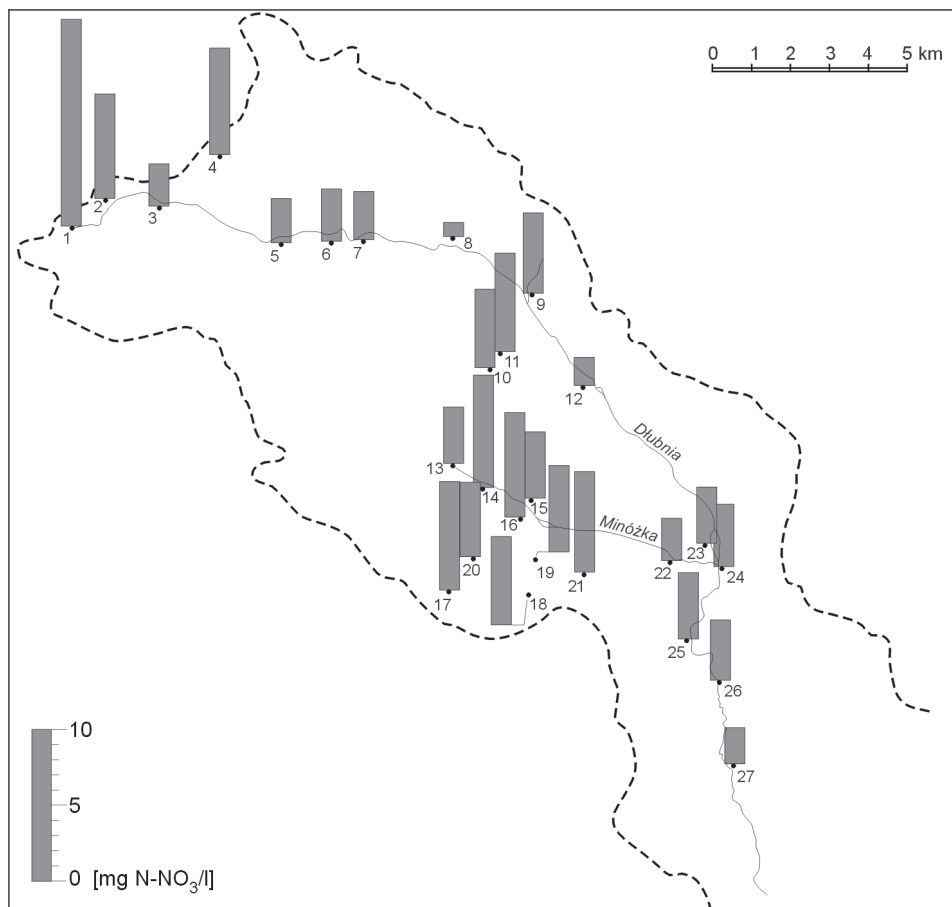
Twardość ogólna wód wynosiła od 11,9 do 22,6ⁿ. Pod tym względem wszystkie źródła należały do klasy wód wysokiej bądź najwyższej jakości (odpowiednio 12 i 15 przypadków).

Twardość węglanowa wynosiła średnio 12,9ⁿ, przy zakresie od 9,3 do 17,0ⁿ.

Klasyfikacja hydrochemiczna. Wody źródlane w zlewni Dłubni były najczęściej prostymi wodami dwujonowymi. Według klasyfikacji hydrochemicznej Szczukariewa-

Prikońskiego wody 22 źródeł należały do klasy wodorowęglanowo-wapniowej (klasa 9). Pozostałe źródła miały wody trzyjonowe, należące do klasy wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowej (2 źródła) i wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowej (3 źródła).

Azotany (ryc. 32). Średnie stężenie azotu azotanowego ($N-NO_3$) wyniosło 4,9 mg/l. Najwyższe stężenie (13,6 mg/l), dyskwalifikujące wodę do celów pitnych, zanotowano w źródle Dłubni (nr 1). Najniższymi stężeniami azotanów (0,9 mg $N-NO_3/l$) charakteryzowało się zlokalizowane w strefie uskoku źródło „Jordan” (nr 8) w Ściborzycach. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) jedno źródło spełniało kryteria wód najwyższej jakości (Ia), 25 – wysokiej-średniej jakości (Ib-II), a jedno – niskiej jakości (III) (ryc. 31).



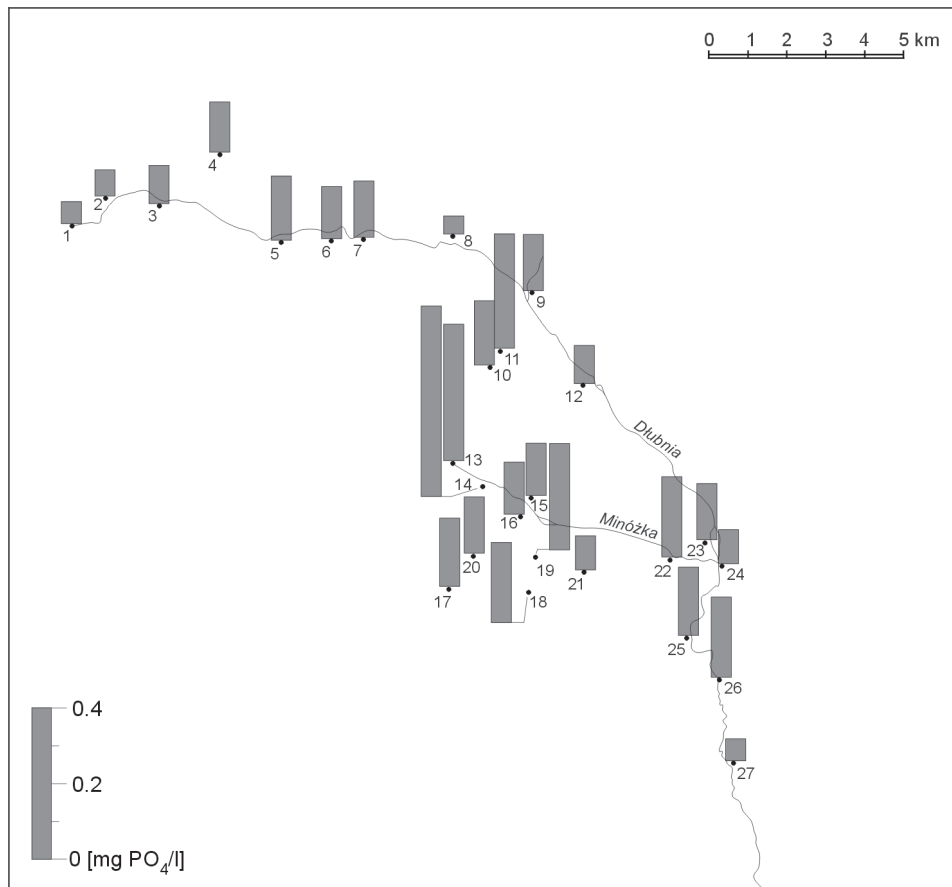
Ryc. 32. Koncentracja $N-NO_3$ w wodach źródeł zlewni Dłubni w maju i w czerwcu 1999 r.

Fig. 32. $N-NO_3$ concentration in the spring-water of the Dłubnia drainage basin in May and June 1999

Azotyny. Azot azotynowy występował w wodach źródłanych w ilościach śladowych. Jedynie w przypadku kilku źródeł w okolicy Trzyciąża (źródła: 1, 2 i 4) stężenie $N-NO_2$, przekraczające nieznacznie $0,02 \text{ mg } N-NO_2/l$, plasowało ich wody w klasie średniej jakości (ryc. 31).

Azot amonowy. W żadnym z badanych źródeł nie stwierdzono obecności azotu amonowego w ilościach większych niż śladowe.

Fosforany (ryc. 33). W porównaniu z sąsiednimi zlewniami źródła zlewni Dłubnia charakteryzują się nieco podwyższoną zawartością ortofosforanów. Średnie stężenie PO_4 wyniosło $0,17 \text{ mg/l}$. Najwyższe stężenie ($0,5 \text{ mg/l}$) odnotowano w źródle w Minodze (nr 14). Najniższą zawartość fosforanów ($0,05 \text{ mg/l}$) stwierdzono w źródle „Jordan” (nr



Ryc. 33. Koncentracja PO_4 w wodach źródeł zlewni Dłubnia w maju i w czerwcu 1999 r.

Fig. 33. PO_4 concentration in the spring-water of the Dłubnia drainage basin in May and June 1999

8) w Ściborzycach. Ze względu na zawartość ortofosforanów, wody źródeł w zlewni Dłubni plasowały się w klasie wód wysokiej jakości (20 źródeł) oraz średniej jakości (7 źródeł) (ryc. 31).

Ocena ogólna

Źródła w zlewni Dłubni są jednym z elementów stanowiących o bogactwie przy-rodniczym tego obszaru. Aż dziewięć źródeł I. Dynowska (1983) zalecała objąć ochroną prawną, ze względu na szczególne walory przyrodnicze i krajobrazowe. Obecnie otoczenie dwóch źródeł zostało zdegradowane przez dzikie wysypiska śmieci. Większość ze źródeł zachowała jednak swoje walory. Szczególną wartość przedstawiają wydajne i czyste źródła zlokalizowane są w strefie uskoku, w okolicach Imbramowic i Wysocic (nr 5, 6, 7, 8). Jakość wód źródłanych jest na ogół wysoka. Podwyższone stężenia azotu azotanowego stwierdzono w źródłach położonych w otoczeniu użytków rolnych (nr 1, 4) oraz w źródłach zlewni Miniózki, które najczęściej otoczone są budynkami gospodarskimi lub użytkami rolnymi. W porównaniu z wynikami uzyskanymi przez I. Dynowską (1983) mineralizacja ogólna wszystkich źródeł była w 1999 r. wyższa – średnio o 21%.

6.6. Źródła w zlewni Szreniawy

Charakterystyka geograficzna zlewni i stan dotychczasowego rozpoznania źródeł

Większa część zlewni Szreniawy, położona jest w obrębie Wyżyny Miechowskiej. Jedyne niewielki północno-zachodni fragment obszaru, w okolicach Wolbromia, należy do Wyżyny Olkuskiej (Kondracki, 2000). Na Wyżynie Miechowskiej skały podłoża stanowią margle, opoki i wapienie kredowe, zapadające w kierunku NE pod kątem 2-5°. Największą powierzchnię zajmują margle senonu. Odporne opoki tworzą twardzielcowe wzgórza dochodzące w północnej części zlewni do 415 m n.p.m (Biała Góra). Wskutek zróżnicowanego wykształcenia osadów kredowych utwory dobrze przepuszczalne są poro-zdzielane warstwami słaboprzepuszczalnymi, co może powodować tworzenie się wielu horyzontów wód podziemnych (Niedzielski, 1971). Miejscami skały podłoża przykryte są lessem, którego miąższość dochodzi do 15 m. Wierzchowinę stanowią szerokie, płaskie garby, nawiązujące do starych powierzchni zrównań. Przebieg doliny Szreniawy uwarun-kowany jest tektonicznie i ma kierunek W-E oraz NE-SW. Główne dopływy Szreniawy to Ścieklec, Rzeżuśnia, Piotrówka, Miechówka. Wyżyna Miechowska jest obszarem rolniczym. Pola uprawne znajdują się zarówno na wierz-chowinie, jak i w szerokim dnie doliny. Ośrodkami miejskimi są Miechów i Słomniki. Rezerваты przyrody stanowią niewielkie obszary z roślinnością stepową (Złota Góra, Sterczów-Ścianka, Dąbie, Biała Góra).

Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, ark. Kraków, 1985) badany obszar znajduje się w obrębie regionu XVIII – nidziańskiego, z głównym, szczelinowym poziomem użytkowym w utworach kredy górnej. Wydajność

otworów studziennych wynosi przeważnie od 10 do 70 m³/h, sporadycznie – do 120 m³/h.

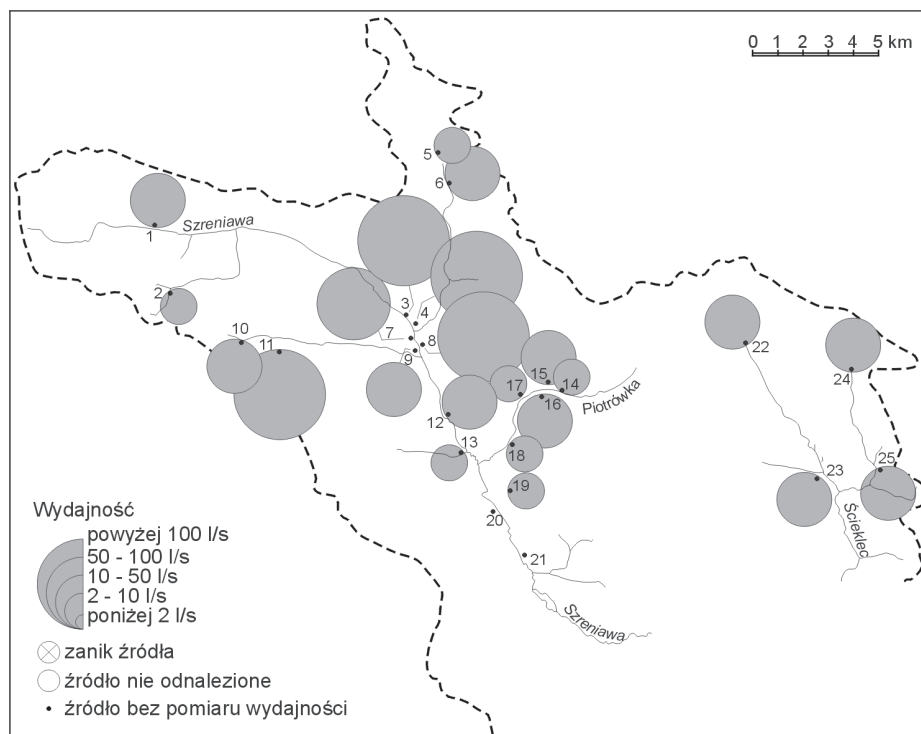
Badania przeprowadzone przez I. Dynowską (1983) objęły 25 źródeł. Warstwą wodo-nośną dla 21 z nich są margle, wapienie i opoki senonu. Dla pozostałych 4 źródeł warstwą wodo-nośną są skały wieku jurajskiego: wapienie płytowe i skaliste oraz margle oksfordu.

Badania w latach siedemdziesiątych, prowadzone przez J. Dynowskiego i E. Zbadyńską (1974), objęły m.in. źródła drenujące zbiornik w marglach kredowych. Stwierdzono iż wody zbiornika należą do typu wodorowęglanowo-wapniowego choć w okresach obniżonej zawartości Ca²⁺, w jego miejsce może wchodzić Na⁺ oraz Mg²⁺.

Stan źródeł w kwietniu 1999 r.

Badania źródeł w zlewni Szreniawy przeprowadzono w dniach od 26 do 30 kwietnia 1999 r. oraz w przypadku dwóch źródeł (nr 7 i 8) – 12 listopada 1999 r. (tab. VI).

Wydajność (ryc. 34). Zlewnia Szreniawy charakteryzuje się źródłami o stosunkowo dużej wydajności. Wydajność powyżej 100 l/s stwierdzono w czterech źródłach

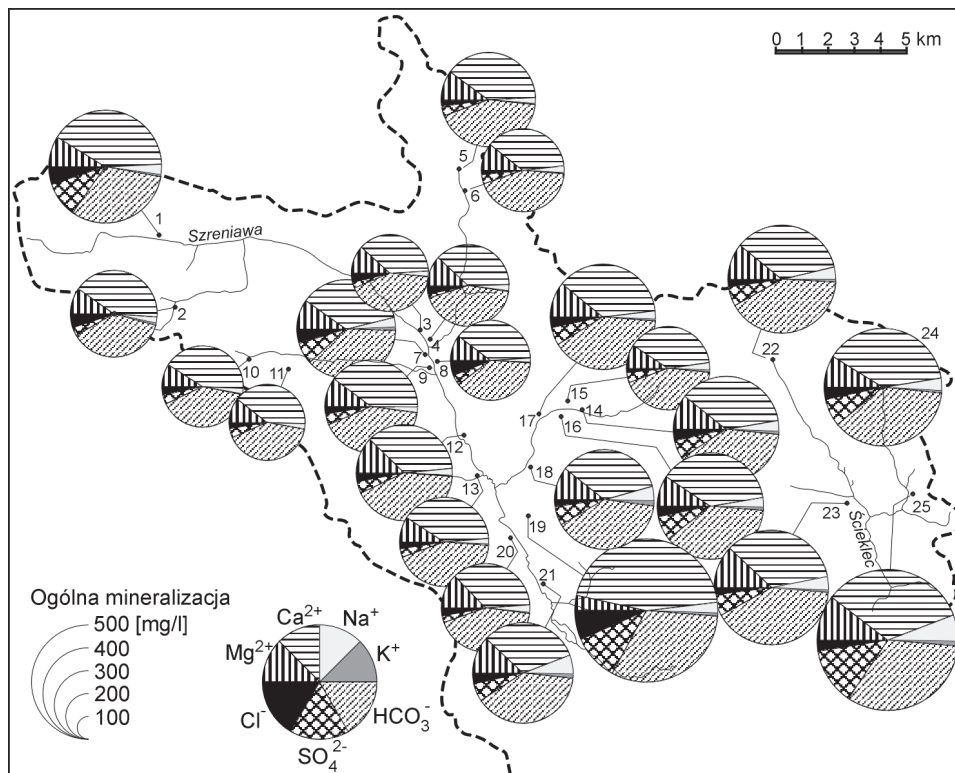


Ryc. 34. Wydajność źródeł w zlewni Szreniawy w kwietniu 1999 r. i w listopadzie 1999 r. (źr. nr 7 i 8)

Fig. 34. Discharge of the springs in the Szreniawa drainage basin in April 1999 and November 1999 (springs no. 7 and 8)

(nr 3, 4, 8 i 11), a wydajności powyżej 10 l/s – w 16 z 25 badanych źródeł. Nieznacznie niższą wydajność niż w 1974 r. stwierdzono w ośmiu źródłach. W pozostałych 17 wydajność była większa niż przed 25 laty. Największy przyrost wydajności odnotowano w źródłach nr 1, 3, 9, 11, 15.

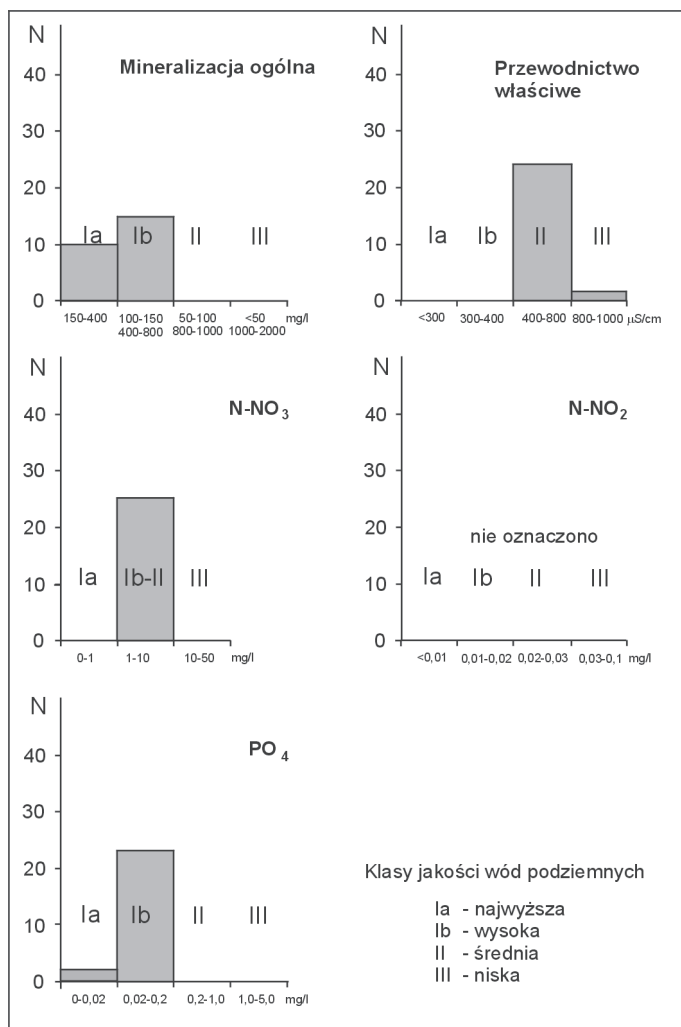
Mineralizacja ogólna (ryc. 35) wód źródlanych mieściła się w zakresie od 332 do 625 mg/l, a wartość średnia wyniosła 430 mg/l. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) wody 10 źródeł należały do klasy najwyższej jakości (Ia), a 15 – do klasy wysokiej jakości (Ib) (ryc. 36).



Ryc. 35. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (% mval/l) wód źródlanych w zlewni Szreniawy w kwietniu 1999 r. i w listopadzie 1999 r. (źr. nr 7 i 8)

Fig. 35. Total dissolved solids and ion composition (% meq/l) of spring-water in the Szreniawa drainage basin in April 1999 and November 1999 (springs no. 7 and 8)

Przewodnictwo właściwe. Średnie przewodnictwo właściwe wód źródlanych wyniosło 641 μ S/cm. Najwyższe (911 μ S/cm) miało źródło w Wężerowie (nr 19). Najniższą wartość (523 μ S/cm) stwierdzono w źródłach (nr 10 i 11) zlokalizowanych w strefie uskoku, na kontakcie wapieni jurajskich z marglami kredowymi. Stosunkowo wysokie przewodnictwo właściwe w źródłach zlewni Szreniawy plasuje je w klasie wód średniej (23 źródła) lub niskiej jakości (2 źródła) (ryc. 36).



Ryc. 36. Liczba źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w zlewni Szreniawy w kwietniu 1999 r. i w listopadzie 1999 r. (źr. nr 7 i 8)

Fig. 36. Number of springs having water in the specified ground water quality classes in the Szreniawa drainage basin in April 1999 and November 1999 (springs no. 7 and 8)

Twardość ogólna. Wody źródlane charakteryzowały się stosunkowo dużą twardością ogólną – od 15,2 do 24,7 °n (średnio 18,3°n). Największą twardością odznaczały się wody źródła nr 19 oraz źródeł zasilających Ścieklec. Wody źródeł zlewni Szreniawy należą do klasy wód najwyższej (8 źródeł) bądź wysokiej jakości (17 źródeł).

Twardość węglanowa wynosiła od 11,3 do 18,1 °n.

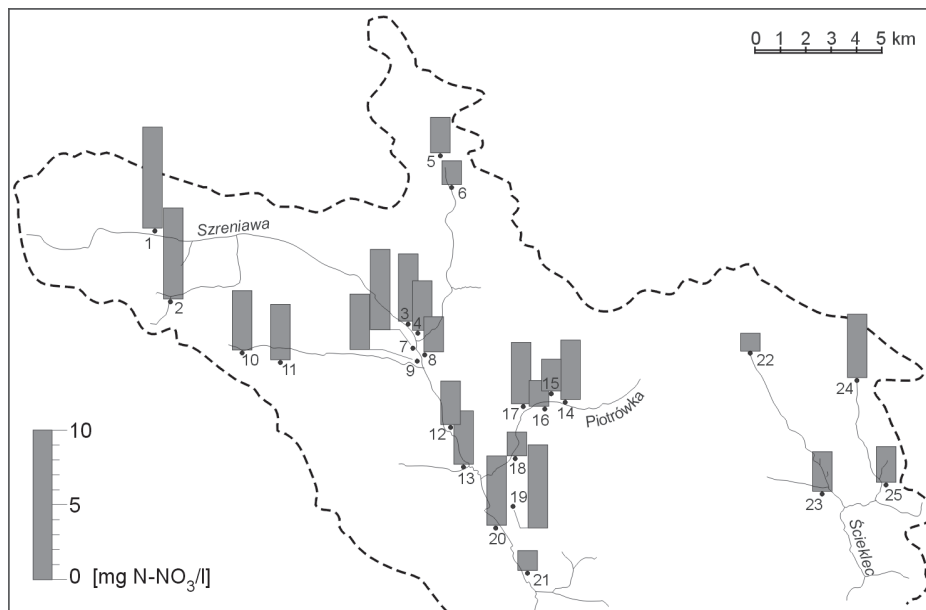
Klasyfikacja hydrochemiczna. Według klasyfikacji hydrochemicznej Szczuka-riewa-Prikłońskiego wody dziesięciu źródeł należą do klasy – wodorowęglanowo-wapniowej (klasa 9), a 12 źródeł – do klasy wodorowęglanowo-magnezowo-wapniowej (klasa 18). W zlewni występują ponadto dwa źródła o wodach siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowych (klasa 27) oraz jedno źródło o wodzie siarczanowo-wodorowęglanowo- magnezowo-wapniowej (klasa 39).

Azotany (ryc. 37). Ze względu na stężenie azotu azotanowego wszystkie źródła w zlewni Szreniawy spełniały kryteria stawiane wodom pitnym i przeznaczonym na potrzeby gospodarcze. Średnie stężenie N-NO₃ w wodach źródłanych wyniosło średnio 3,4 mg/l. Najwyższą koncentrację (6,8 mg N-NO₃/l) stwierdzono w źródle w Szreniawie (nr 1), ujętym dla celów zaopatrzenia w wodę. Najniższe stężenie azotanów (1,2 mg N-NO₃/l) stwierdzono w źródle w Klonowie (nr 22). Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) ze względu na zawartość azotanów wszystkie źródła spełniały kryteria stawiane wodom wysokiej-średniej jakości (Ib-II) (ryc. 36).

Azotynów w zlewni Szreniawy nie oznaczono.

Azot amonowy. W żadnym z badanych źródeł nie stwierdzono obecności azotu amonowego (N-NH₄).

Fosforany (ryc. 38). Średnie stężenie anionu ortofosforanowego (PO₄) wyniosło 0,08 mg/l. Podwyższone stężenie fosforanów do 0,19 mg/l stwierdzono tylko w dwóch

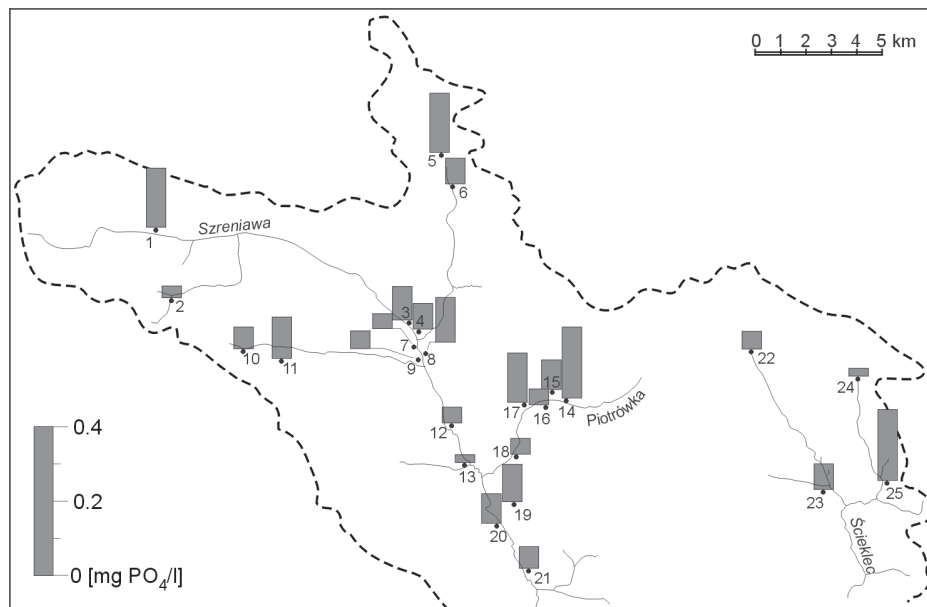


Ryc. 37. Koncentracja N-NO₃ w wodach źródeł zlewni Szreniawy w kwietniu 1999 r. i w listopadzie 1999 r. (źr. nr 7 i 8)

Fig. 37. N-NO₃ concentration in the spring-water of the Szreniawa drainage basin in April 1999 and November 1999 (springs no. 7 and 8)

źródeł (nr 14 i 25). Pod tym względem 23 źródła spełniały kryteria stawiane wodom wysokiej jakości, a 2 źródła – nawet najwyższej jakości (ryc. 36).

Ocena ogólna



Ryc. 38. Koncentracja PO₄ w wodach źródeł zlewni Szreniawy w kwietniu 1999 r. i w listopadzie 1999 r. (źr. nr 7 i 8)

Fig. 38. PO₄ concentration in the spring-water of the Szreniawa drainage basin in April 1999 and November 1999 (springs no. 7 and 8)

Zlewnia Szreniawy charakteryzuje się wydajnymi źródłami o wysokich walorach przyrodniczych i poznawczych. I. Dynowska (1983) zalecała objęcie ochroną 10 źródeł. Spośród nich jedynie źródło w Biskupicach (nr 4) objęte jest ochroną jako pomnik przyrody. Otoczenie lub misa sześciu źródeł były zaśmiecone. Misa źródła w Sławicach Duchownych (nr 17) została pogłębiona w czasie prac melioracyjnych. Źródła w Szreniawie (1) i w Smoniowicach (nr 23) zostały ujęte dla wodociągów. Najcenniejsze źródła: w Kamieńczykach (nr 8), Biskupicach (nr 3, 4), Wielkanocy (nr 10), Gołczy (nr 11) zachowały swoje walory, jakkolwiek niektóre z nich (nr 3, 10) wymagają oczyszczenia. Wody źródlane miały wysoką jakość. Mimo rozwiniętego na tym terenie rolnictwa, stężenia azotu azotanowego były stosunkowo niewielkie (1,2-6,8 mg N-NO₃). W porównaniu z wynikami badań I. Dynowskiej (1983) mineralizacja ogólna wód była większa – średnio o 31%.

6.7. Źródła w zlewni Nidzicy

Charakterystyka geograficzna zlewni i stan dotychczasowego rozpoznania źródeł

Badaniami objęto górną część zlewni Nidzicy, która według regionalizacji fizyczno-geograficznej J. Kondrackiego (2000) położona jest w obrębie mezoregionu Wyżyny Miechowskiej. Podłoże stanowią głównie marglisto-wapienne osady wieku senońskiego (kreda). W pobliżu powierzchni terenu, zwietrzałe i spękane margle tworzą rumosz skalny o znacznej miąższości. Skały podłoża przykryte są osadami czwartorzędowymi, m.in. porowatymi lessami o różnej miąższości. Dna dolin wyścielone są osadami aluwialnymi.

Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, ark. Kraków, 1985) badany obszar znajduje się w obrębie regionu XVIII – nidziańskiego, z głównym, szczelinowym poziomem użytkowym w utworach kredy górnej. Wydajność otworów studziennych wynosi przeważnie od 10 do 30 m³/h, sporadycznie – do 70 m³/h.

Warstwą wodonośną są spękane margle, opoki i wapienie senońskie. Wody podziemne w marglach kredowych zalegają na znacznych głębokościach: od kilku – w dnach dolin do około 100 m w obrębie garbów wierzchwinowych. Może tu występować również kilka poziomów, co jest uwarunkowane naprzemianległością wodonośnych i wodo-szczelnych utworów kredowych. Przeważają źródła podzboczowe, szczelinowe, o dużej wydajności.

Gęstość sieci rzecznej jest niewielka. Główna rzeka – Nidzica, która jest lewobrzeżnym dopływem Wisły, na obszarze badań ma tylko jeden większy dopływ – Kalinkę, oraz krótki – Dopływ w Książu Wielkim.

Prawie cały obszar badań zajmują gleby brunatne i czarnoziemy wytworzone na lessach, charakteryzujące się dużą porowatością. Na marglach wytworzyły się gleby węglanowe – rędziny, a w dnach dolin – gleby aluwialne. Jest to obszar rolniczy, gdzie większość stanowią grunty orne. Niewiele jest terenów leśnych, łąk i pastwisk. Występują tu lasy dębowe, z domieszką sosny oraz lasy liściaste, grądowe.

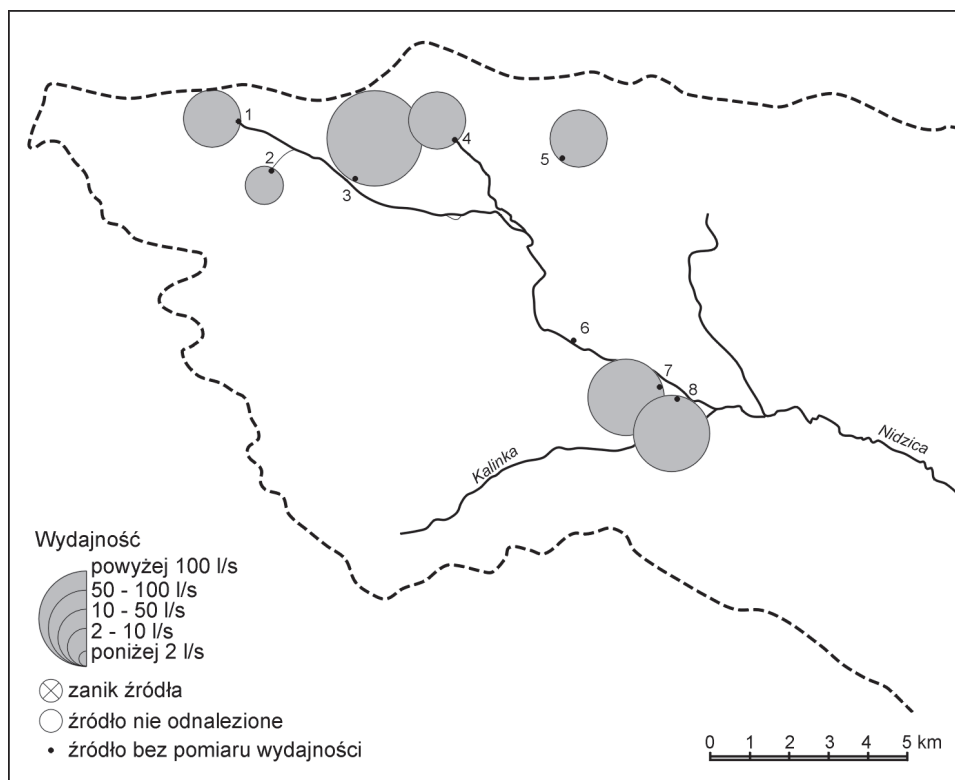
Badania I. Dynowskiej (1983) w zlewni Nidzicy objęły osiem źródeł położonych w górnej części zlewni. Wszystkie źródła zasilane są przez wody podziemne występujące w marglach, opokach i wapieniach kredy. Siedem źródeł stanowią wypływy podzboczowe.

Stan źródeł w lipcu 1999 r.

Badania źródeł przeprowadzono w dniach 7 i 10 lipca 1999 r. (tab. VII).

Wydajność (ryc. 39). Pomiar wydajności dokonano w ośmiu źródłach. Średnia wydajność wynosiła 61,8 l/s. Źródeł o wydajności ponad 10 l/s było siedem, a wydajność sześciu z nich przekroczyła 30 l/s. Najbardziej wydajne były źródła: w Rzędowicach (nr 3) – 168 l/s (w 1973 r. – 30 l/s) oraz w Maciejowie (nr 8) – 94 l/s (w 1973 r. – 120 l/s), a najmniej – źródło w Przybysławicach (nr 2) – 4,5 l/s.

Wydajność źródeł pomierzona w 1999 r. była wyższa od uzyskanej w 1973 r. W czterech przypadkach wydajność wzrosła wielokrotnie, w trzech uzyskano podobne wyniki, a tylko jednym przypadkiem wydajność w 1999 r. była niższa niż w 1973 r.



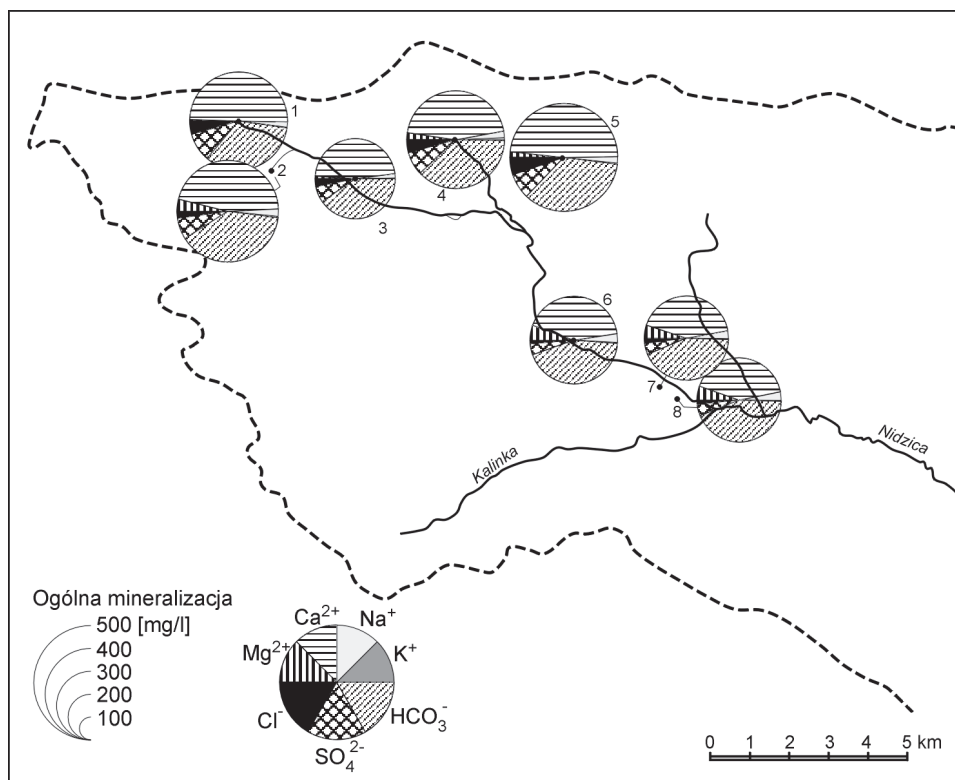
Ryc. 39. Wydajność źródeł w zlewni Nidzicy w lipcu 1999 r.

Fig. 39. Discharge of the springs in the Nidzica drainage basin in July 1999

Mineralizacja ogólna wód źródłanych (ryc. 40) w czasie badań w 1999 r. była mało zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 350 do 471 mg/l, przy wartości średniej 404,4 mg/l. Wszystkie wody spełniały pod tym względem kryterium wody pitnej. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) wody czterech źródeł mieściły się w klasie wód najwyższej jakości (Ia) i czterech – w klasie wód wysokiej jakości (Ib). W odniesieniu do wszystkich źródeł zauważalny jest wzrost mineralizacji ogólnej, od 3 (nr 8) do 45% (nr 2), średnio o 18%.

Przewodnictwo właściwe wód mieściło się w zakresie od 610 do 829 $\mu\text{S}/\text{cm}$, wobec wartości średniej 683 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Stosując to kryterium, wody siedmiu źródeł mieszczą się w klasie wód średniej jakości (II), a jednego (nr 5) w klasie wód niskiej jakości (III) (ryc. 41). W porównaniu z wynikami I. Dynowskiej, stwierdzono wyższe wartości przewodnic-twa właściwego, średnio o 31%. Największą różnicę – 44% odnotowano w źródle nr 2.

Twardość ogólna wód źródłanych mieściła się w granicach od 17,2 do 24,0 $^{\circ}\text{n}$, przy wartości średniej 19,6 $^{\circ}\text{n}$. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993), wszystkie wody mieściły się w klasie wód wysokiej jakości (Ib).



Ryc. 40. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (% mval/l) wód źródłanych w zlewni Nidzicy w lipcu 1999 r.

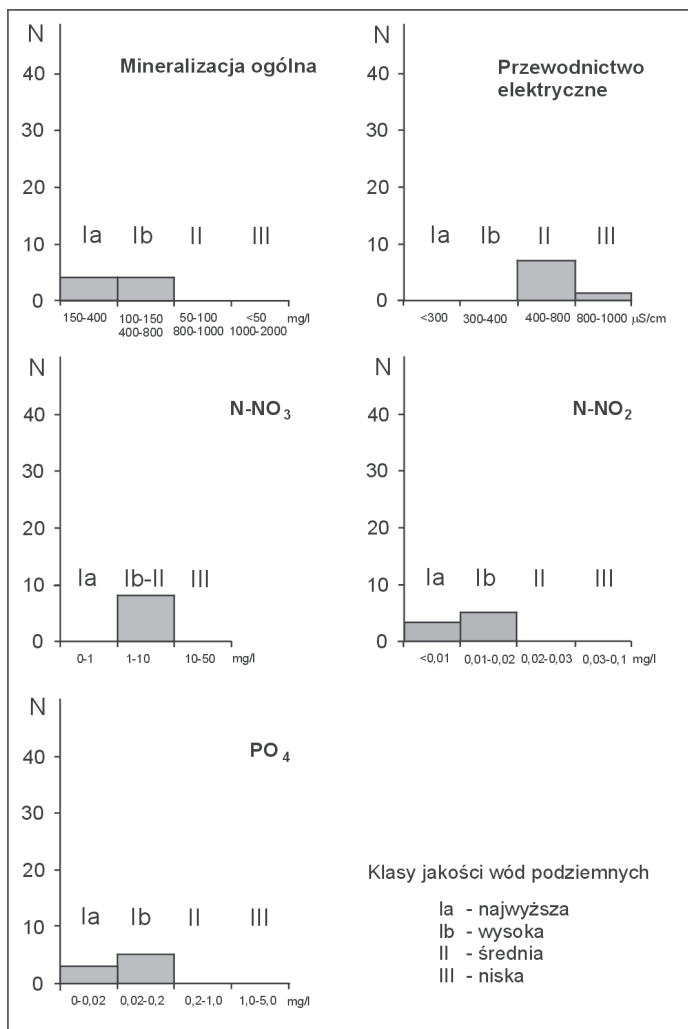
Fig. 40. Total dissolved solids and ion composition (% meq/l) of spring-water in the Nidzica drainage basin in July 1999

Twardość węglanowa zawierała się w granicach od 13,3 do 17,3ⁿ, przy wartości średniej 15,7ⁿ, co lokuje wody źródeł zlewni Nidzicy w klasie wysokiej jakości (Ib – nr 1-4) i średniej jakości (II – nr 5-8).

Klasyfikacja hydrochemiczna. Wody wszystkich źródeł należą – wg klasyfikacji Szukariewa-Prickońskiego – do wód dwujonowych: wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 9.).

Azotany (ryc. 42). Koncentracja azotu azotanowego (N-NO₃) wynosiła od 1,1 do 9,4 mg/l, przy wartości średniej 4,3 mg/l. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) wszystkie badane wody są wodami wysokiej-średniej jakości (Ib-II) (ryc. 41). W żadnym przypadku nie została przekroczona norma dla wód pitnych i przeznaczonych na potrzeby gospodarcze (10 mg/l).

Azotyny. W trzech przypadkach (nr 1, 3, 4) nie stwierdzono występowania azotu azotynowego (N-NO₂). Wartość tego wskaźnika w wodach pozostałych źródeł, kwalifikuje je do klasy wód wysokiej jakości (Ib) (ryc. 41).



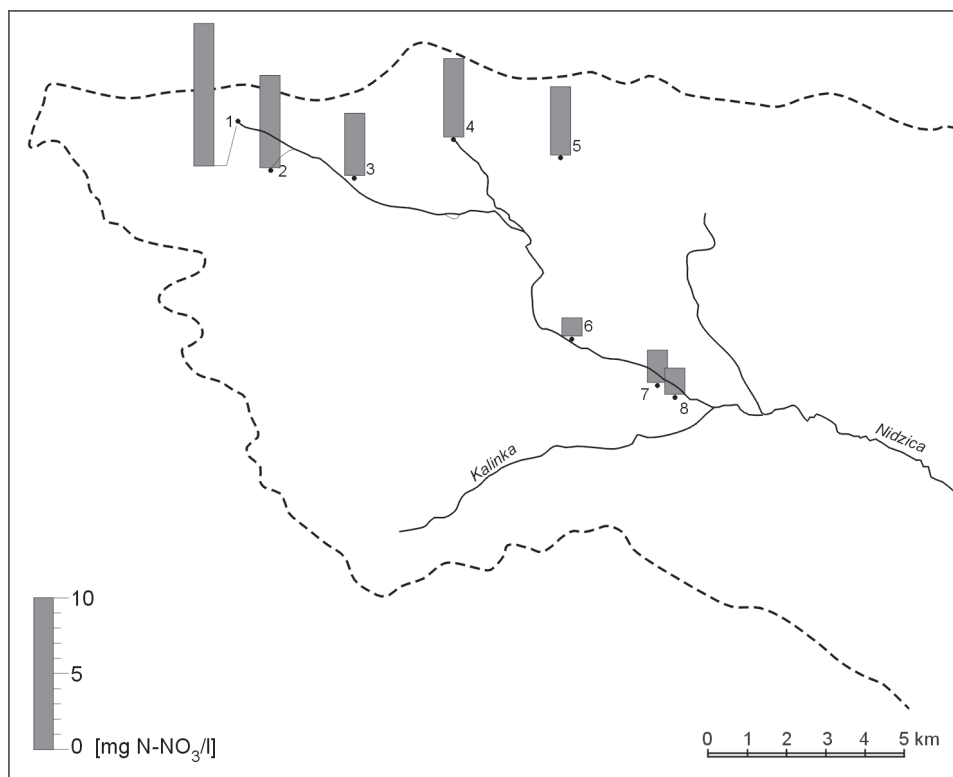
Ryc. 41. Liczba źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w zlewni Nidzicy w lipcu 1999 r.

Fig. 41. Number of springs having water in the specified ground water quality classes in the Nidzica drainage basin in July 1999

Azot amonowy. Nie stwierdzono występowania tego składnika w wodzie.

Fosforany (ryc. 43). Poziom koncentracji jonu ortofosforanowego w wodach źródeł zlewni Nidzicy pozwala zaliczyć je do klasy wód najwyższej jakości (nr 6, 7 i 8) i wysokiej jakości (nr 1-5) (ryc. 41).

Ocena ogólna



Ryc. 42. Koncentracja N-NO₃ w wodach źródeł zlewni Nidzicy w lipcu 1999 r.

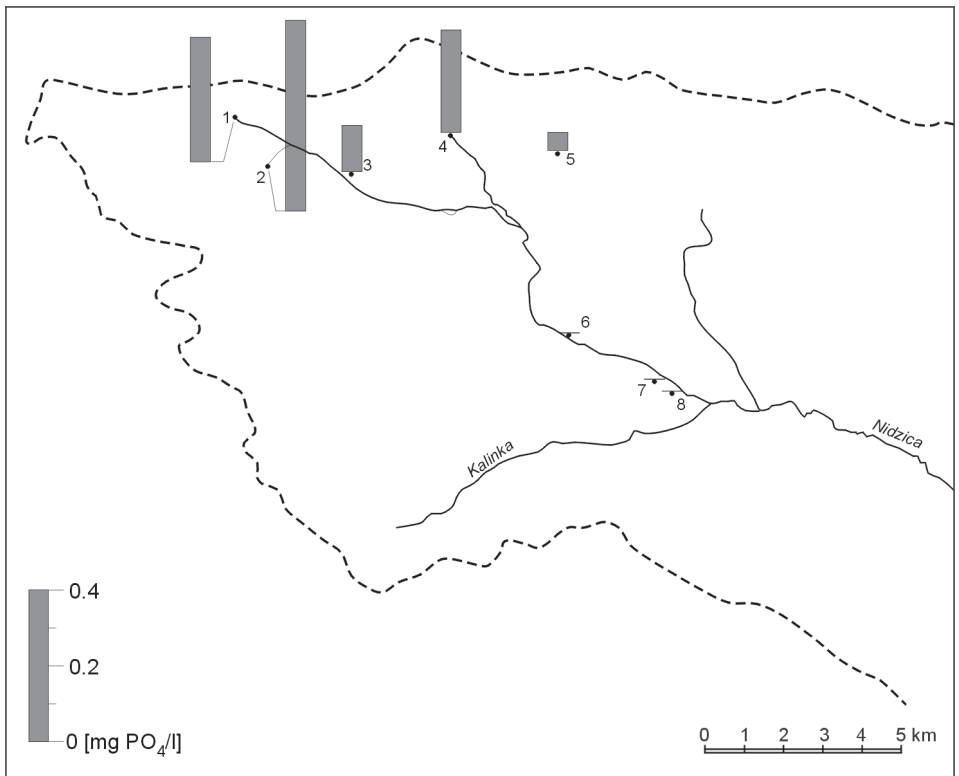
Fig. 42. N-NO₃ concentration in the spring-water of the Nidzica drainage basin in July 1999

Porównanie wyników badania źródeł w 1973 i 1999 r. wykazało, że ich wydajność w czasie badań w 1999 r. była znacznie większa niż w 1973 r. W większości przypadków otoczenie źródeł nie zostało zmienione, zarówno w przypadku źródeł zdewastowanych, jak i źródeł posiadających walory poznawcze. Spośród czterech źródeł posiadających istotne walory poznawcze, I. Dynowska postulowała objęcie ochroną prawną trzech z nich; żadne nie zostało objęte ochroną.

6. 8. Źródła w zlewni Pilicy

Charakterystyka geograficzna i stan dotychczasowego rozpoznania źródeł

Badany fragment zlewni Pilicy położony jest w obrębie dwóch mezoregionów: Wyżyny Częstochowskiej – na zachodzie i Progu Lelowskiego – na wschodzie (Kon-dracki, 2000).



Ryc. 43. Koncentracja PO₄ w wodach źródeł zlewni Nidzicy w lipcu 1999 r.

Fig. 43. PO₄ concentration in the spring-water of the Nidzica drainage basin in July 1999

W obrębie Wyżyny Częstochowskiej występują wapienie i margle górnourajskie (malm), których powierzchnia podlegała w trzeciorzędzie denudacji krasowej. Rzeźba zachodniej części badanego obszaru charakteryzują płaskowzgórza powstałe poprzez ścięcie poziomem erozyjnym struktur monoklinalnych zapadających pod kątem ok. 6-8° w kierunku północno-wschodnim (Czeppe, 1972). Płaskowzgórza rozcięte są głębokimi dolinami lewobrzeżnych dopływów Pilicy: Krztyni z Białą. Płaskodenne doliny wypełnione piaskami plejstoceniowymi, odznaczają się zmienną szerokością i mają charakter jarów krasowych. Dalej na wschód rzeźba przyjmuje charakter progowy, z zaznaczającym się wyraźnie w morfologii terenu kredowym Progiem Lelowskim o charakterze kuesty.

Próg Lelowski stanowi pasmo wzgórz o wysokości dochodzącej do 340 m n.p.m., zbudowanych z monoklinalnie zapadających margli, opok, wapieni i piasków kredowych, na których zalegają utwory czwartorzędowe, w tym – znacznych rozmiarów płaty lessów w okolicach Lelowa. Próg Lelowski rozcięty jest poprzecznie licznymi dolinami założonymi na uskawkach (Nowak, 1965).

Obszar badań ma charakter rolniczy, o zróżnicowanych glebach: bielicach na piaskach, zajętych przez lasy bukowe i sosnowe, rędzinach na wapieniach oraz urodzajnych brunatnoziemiach wytworzonych na lessach. Brak jest znaczniejszych ośrodków przemysłowych.

Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, ark. Kraków, 1985) badany fragment zlewni Pilicy znajduje się w obrębie dwóch regionów: XVII – wieluńsko-krakowskiego (XVII 2 – podregion krakowsko-częstochowski), w zachodniej, źródłowej części zlewni, z poziomem wodonośnym w utworach jury górnej, odznaczającym się wydajnością otworów studziennych od kilku do 120 m³/h oraz XVIII – nidziańskiego, z głównym, szczelinowym poziomem użytkowym w utworach kredy górnej. Wydajność otworów studziennych wynosi przeważnie od 10 do 70 m³/h, spora-dwyczajnie – do 120 m³/h.

Wodonośność górnourajskich wapieni zależy od stopnia skrasowienia i szczelinowatości. Szczególnie dobre warunki dla retencji wód podziemnych istnieją w strefach rowów i uskoków tektonicznych, w przeciwieństwie do zrębów, stanowiących dość monolityczne, słabospękane i słaboskrasowiałe bloki (Kleczkowski, 1978a). Wodonośne margle, wapienie i piaski kredowe łączy z wapieniami jurajskimi system spękań, dzięki któremu istnieje swobodny przepływ wód podziemnych z jednego systemu do drugiego. W pobliżu granicy pomiędzy utworami jury i kredy, te ostatnie są bezpośrednio podścielone jurą. Jak zauważa A.S. Kleczkowski (1978a) w strefie tej *wapienie malmu często występują na powierzchni tworząc swego rodzaju wyspy w obrębie kredy; silnie spękane i skrasowiałe, stanowią dobry zbiornik dla wód infiltracyjnych. Poprzez system szczelin [...], zależnie od warunków lokalnych i morfologii, albo zasilają jurajski i kredowy poziom wodonośny, albo stanowią dla tych ostatnich obszary drenażowe – jakby wielkie studnie, ujawniające się źródłami. Źródła te, zwłaszcza w zlewni Krztyni, odznaczają się szczególnie dużą wydajnością (ponad 100 l/s), rzadko spotykaną w obszarach pozagórskich. Nagromadzenie niewielkich, głębinowych ujęć wód podziemnych znajduje się w okolicach Szczekocin (*Mapa hydrogeologiczna Polski, 1:200 000, ark. Kraków, 1985*).*

Badania I. Dynowskiej w 1973 i 1974 r. objęły 29 źródeł. Źródła znajdujące się w obrębie Wyżyny Częstochowskiej zasilane są przez wody w wapieniach skalistych, płytowych i marglach malmu (21 źródeł – 72%), natomiast źródła wypływające w obrębie Progu Lelowskiego zasilane są z margli, opok i wapieni senonu (6 źródeł – 24%) oraz z piasków albu (2 źródła – 4%). Na szczególną uwagę zasługują bardzo wydajne źródła o wydajności ponad 100 l/s, zasilane z utworów malmu.

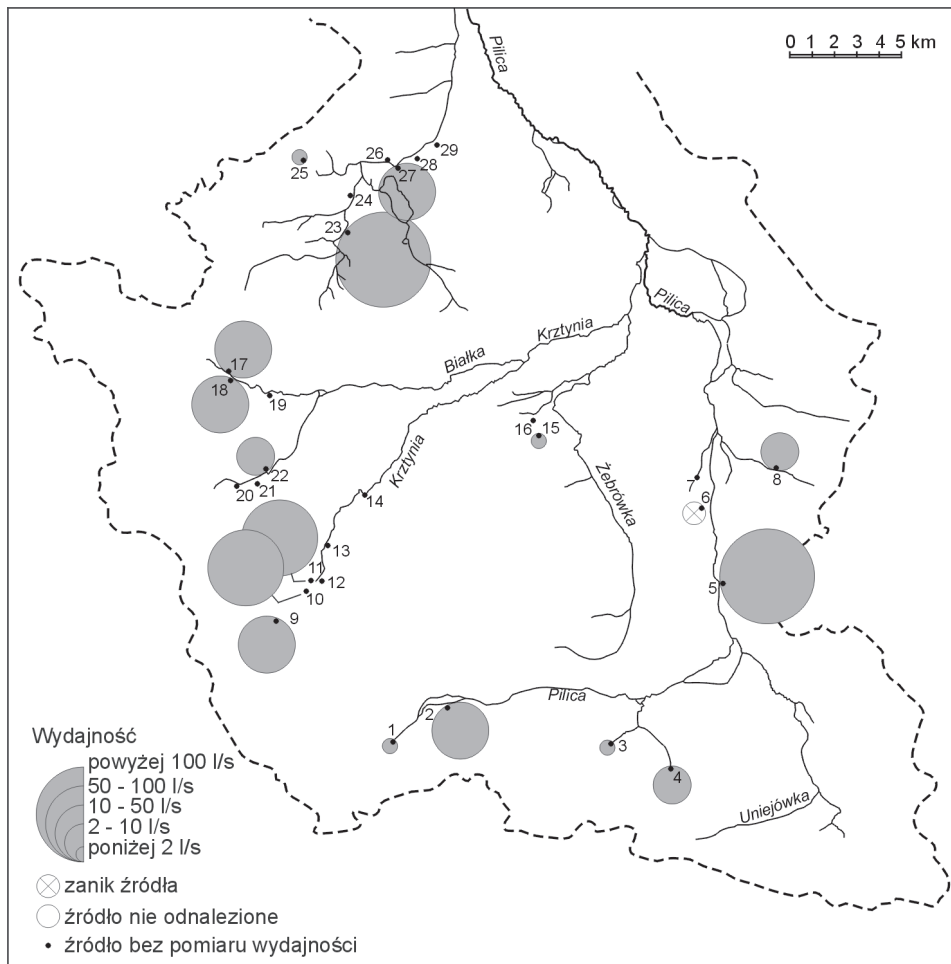
Stan źródeł we wrześniu 1999 r.

Badania źródeł przeprowadzono w dniach 15-17 i 20 września 1999 r. (tab. VIII).

Wydajność (ryc. 44). Stwierdzono zanik wypływu wody w jednym źródle (nr 6 – w Małoszycach), a jedno (nr 12 – w Siamoszycach) znalazło się poniżej zwierciadła wody sztucznego zalewu. Źródło to, będące ze względu na swą bardzo dużą wydajność (350 l/s) przyrodniczym unikatem, zostało w ten sposób zniszczone. Wydajność 18 źródeł spośród tych, w których możliwe było wykonanie pomiaru, wynosiła: ponad 100 l/s – w przypadku dwóch źródeł, w zakresie 10-100 l/s – w przypadku dziewięciu źródeł,

w zakresie od 1 do 10 l/s – w przypadku czterech źródeł oraz do 1 l/s – w przypadku trzech źródeł. W większości przypadku wydajność była większa niż w czasie badań I. Dynowskiej. Znacznie większą wydajność zanotowano w źródle w Pilicy-Piaskach (nr 2), Więckach (nr 9) i Sokolnikach (nr 23). W niektórych źródłach wydajność była niższa, jednakże mieściła się w zakresie prawdopodobnych wahań sezonowych.

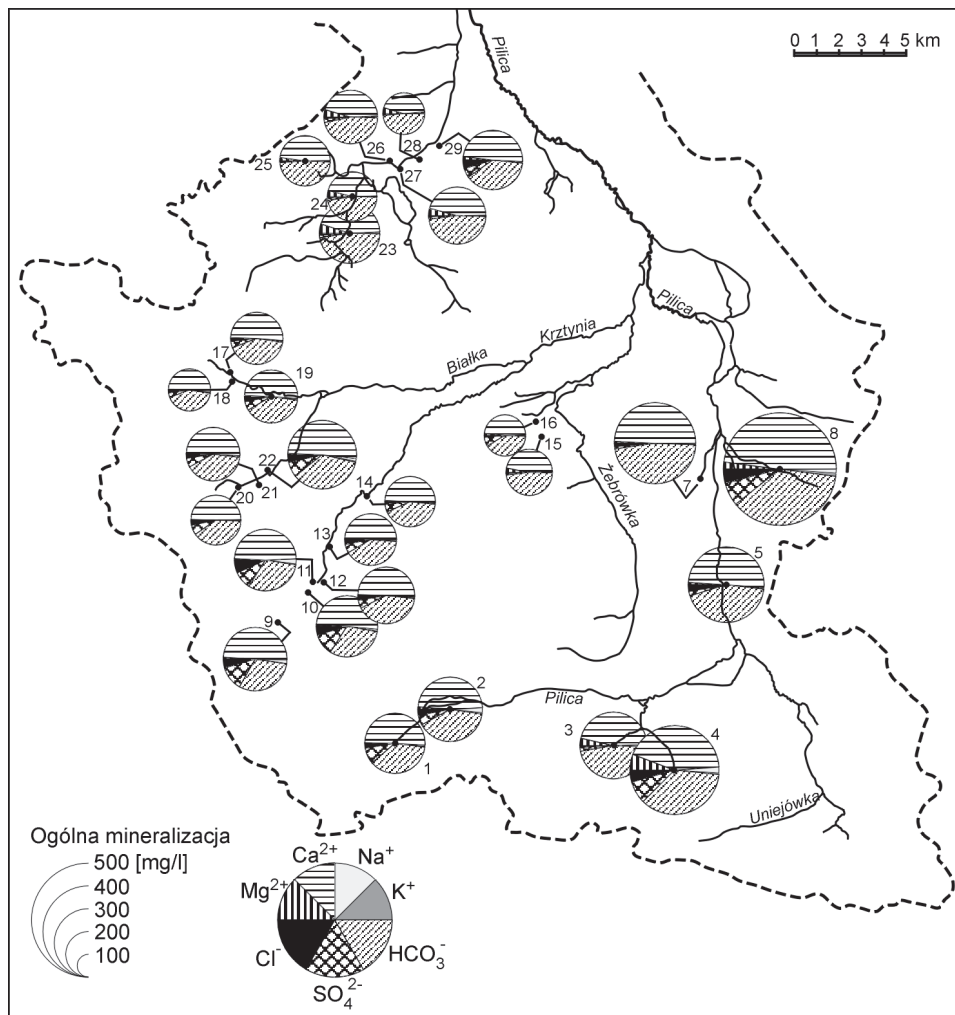
Mineralizacja ogólna wód źródłanych (ryc. 45) mieściła się w zakresie od 180 do 493 mg/l, wobec wartości średniej równej 261 mg/l. Wszystkie badane wody spełniały pod tym względem kryterium wody pitnej. Według *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (19993) badane wody mieściły się w klasie wód najwyższej jakości (Ia), z wyjątkiem wody ze źródła w Węgrzynie (nr 8), d lokującego się w kategorii wód



Ryc. 44. Wydajność źródeł w zlewni Pilicy we wrześniu 1999 r.

Fig. 44. Discharge of the springs in the Pilica drainage basin in September 1999

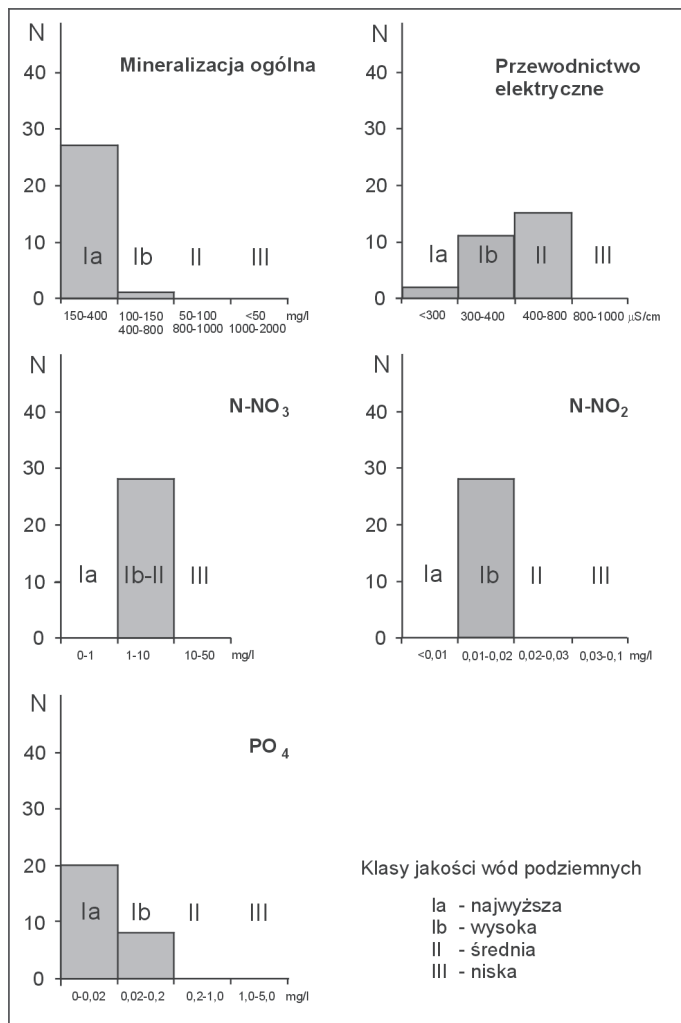
wysokiej jakości (Ib) (ryc. 46). W 17 spośród 29 źródeł badanych przez I. Dynowską, możliwe było porównanie dawnej i obecnej ogólnej mineralizacji i przewodnictwa właściwego wody. We wszystkich źródłach, z wyjątkiem wypływu w Ołudzy (nr 16) stwierdzono wzrost obu parametrów; średnio o 31% – w przypadku ogólnej mineralizacji i 11% – w przypadku przewodnictwa właściwego wody. Najwyższy wzrost mineralizacji stwierdzono w źródłach znajdujących się w zlewni Białki (nr 20-22).



Ryc. 45. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (% mval/l) wód źródłanych w zlewni Pilicy we wrześniu 1999 r.

Fig. 45. Total dissolved solids and ion composition (% meq/l) of spring-water in the Pilica drainage basin in September 1999

Przewodnictwo właściwe wód źródlanych mieściło się w zakresie od 288 do 706 $\mu\text{S}/\text{cm}$, wobec wartości średniej 421 $\mu\text{S}/\text{cm}$. W większości przypadków wody badanych źródeł plasują się pod tym względem w klasie wód średniej jakości (II) – 15 źródeł, następnie w klasie wód wysokiej jakości (Ib) – 11 źródeł, i w klasie wód bardzo wysokiej jakości (Ia) - 2 źródła (ryc. 46). Jedyne w przypadku dwóch źródeł stwierdzono niższe przewodnictwo niż w czasie badań I. Dynowskiej. W pozostałych



Ryc. 46. Liczba źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w zlewni Pilicy we wrześniu 1999 r.

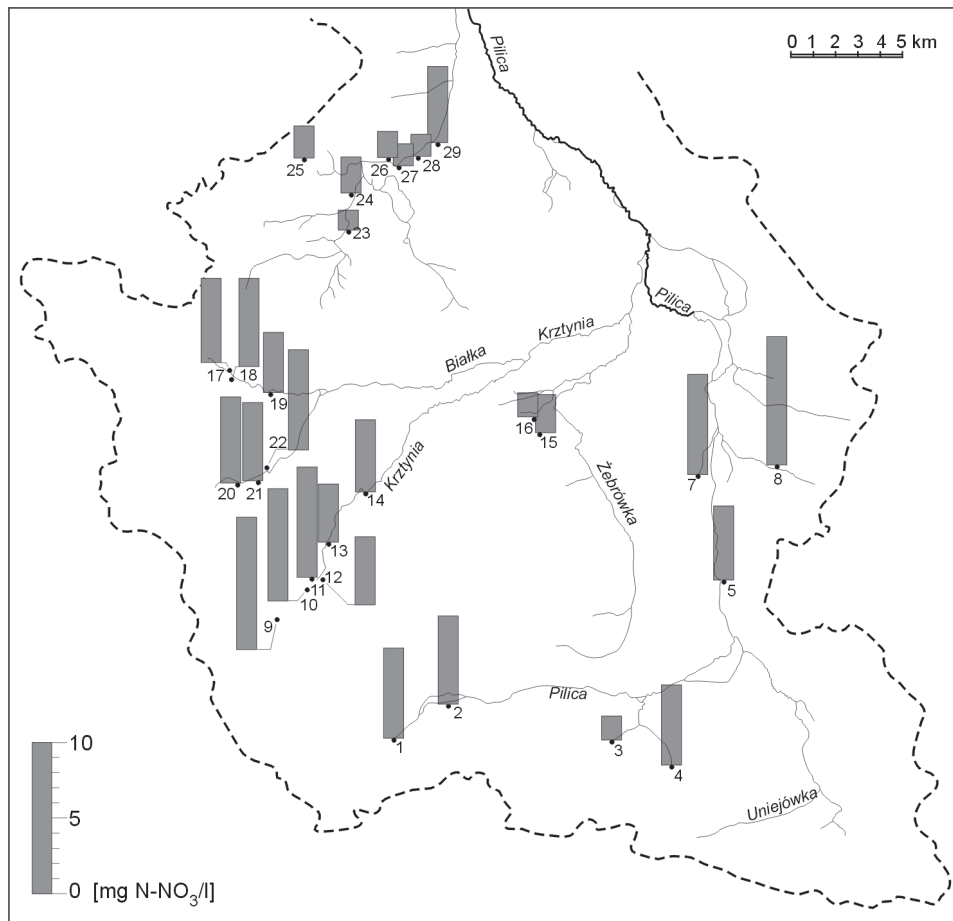
Fig. 46. Number of springs having water in the specified groundwater quality classes in the Pilica drainage basin in September 1999

przypadkach przewod-nictwo było od 1 do 26% wyższe. Najwyższy wzrost, o 25-26%, stwierdzono – podobnie jak w przypadku ogólnej mineralizacji – w źródłach nr 20-22, wobec średniego wzrostu w zlewni wynoszącego 27%.

Twardości ogólnej i węglanowej w źródłach zlewni Pilicy nie oznaczono.

Klasyfikacja hydrochemiczna. Wody wszystkich badanych źródeł należą, wg klasyfikacji Szukariewa-Prikońskiego, do wód dwujonowych, wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 9).

Azoty (ryc. 47). Koncentracja azotu azotanowego ($N-NO_3$) była zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 1,3 do 8,7 mg/l, przy wartości średniej 4,6 mg/l. Wszystkie wody mieściły się pod tym względem w klasie wód wysokiej-średniej jakości (Ib-II) (ryc. 46). Norma dla wód pitnych i na potrzeby gospodarcze nie została przekroczona



Ryc. 47. Koncentracja $N-NO_3$ w wodach źródeł zlewni Pilicy we wrześniu 1999 r.

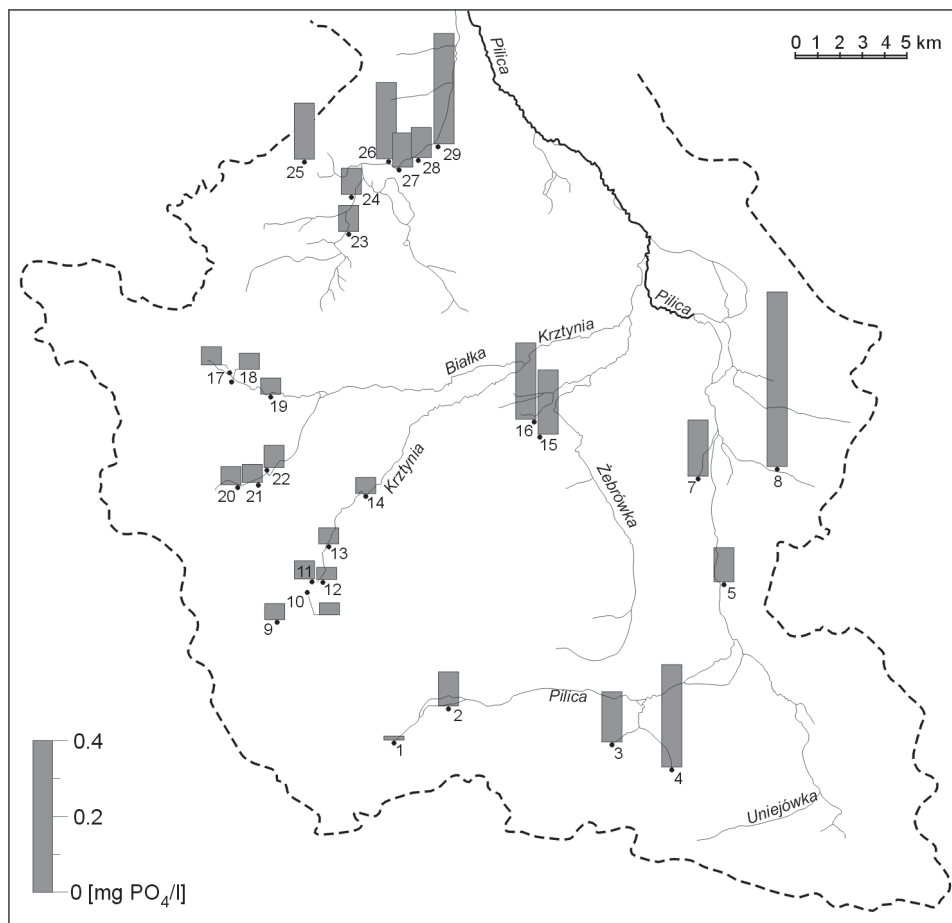
Fig. 47. $N-NO_3$ concentration in the spring-water of the Pilica drainage basin in September 1999

w żadnym przypadku. W północnej części badanego fragmentu zlewni zaznacza się sku-pienie źródeł o niskiej koncentracji $N-NO_3$, podobnie jak w przypadku źródeł położonych w centralnej części zlewni (nr 15 i 16).

Azotyny. Występowanie azotu azotynowego ($N-NO_2$) stwierdzono w 11 przy-pad-kach, jednak na niskim poziomie, plasującym te źródła w klasie wód wysokiej jakości (Ib).

Azot amonowy stwierdzono w trzech przypadkach, jednak jego stężenie nie przekroczyło wartości śladowych.

Fosforany (ryc. 48). Koncentracja jonu ortofosforanowego (PO_4) pozwala zaliczyć wody 20 źródeł do klasy wód bardzo wysokiej jakości (Ia), a ośmiu – do klasy wód wysokiej jakości (Ib) (ryc. 46).



Ryc. 48. Koncentracja PO_4 w wodach źródeł zlewni Pilicy we wrześniu 1999 r.

Fig. 48. PO_4 concentration in the spring-water of the Pilica drainage basin in September 1999

W badanej części zlewni Pilicy istnieje duże nagromadzenie interesujących źródeł, zasługujących wg I. Dynowskiej (1983) na ochronę. Pomimo sugerowanego objęcia ochroną 11 źródeł, żadne z nich nie doczekało się tego. Jedno z najciekawszych źródeł w Polsce (nr 12 – Siamoszyce), odznaczające się w przeszłości wydajnością około 350 l/s (!) zostało przykryte wodami sztucznego zalewu. Inne, wyjątkowo interesujące ze względu na burzliwy, pulsujący wypływ wody (nr 24 – Lelów), pomimo dobrego stanu, zagrożone jest istnieniem pobliskiej stacji benzynowej. Jedyne w przypadku trzech źródeł stwierdzono poprawę stanu otoczenia. Szczególną ochroną należy objąć zespół wypływów w Węgrzynowie, gdzie w odległości około 1 km znajdują się cztery wydajne źródła wypływające na linii uskoku. Jedno z nich (św. Jana Nepomucena) zostało obudowane i uporządkowane; pozostałe ciągle wymagają uporządkowania. Podobnie jak w innych zlewniach, w 1999 r. stwierdzono wyższą wartość ogólnej mineralizacji i przewodnictwa właściwego niż w latach 1973 i 1974.

6. 9. Źródła w zlewni Warty

Charakterystyka geograficzna obszaru i stan dotychczasowego rozpoznania źródeł

Północna część obszaru badań należy do makroregionu Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej (Kondracki, 2000). W jej rzeźbie zaznaczają się trzy pasma wzniesień (progi), które zapadają się monoklinalnie ku północnemu wschodowi. Obniżenia między progami wypełniają plejstocenijskie piaski i gliny morenowe. Mezoregion Wyżyny Wieluńskiej stanowi część płyty górnourajskiej. Kuesta jest częściowo zatarta, skały podłoża odsłaniają się tylko miejscami spod miększych utworów czwartorzędowych. Niektóre wzniesienia są pochodzenia akumulacyjnego (gliniasto-żwirowe pagórki moren czołowych), inne, np. w okolicach Wielunia – tektonicznego, i są zbudowane z mniej odpornych skał jury środkowej i górnego triasu. Wzniesienia osiągają wysokość od 220 do 280 m n.p.m. Drugim mezoregionem Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej jest Obniżenie Górnej Warty, które jest subsekwentną bruzdą u podnóża kuesty Wyżyny Częstochowskiej, wypreparowaną w mało odpornych na erozję rudonośnych iłach środkowourajskich, przykrytych piaskami i glinami czwartorzędowymi. Obniżeniem płynie Warta, która ma źródła we wsi Kromołów. Wysokość dna doliny wynosi od 335 do 240 m n.p.m.

Część południowa zlewni Warty należy do makroregionu Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, która jest płytą wapieni górnourajskich, pochyloną ku północnemu-wschodowi, a wznoszącą się od 300 m n.p.m. w okolicach Częstochowy, do około 500 m – w części południowej. Od strony zachodniej zaznacza się wyraźna kuesta jurajska – próg denudacyjny o wysokości względnej do 100 m. Ponad zrównaną powierzchnią wznoszą się skrasowiałe ostańcowe skałki wapienne, wykształcone w wapieniach

skalistych. Od strony południowej występują liczne uskoki. Przez Wyżynę przebiega dział wodny Odry i Wisły. Mezoregion Wyżyny Częstochowskiej rozciąga się między przełomowym odcinkiem Warty w okolicach Mstowa – na północy, a Bramą Wolbromską i doliną Białej Przemszy – na południu. Zbudowany jest z wapieni górnjurajskich (malm), zdenudowanych przez trzeciorzędowe procesy krasowe. Doliny wypełnione są piaskami plejstocenijskimi. Doliny rzeczne tworzą wyraźne jary krasowe o znacznym spadku i nie wyrównanym dnie; charakterystyczne są rozszerzenia i zwężenia uwarunkowane odpornością skał.

Wschodnia część obszaru badań należy do mezoregionu Progu Lelowskiego, który jest częścią makroregionu Wyżyny Przedborskiej. Próg jest monoklinowym pasmem wzgórz zbudowanych z piaskowców i margli kredowych, na których zalegają utwory czwartorzędowe. Na północnym-zachodzie wysokość progu dochodzi do 280 m n.p.m., a na południowym-wschodzie przekracza 340 m. Wysokości względne mieszczą się w granicach od 10 do 35 m.

Według podziału hydrogeologicznego (*Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:200 000*, ark. Kraków, 1985) badany obszar znajduje się w obrębie trzech regionów. Źródłowa część zlewni Warty położona jest w regionie XVII - wieluńsko-krakowskim (XVII 1 – podregion wieluński i XVII 2 – podregion krakowsko-częstochowski) z użytkowymi poziomami wodonośnymi w utworach triasu środkowego, jury dolnej, środkowej i górnej oraz w utworach czwartorzędu (głównie w dolinie Warty). Największą wydajnością otworów studziennych odznaczają się utwory środkowej i górnej jury (do 100-120 m³/h). Utwory triasowe odznaczają się wydajnością studzien do 30-60 m³/s, a czwartorzędowe – do 70 m³/s.

Zbiornik wodonośny stanowią skaliste, płytowe wapienie oraz margle jurajskie. W północnej części nieliczne źródła zasilane są z piasków plejstocenijskich. Źródła krasowe, wypływające z wapieni, występują na obszarze zbudowanym z wapieni jurajskich, o krasowym krążeniu wód podziemnych. Na skutek rozcięcia systemów kanałów krasowych przez głębokie doliny, wypływy są obfite.

Warta tworzy na badanym obszarze dwa głębokie przełomy: w okolicy Mstowa i pod Działoszynem, gdzie dolina osiąga głębokość około 60 m. Przełomowe odcinki szczególnie intensywnie drenują horyzonty wód podziemnych. Głównymi dopływami Warty na badanym obszarze są: Wiercica, Biała Oksza i Liswarta. Rzeki charakteryzują się gruntowo-śnieżno-deszczowym typem zasilania, przy czym zdecydowanie przeważa zasilanie gruntowe, którego udział wynosi około 50-70%. Stany wody i przepływy są stosunkowo wyrównane, a niżówki – płytkie.

W obrębie badanej części zlewni Warty przeważają przepuszczalne gleby, wytworzone z piasków nawapiennych, o mniejszym zasięgu – gleby powstałe z glin i pyłów oraz urodzajne brunatnoziemy, wytworzone na lessach. Niewielką powierzchnię zajmują szkieletowe rędziny wytworzone na skałach węglanowych. W zakolu Warty koło Działoszyna występują gleby bagienne.

Z glebami piaszczystymi i rędzinami związane są bory sosnowe, dębowo-sosnowe, grądy i buczyny. Znaczne obszary leśne występują wzdłuż górnego biegu Warty, w zlewni Wiercicy, a także w rejonie zakola Warty pod Działoszynem.

Północno-zachodnia część Wyżyny Wieluńskiej jest krainą rolniczą o glebach przeważnie gliniastych, natomiast okolice Działoszyna są bardziej przemysłowe. Istnieje tu duża cementownia „Warta”, kamieniołomy i wapienniki. W Obniżeniu Górnej Warty – śladami po górnictwie rud żelaza są hałdy i wyrobiska. Wyżyna Częstochowska ma charakter rolniczy, czynne są też kamieniołomy wapienia pod Częstochową i w Ogrodzieńcu, gdzie znajduje się cementownia.

W dolinie Warty utworzono w 1978 r. Załęczański Park Krajobrazowy. W obrębie Wyżyny Częstochowskiej utworzono Park Krajobrazowy „Orlich Gniazd”.

Zasoby wód podziemnych są zagrożone przez intensywną eksploatację dla potrzeb gospodarczych (wodociągi). Niekorzystny wpływ wywierają też kamieniołomy. Zagrożenie stanowią ścieki przemysłowe i komunalne oraz hałdy odpadów poprzemysłowych. Zanieczyszczone wody Warty, infiltrujące w podłoże, mogą powodować degradację wód podziemnych. Zagrożeniem dla źródeł jest ich zaśmiecanie, niefachowe ujęcie, itp.

W zlewni Warty I. Dynowska (1983) objęła badaniami 53 źródła. Zdecydowana większość – 47 źródeł (89 %) zasilane było przez wody podziemne występujące w wapieniach i marglach jurajskich. Pozostałe źródła zasilane były przez wody występujące w piaskach plejstocenijskich podścielonych ilami jury środkowej (nr 47, 48, 49, 50, 51) oraz piaskach plejstocenijskich na podłożu wapieni i margli jurajskich (nr 42). Spośród badanych źródeł większość (21) stanowiły źródła przykorytowe. Występowały też źródła podzboczowe (15), zboczowe (11) i terasowe (6).

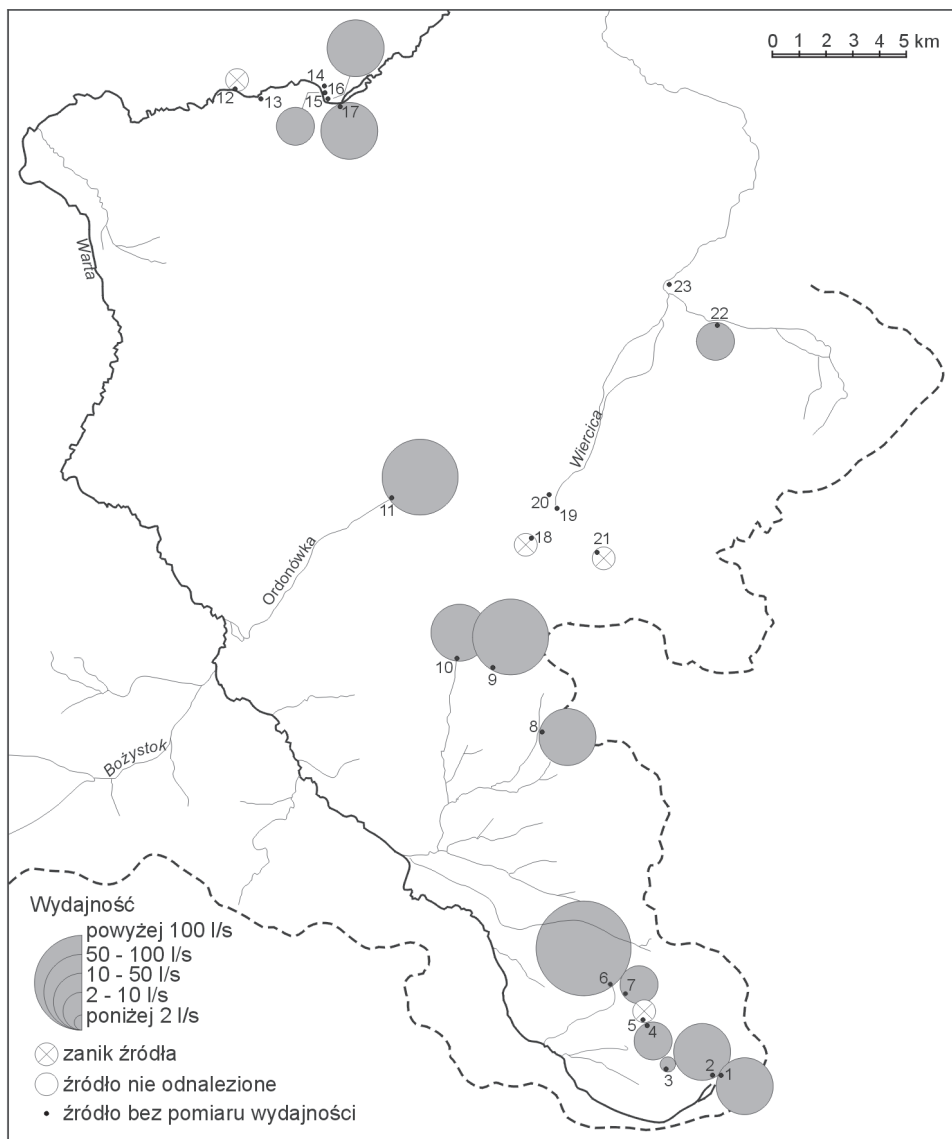
Stan źródeł w kwietniu i maju 2000 r.

Badania źródeł w zlewni Warty przeprowadzono w dniach 26-29 kwietnia oraz 12-13 maja (tab. IX).

Wydajność (ryc. 49 i 50). Stwierdzono całkowity zanik dwóch źródeł (nr 26, 37) o wydajności w 1973 r. 0,7 i 1,3 l/s. Zaobserwowano też okresowy zanik trzech źródeł (nr 18, 21, 41). Wydajność największego z nich wynosiła w 1973 r. 25 l/s. W czasie prac drogowych zasypane zostały dwa źródła (nr 5 i 12) o niewielkiej wydajności. Przyczyną zaniku dwóch kolejnych źródeł (nr 27 i 33) było podpiętrzenie wody w rzece. Źródło nr 24 i 40 nie odnaleziono.

Największą wydajnością, spośród 26 zmierzonych, charakteryzowały się źródła w Blanowicach (nr 6) – 150 l/s i w Żarkach-Leśniowie (nr 9) – 82 l/s. Źródło o wydajności ponad 10 l/s było dziesięć, a wydajność sześciu z nich przekraczała 30 l/s. Wydajność sześciu źródeł była niewielka – poniżej 1 l/s. W okresie badań w 1973 r., w klasie o wydajności powyżej 10 l/s było 15 źródeł; powyżej 30 l/s – osiem, natomiast źródeł o niewielkiej wydajności (poniżej 1 l/s) – dziewięć.

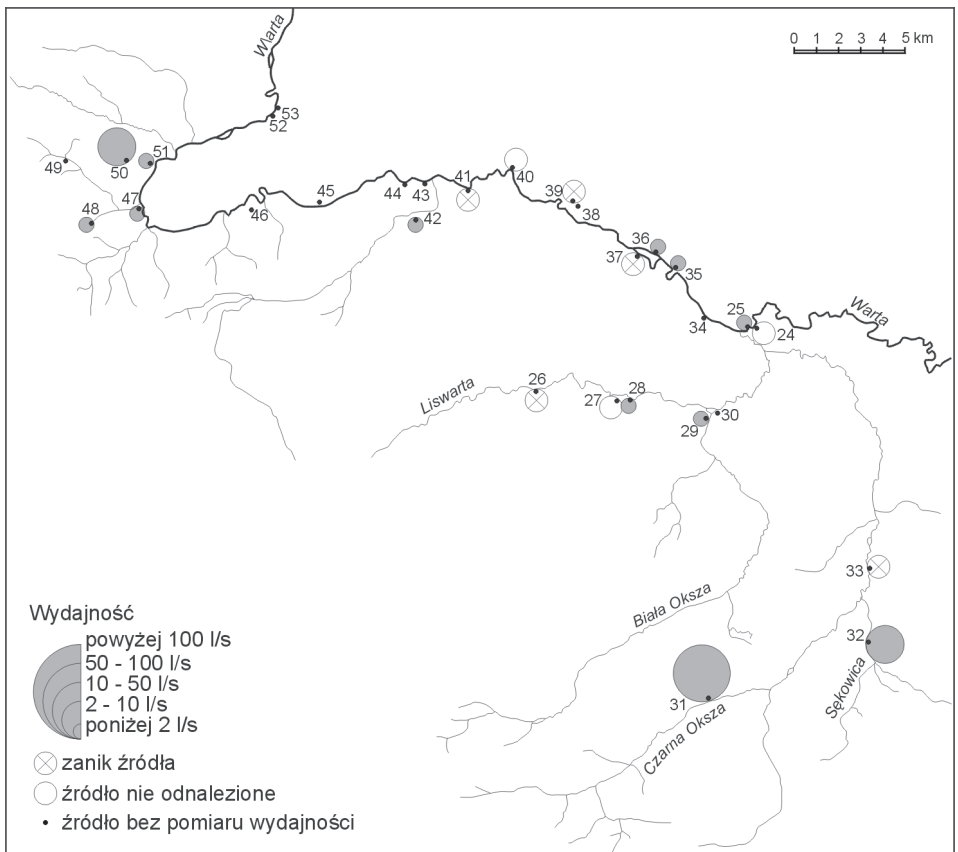
Mineralizacja ogólna (ryc. 51 i 52) wód źródłanych mieściła się w zakresie od 129,2 do 478,3 mg/l, przy wartości średniej 252,7 mg/l. Wszystkie wody spełniały pod tym względem wymogi stawiane wodzie pitnej. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) większość – 32 źródła (80%) – mieściła się w klasie wód najwyższej jakości (Ia), pozostałe – w klasie wód wysokiej jakości (ryc. 53). Zarówno w 1973, jak i w



Ryc. 49. Wydajność źródeł w zlewni Warty (część południowa) w maju 2000 r.

Fig. 49. Discharge of the springs in the Warta drainage basin (southern part) in May 2000

2000 r. analizom chemicznym zostały poddane wody 40 źródeł. Porównanie z wynikami uzyskanymi przez I. Dynowską można jednak przeprowadzić jedynie w odniesieniu do 29 źródeł, których wody zostały przebadane w obu okresach. W 2000 r. stwierdzono wyższą mineralizację ogólną; średnio o 46%. Dwa razy wyższa mineralizacja wystąpiła



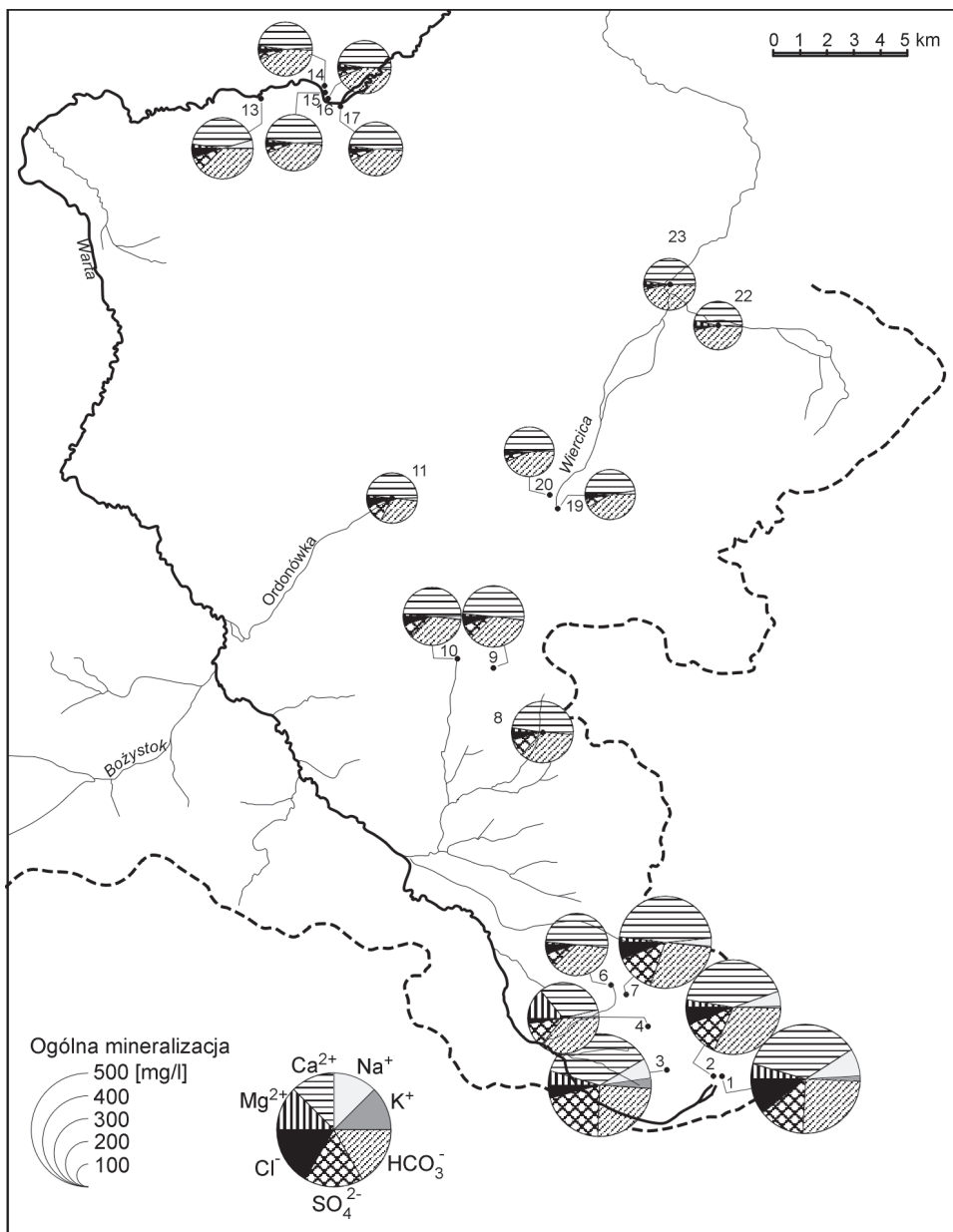
Ryc. 50. Wydajność źródeł w zlewni Warty (część północna) w maju 2000 r.

Fig. 50. Discharge of the springs in the Warta drainage basin (northern part) in May 2000

w położonych blisko siebie źródłach spływowych, porowych, zasilanych przez wody występujące w piaskach plejstocenijskich – w Dietrznikach (nr 49) i w Bieńcu (nr 50). Jedynie w przypadku dwóch źródeł (nr 4 i 20) mineralizacja ogólna była niższa odpowiednio o 5 i 21%.

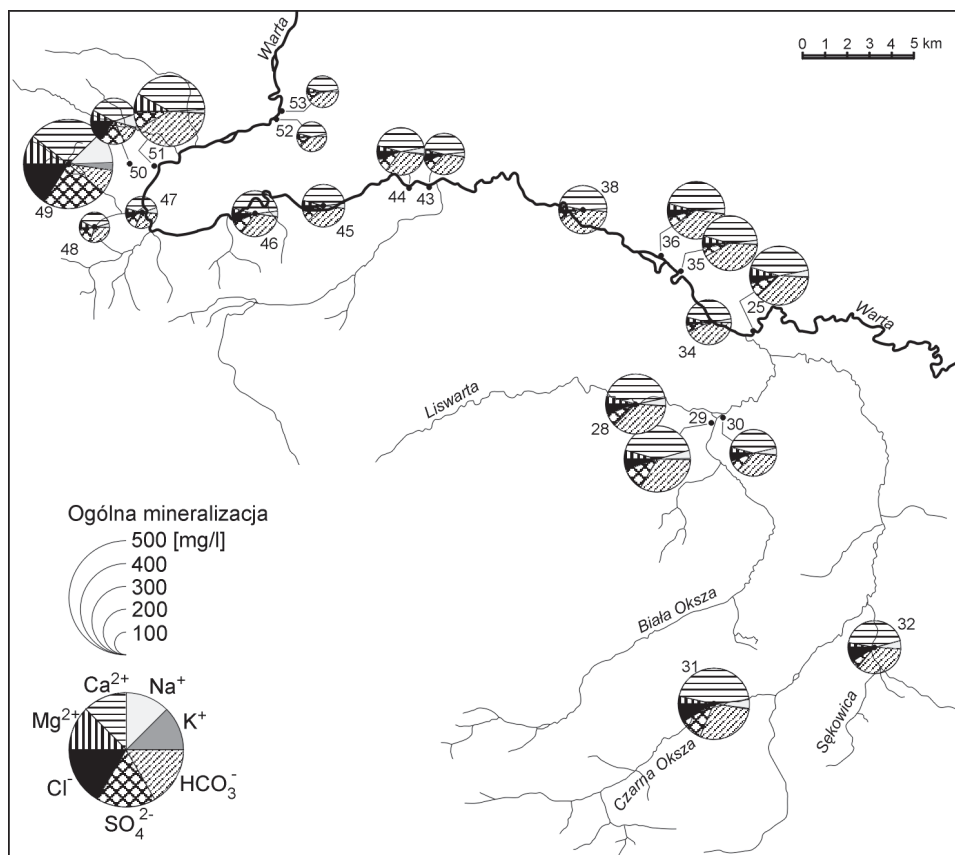
Przewodnictwo właściwe wód mieściło się w zakresie od 212 do 680 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wobec wartości średniej 372 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Stosując to kryterium, wody 23 badanych źródeł (57,5%) można uznać za wody wysokiej jakości (Ib), 11 źródeł (27,5 %) – za wody średniej jakości (II), a 5 źródeł (15 %) – za wody najwyższej jakości (Ia) (ryc. 53). W porównaniu z wynikami I. Dynowskiej, przewodnictwo właściwe było wyższe; średnio o 17%. Największą różnicę, w stosunku do 1973 r., stwierdzono w źródłach nr 49 i 50.

Twardość ogólna wód źródłanych mieściła się w granicach od 6 do 17,2ⁿ, przy wartości średniej 10,9ⁿ. Wg *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993), wody 31 źródeł (77,5%) mieściły się w najwyższej, a wody 9 źródeł (22,5%) – w wysokiej klasie jakości.



Ryc. 51. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (mval/l) wód źródłanych w zlewni Warty (część południowa) w maju 2000 r.

Fig. 51. Total dissolved solids and ion composition (meq/l) of spring-water in the Warta drainage basin (southern part) in May 2000



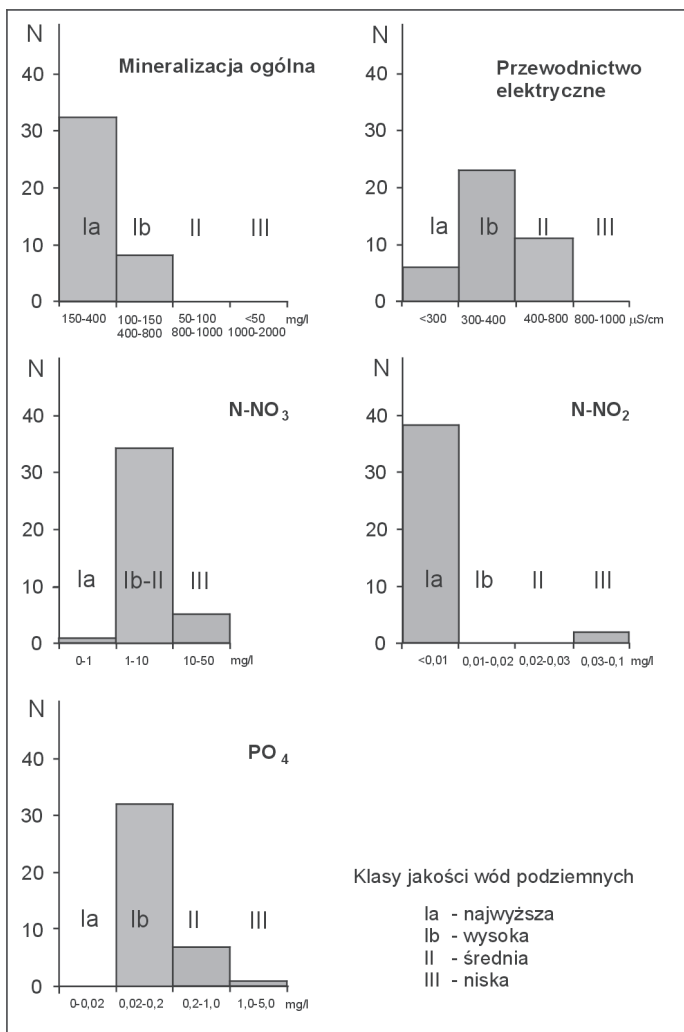
Ryc. 52. Ogólna mineralizacja i skład jonowy (mval/l) wód źródłanych w zlewni Warty (część północna) w maju 2000 r.

Fig. 52. Total dissolved solids and ion composition (meq/l) of spring-water in the Warta drainage basin (northern part) in May 2000

Twardość węglanowa zawierała się w granicach od 1,6 do 12,1ⁿ, przy wartości średniej 7,4ⁿ, co pozwala zaklasyfikować wody 25 źródeł (62,5 %) do klasy najwyższej, a 15 źródeł (37,5 %) – do klasy wysokiej jakości.

Klasyfikacja hydrochemiczna. Spośród 40 źródeł, dla których wykonano analizy chemiczne, 28 należy – wg klasyfikacji Szukariewa-Prikłońskiego – do wód dwujonowych: wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 9), 8 – do wód trzyjonowych: siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowych (grupa 8). Wody czterojonowe (grupa 39 i 42) występowały w trzech źródłach, pięciodonowe (grupa 43) – w jednym.

Azotany (ryc. 54 i 55). Koncentracja azotu azotanowego (N-NO₃) była zróżnicowana i mieściła się w zakresie od 0,1 do 18,1 mg/l, przy wartości średniej 5,7 mg/l. Według *Klasyfikacji zwykłych wód podziemnych...* (1993) zastosowanie tego wskaźnika



Ryc. 53. Liczba źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych w zlewni Warty w maju 2000 r.

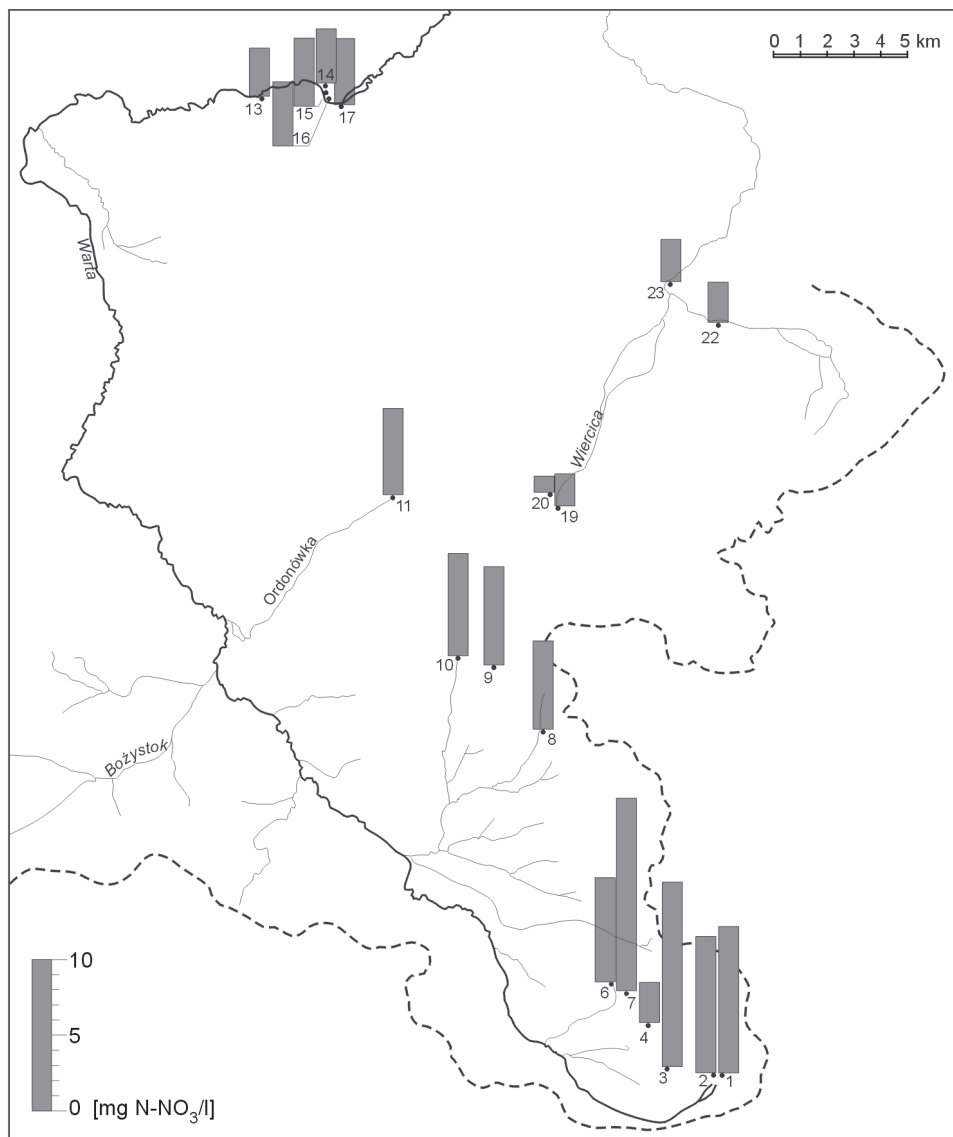
Fig. 53. Number of springs having water in the specified ground water quality classes in the Warta drainage basin in May 2000

pozwała zaliczyć wody 34 źródeł (85 %) do wód wysokiej-średniej jakości (Ib-II) i 5 źródeł (12,5 %) – do wód niskiej jakości (III) (ryc. 53). Do klasy najwyższej jakości (Ia) można zaliczyć wody tylko jednego źródła (nr 51). Norma dla wód pitnych i przeznaczonych na potrzeby gospodarcze (10 mg/l) została przekroczona w pięciu przypadkach.

Azotyny. Azot azotynowy w wodach 38 źródeł nie występował lub występował

w ilości pozwalającej zakwalifikować je do klasy najwyższej jakości. Wody dwóch źródeł zaliczono do klasy wód niskiej jakości.

Azot amonowy. Nie stwierdzono występowania tego składnika w wodzie.



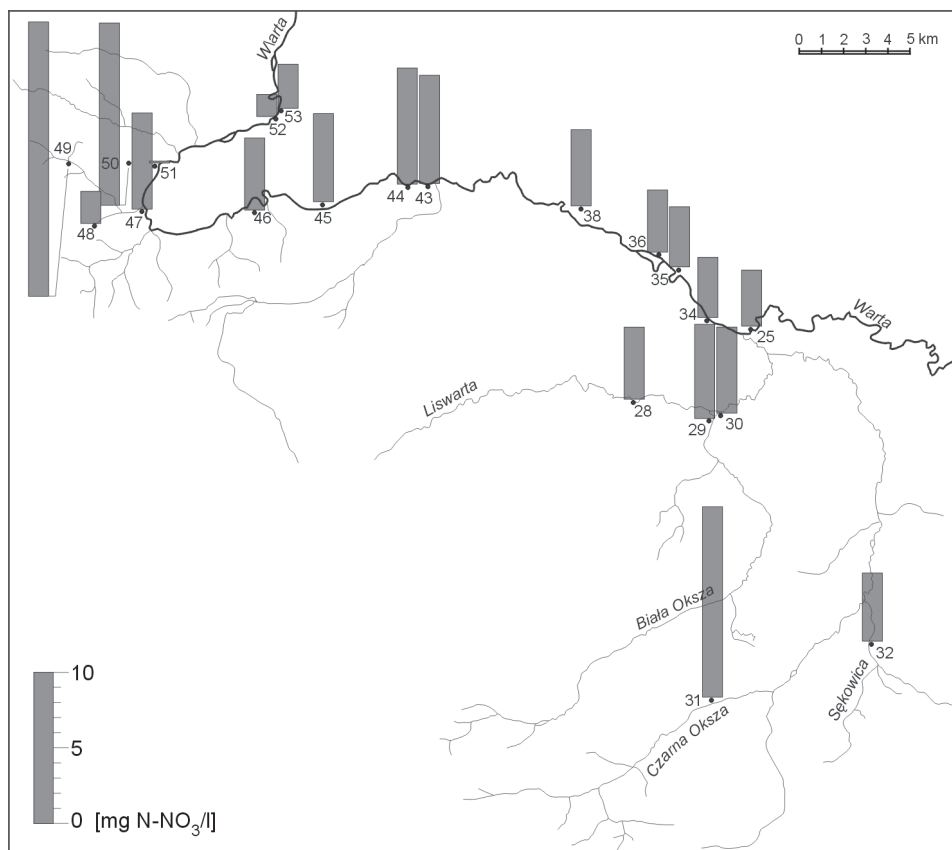
Ryc. 54. Koncentracja N-NO₃ w wodach źródeł zlewni Warty (część południowa) w maju 2000 r.

Fig. 54. N-NO₃ concentration in the spring-water of the Warta drainage basin (southern part) in May 2000

Fosforany (ryc. 56 i 57). Poziom koncentracji jonu ortofosforanowego w wodach 33 źródeł zlewni Warty pozwala zaliczyć je do klasy wód wysokiej jakości. Wody sześciu źródeł należą do klasy średniej jakości, a jedno źródło – do klasy niskiej jakości.

Ocena ogólna

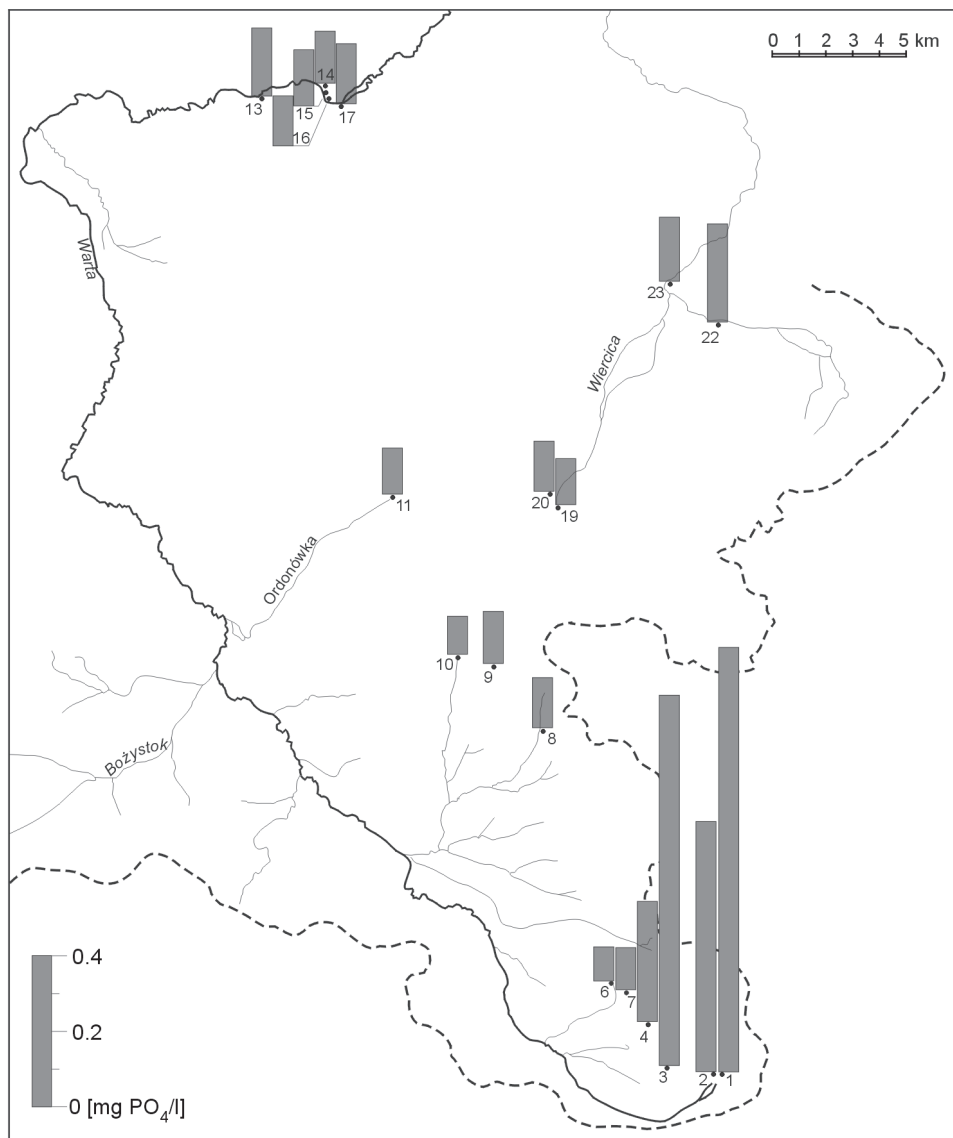
W porównaniu z okresem 1973-1974 r. stwierdzono zanik czterech źródeł wskutek działalności gospodarczej. Dwa źródła (nr 5 i 12), o niewielkich walorach poznawczych, zostały zasypane w czasie prac związanych z poszerzaniem i budową drogi. Źródło nr 27 zostało zalane po spiętrzeniu wody w rzece, a źródło nr 33 – po spiętrzeniu wody w stawie. Stwierdzono również całkowity zanik dwóch innych źródeł (nr 26 i 37) o niewielkiej wydajności. Dwa źródła (nr 18 i 21), w których duża zmienność wydajności



Ryc. 55. Koncentracja N-NO₃ w wodach źródeł zlewni Warty (część północna) w maju 2000 r.

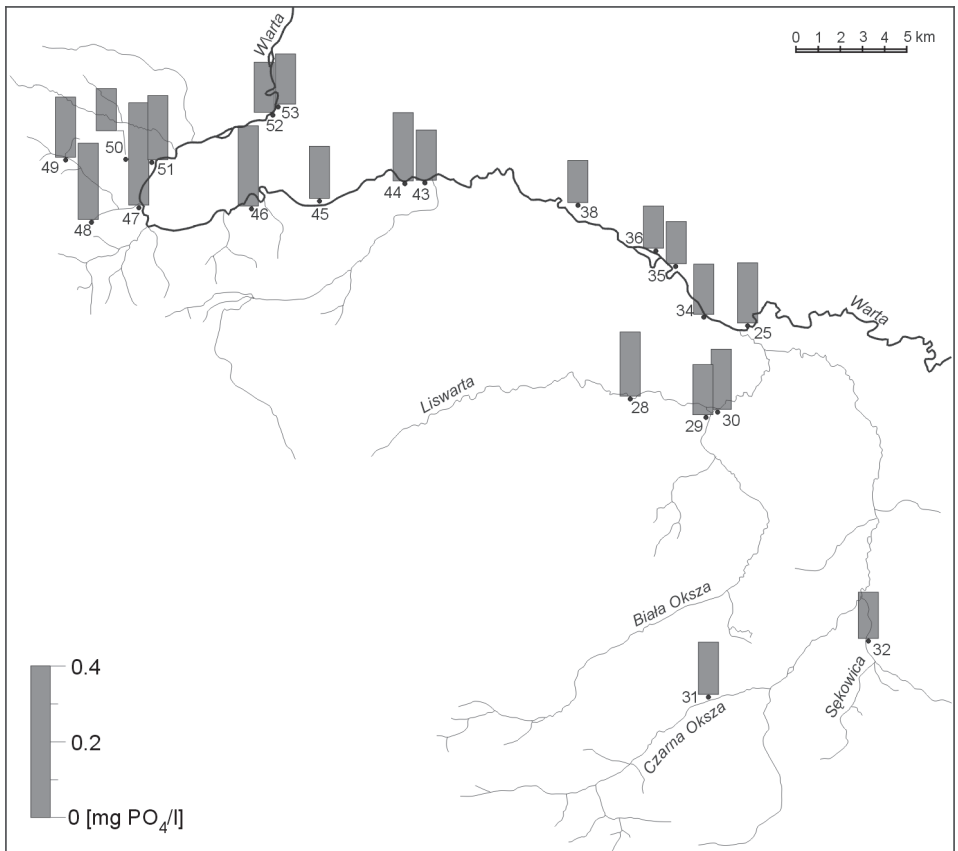
Fig. 55. N-NO₃ concentration in the spring-water of the Warta drainage basin (northern part) in May 2000

była zauważona w 1973 roku, w okresie prowadzonych badań w 2000 r. cechował brak odpływu, jednak według przeprowadzonych wywiadów, wypływ pojawia się okresowo. Źródła są obecnie rzadziej wykorzystywane w celach gospodarczych niż w 1973 roku,



Ryc. 56. Koncentracja PO₄ w wodach źródeł zlewni Warty (część południowa) w maju 2000 r.

Fig. 56. PO₄ concentration in the spring-water of the Warta drainage basin (southern part) in May 2000



Ryc. 57. Koncentracja PO₄ w wodach źródeł zlewni Warty (część północna) w maju 2000 r.

Fig. 57. PO₄ concentration in the spring-water of the Warta drainage basin (northern part) in May 2000

szczególnie na obszarach, gdzie wybudowano wodociągi. W większości przypadków, otoczenie źródeł nie zmieniło się; w dwóch przypadkach zaobserwowano poprawę, a w czterech – pogorszenie sytuacji. Podobnie jak w innych zlewniach stwierdzono wyższą wartość ogólnej mineralizacji i przewodnictwa właściwego niż w latach 1973 i 1974.

Żadne z 13 źródeł, proponowanych przez I. Dynowską (1983) do ochrony prawnej, nie jest chronione. Źródła te nadal odznaczają się wybitnymi walorami poznawczymi; ich otoczenie nie zostało zasadniczo zmienione.

7. Podsumowanie i wnioski

Badania miały na celu dokonanie oceny przemian źródeł Wyżyny Krakowsko-Wie-

łuńskiej i Miechowskiej, jakie zaszły od 1973 do 2000 r. Uwzględniono wszystkie źródła zbadane przez I. Dynowską (1983), których opis zamieszczono w monografii *Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej*. Spośród 246 źródeł zaprezentowanych w opracowaniu I. Dynowskiej (1983) udało się odnaleźć 242 źródła, co stanowi 98%. Badano ich wydajność, sposób wypływu, zmiany fizjograficzne najbliższego otoczenia oraz sposób użytkowania. Badano też zmiany fizyko-chemicznych charakterystyk wody (temperatura, przewodnictwo właściwe i ogólna mineralizacja). W 1999 i 2000 r. wykonano, poszerzoną w stosunku do lat 1973-1974, analizę chemiczną wód źródłanych, która obejmowała koncentrację makrojonów (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+) oraz azot azotanowy (N-NO_3^-), azot azotynowy (N-NO_2^-), jon amonowy (NH_4^+) oraz jon fosforanowy (PO_4^{3-}).

Najważniejsze wnioski wynikające z analizy zebranego materiału dotyczą:

- zmian wydajności i zaniku źródeł,
- zachowania formy wypływu, użytkowania źródła, walorów krajobrazowych i sposobu zagospodarowania otoczenia,
- zmian jakości wody.

Wydajność i zanik źródeł

Wśród 242 odnalezionych źródeł stwierdzono zupełny zanik wypływu w 14 z nich (6%), przy czym 9 źródeł znajdowało się w zlewniach Przemszy (5) i Rudawy (4). Zlewnie te znajdują się w bezpośrednim zasięgu odwodnień górniczych zagłębia olkuskiego i Trzebini (kopalnia węgla kamiennego) oraz w zasięgu oddziaływania eksploatacji surowców skalnych. Przyczyną przemian źródeł jest też ich zasypanie bądź zalanie wodami stawu lub zalewu rekreacyjnego. Przykłady takich źródeł znajdują się w zlewniach Pilicy, Przemszy i Warty.

Zanik źródeł nie ma charakteru powszechnego, jak to niekiedy sugerowano w okresie suszy na początku lat dziewięćdziesiątych. Koniec stulecia zaznaczył się wyższymi niż poprzednio sumami opadów i dość śnieżnymi zimami, stąd też wydajność źródeł była w 1999 i 2000 r. porównywalna, a w licznych przypadkach wyższa lub znacznie wyższa niż w latach 1973-1974⁴⁾. Wyjątek stanowiły źródła zlewni Przemszy, gdzie w większości przypadków wydajność źródeł w 1999 r. była niższa niż ćwierć wieku temu.

Forma wypływu, walory krajobrazowe i użytkowanie źródeł

Jakkolwiek większość badanych źródeł zachowała stwierdzoną wcześniej formę wypływu (misa, szczelina, zespół wypływów), to nadal bardzo liczne (32) są źródła, które ze względu na sposób ujęcia wody (niefachowa, często brzydka lub niechlujna obudowa) bądź też zaśmiecenie niszy źródłowej lub najbliższego otoczenia, straciły zupełnie swoje walory krajobrazowe.

W przeważającej liczbie przypadków źródła nadal nie są postrzegane jako obiekty przyrodnicze wymagające ochrony. Wręcz przeciwnie – są często zaśmieczone w stopniu

większym niż dalsze otoczenie.

Niektóre ze źródeł stanowią niezwykle interesujące fenomeny przyrodnicze, o czym decyduje ich bardzo duża wydajność (nawet ponad 100 l/s), interesujące wykształcenie formy i sposobu wypływu (szczelina, misa wodna z silnym pulsowaniem), a także walory krajobrazowe otoczenia (krasowe formy rzeźby, las, roślinność hydrofilna, itp.). Źródła odznaczające się takimi walorami znajdują się na całym badanym obszarze, szczególnej jednak ochrony wymagają zespoły źródeł występujących na terenie wsi: w dorzeczu Przemszy (zespół źródeł na uskoku tektonicznym w Cieślinie), Dłubni (zespół źródeł w Imbramowicach), Szreniawy (zespół źródeł u zbiegu Szreniawy i Rzerzuśni oraz w Wiel-kanocy), Pilicy (w Lelowie i okolicach) oraz Warty (Złoty Potok). Spośród wymienionych, jedynie te ostatnie, znajdujące się na terenie rezerwatu, otoczone są należytą ochroną, podobnie jak źródła na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego. Występowanie źródeł na terenie parków krajobrazowych nie zapewnia im wystarczającej ochrony, czego przykładem są zaniedbane lub wręcz zdewastowane źródła w obrębie parków: Dłubniańskiego, Orlich Gniazd i Dolinek Krakowskich. Niestety, dotąd żadne ze źródeł (z wyjątkiem źródła w Biskupicach w zlewni Szreniawy) proponowanych do ochrony prawnej przez I. Dynowską (1983) oraz i M. Drzał i Dynowską (1982a,b, 1984) nie zostało nią objęte.

Zmiany jakości wody

Pogorszenie jakości wód źródłanych na obszarze występowania szczelinowo-krasowych zbiorników wodonośnych Wyżyn Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej sygnalizowane było w licznych pracach (Rózkowski, 1991, 1996, 1999; Krawczyk, Opołka-Gądek, Tyc, 1992; Krawczyk, Pulina, Tyc, 1990; Tyc, 1997). Podkreślana jest podatność zbiorników szczelinowo-krasowych na degradację wód (Pulina, 1999). Skutkiem wzrostu zanieczyszczenia środowiska – w tym: zanieczyszczenia wód opadowych (kwaśne deszcze, dostawa siarczanów), chemizacji rolnictwa i przenikania do środowiska podziemnego zanieczyszczeń związanych ze składowaniem odpadów i wadliwą gospodarką ściekową – jest tendencja do wzrostu mineralizacji wód podziemnych. Tendencja ta, w odniesieniu do źródeł, jest w Polsce w niewielkim stopniu udokumentowana. Jeden z nielicznych wyjątków stanowią źródła skarpy Wisły w Warszawie (Macioszczyk, Grochowski, Porębska, 1991), gdzie udokumentowano wielokrotny wzrost stężenia substancji rozpuszczonych. W obszarach wiejskich szczególną uwagę zwraca się na wzrost koncentracji azotu azotanowego ($N-NO_3$).

Przeprowadzone w 1999-2000 r. badania wykazały, że wśród 171 źródeł, w których możliwe było dokonanie porównania przewodnictwa właściwego i 163 źródeł, w których możliwe było porównanie ogólnej mineralizacji wody (suchej pozostałości), aż 137 źródeł wykazało wyższe, o co najmniej 10%, przewodnictwo właściwe wody⁵⁾, a 136 źródeł – wyższą, o co najmniej 10%, mineralizację ogólną. Średnio była ona w 1999-2000 r. wyższa aż o 33%, a przewodnictwo właściwe – o 19,5%. W skrajnych przypadkach, jak na przykład w źródle w Bzowie (zlewnia Przemszy), mineralizacja wody była dwukrotnie

wyższa. Źródła, w których stwierdzono w 1999-2000 r. mniejszą mineralizację wody, stanowią jednostkowe przypadki. Na tym tle wyróżnia się stosunkowo duża grupa 7 źródeł znajdujących się na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego (15 porównanych), które w 1999 r. wykazywały mineralizację nie większą niż o 7%. Średni przyrost mineralizacji w 15 źródłach Ojcowskiego Parku Narodowego nie przekraczał 15%.

Stwierdzona różnica przewodnictwa właściwego i mineralizacji wody winna być zweryfikowana kolejnymi seriami pomiarowymi. Jest ona jednak zbyt znaczna i po-wszechna, by – nawet przy uwzględnieniu potencjalnych różnic metodycznych i instru-mentalnych (wynikających z postępu techniki pomiarowej) oraz naturalnej, sezonowej zmienności mineralizacji wód źródłanych – mogła być przypisana wyłącznie tym czynnikom. Stwierdzenie, iż w ciągu 27 lat nastąpił przyrost przewodnictwa właściwego i mineralizacji wód zbiorników węglanowych Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej o 20-30%, wydaje się tym bardziej uzasadnione, iż znajduje potwierdzenie w wyraźnym trendzie dodatnim przewodnictwa właściwego, udokumentowanym w latach 1988-1996 przez A. Tyca i J. Opołkę-Gądek (1990) w odniesieniu do wielu źródeł w dorzeczu Przemszy. Różnice mineralizacji wód podziemnych między obszarami rolniczymi a terenami leśnymi, stwierdzone przez J. Rózkowskiego (1996) na obszarze zlewni przyrzecza Wisły, wskazują na znaczny zakres oddziaływań antropogenicznych na chemizm wód krasowo-szczelinowych, co pośrednio wskazuje na to, że wzrost mineralizacji wód, nawet o 20-30%, jest prawdopodobny.

Wyniki pomiarów przewodnictwa właściwego wód źródłanych lokują większość przypadków w klasie średniej jakości (ryc. 58), pomimo tego, że pod względem ogólnej mineralizacji większość wód stanowią wody bardzo wysokiej jakości. Rozbieżność ta jest, zdaniem autorów, wynikiem zbyt rygorystycznie ustanowionych wartości granicznych przewodnictwa właściwego wody pomiędzy poszczególnymi klasami jakości.

Wzrost koncentracji **azotu azotanowego** ($N-NO_3$) w wodach podziemnych, stwierdzony został, w odniesieniu do części analizowanego obszaru, przez J. Rózkowskiego (1991, 1996, 1999), W. Krawczyk i in. (1990, 1992), A. Tyca (1997) oraz A. Tyca i J. Opołkę-Gądek (1996, 1999).

Średnie stężenie $N-NO_3$, w wodach źródłanych objętych niniejszymi badaniami, było podwyższone i wynosiło 4,8 mg/l; w dziewięciu przypadkach (4,2%) przekroczyło normę wód pitnych, wynoszącą 10 mg $N-NO_3$ /l (ryc. 58). Stwierdzone wartości są niepokojące, jakkolwiek ogólnie niższe od pomierzonych w płytkich studniach gospodarskich (Krawczyk, Pulina, Tyc, 1990).

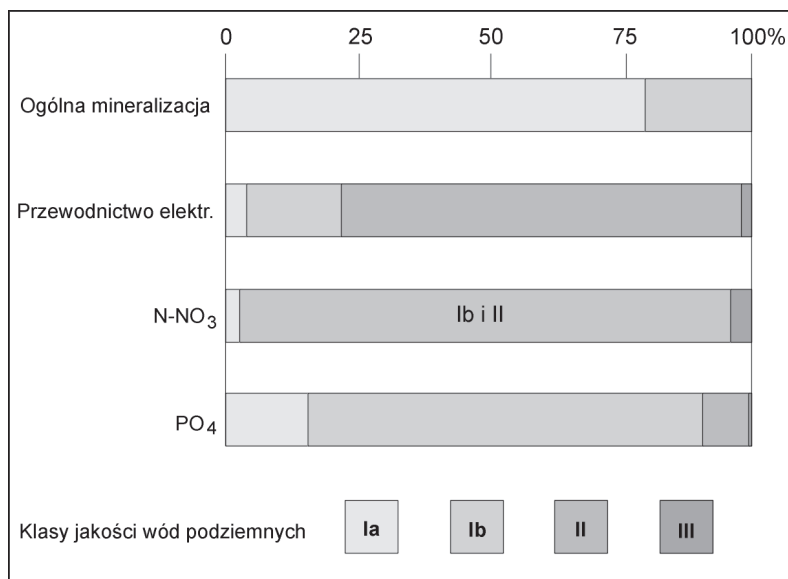
Podwyższona koncentracja azotu **azotynowego** i jonu **amonowego**, świadcząca o lokalnym i bliskim źródle zanieczyszczenia wody, spotykana jest bardzo rzadko. Jony NO_2^- i NH_4^+ przechodzą w NO_3^- – końcowy etap nityfikacji substancji organicznych.

⁴⁾Na zwiększenie wydajności wielu źródeł w 1996 r., po okresie długotrwałego niedoboru opadów, zwrócili uwagę A. Tyc i J. Opołka-Gądek (1996). Szereg źródeł uznanych wcześniej za wyschnięte zaczęło wtedy ponownie funkcjonować. W 1999 i 2000 r. wysoką, nie notowaną dotąd wydajność wielu źródeł stwierdzono na Wyżynie Lubelskiej (Michałczyk – inf. ustna), co także świadczy o odbudowaniu zasobów wód podziemnych w tamtym regionie, po okresie suszy z początku lat dziewięćdziesiątych.

Jak podkreślają W. Krawczyk, M. Pulina i A. Tyc (1990) azotany stanowią lepszy niż azotyny i jony amonowe, bo trwalszy, wskaźnik zanieczyszczenia związanego z biodegradacją substancji organicznych.

Fosforany (PO_4^{3-}) odznaczały się w licznych przypadkach nieco podwyższoną koncentracją, co spowodowało, że większość wód mieściła się w klasie wysokiej jakości (Ib), a udział źródeł, których woda kwalifikowała się do klasy zaledwie dobrej jakości (II) był pokaźny, i wynosił 9% (ryc. 58).

Ocena stanu źródeł wiąże się z ograniczeniami, które wynikają z tego, iż oparta jest ona, poza wyjątkami, na dwóch obserwacjach (pomiarach): pierwszym – w 1973-1974 r. i drugim – w 1999-2000 r. Dotyczy to w szczególności wydajności źródeł oraz parametrów fizyko-chemicznych wody. Wobec naturalnej ich zmienności, wynikającej z sezonowych i niesezonowych zmian czynników meteorologicznych, zwłaszcza sum opadów i temperatury powietrza, stwierdzone różnice winny być zweryfikowane drogą dalszych, powtarzanych pomiarów.



Ryc. 58. Procentowy udział źródeł, których wody mieściły się w poszczególnych klasach jakości zwykłych wód podziemnych przy uwzględnieniu wybranych parametrów

Fig. 58. Percentage of springs having water in specified classes of ground water quality for various parameters

⁵⁾ Wyniki wszystkich pomiarów przewodnictwa właściwego wody sprowadzono do tej samej temperatury odniesienia, czyli 25°C

Literatura

- Alexandrowicz S.W., Wilk Z., 1962, *Budowa geologiczna i źródła doliny Prądnika w Ojcowskim Parku Narodowym*, Ochr. Przyr., 28.
- Atlas klimatyczny Polski*, 1973, IMGW, PPWK, Warszawa.
- Baścik M., Chełmicki W., 2000, *Święte źródła* [w:] B. Zemanek (red.), *Przyroda-nauka-kultura. Humanistyczny kontekst nauk przyrodniczych u progu XXI wieku*, Inst. Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
- Czarnecka H., 1960, *Wstępne wyniki hydrologicznych badań źródeł*, Gosp. Wodna, Biul. PIHM, 8.
- Czarnecka H., 1964, *Kilka uwag o źródłach wyżyn południowych*, Gosp. Wodna, Biul. PIHM, 12.
- Czarnecka H., 1967, *Wyniki badań PIHM nad rozmieszczeniem i reżimem źródeł w dorzeczu Wisły*, Gosp. Wodna, Biul. PIHM, 4.
- Czarnecka H., 1970, *Rozmieszczenie i reżim hydrologiczny źródeł na Wyżynie Małopolskiej*, Prace PIHM, 100.
- Czarnecka H., 1973, *Rozmieszczenie źródeł na Wyżynie Małopolskiej*, Prace i Studia Inst. Geogr. UW, 14, Geogr. Fiz., 5.
- Czarnecka H., 1975, *Reżim źródeł na Wyżynie Małopolskiej*, Prace IMGW, 6.
- Czepe Z., 1972, *Rzeźba Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*, *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 1, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Drzał M., Dynowska I., 1981, *Cenne przyrodniczo źródła na Wyżynie Krakowsko-Wieluńskiej*, *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 8, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Drzał M., Dynowska I., 1982a, *Cenne przyrodniczo źródła na Wyżynie Miechowskiej*, *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 10, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Drzał M., Dynowska I., 1982b, *Źródła w Zależańskim Parku Krajobrazowym*, *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 10, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Drzał M., Dynowska I., 1984, *O potrzebie ochrony źródeł w gospodarowaniu wodą na obszarze zachodniej części Wyżyny Małopolskiej*, *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.*, 59.
- Dynowska I., 1958, *Charakterystyka hydrograficzna dorzecza Dłubni* [w:] *Zagadnienia hydrograficzne, morfologiczne i surowcowe*, Dok. Geogr. IG PAN, 4.
- Dynowska I., 1963, *Stosunki hydrograficzne oraz zagadnienia ochrony wód zachodniej części Wyżyny Miechowskiej*, Ochr. Przyr., 29.
- Dynowska I., 1964, *Obieg wody w obszarze wyżynnym zbudowanym z marglu kredowego na przykładzie dorzecza górnej Szreniawy*, *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.*, 7.
- Dynowska I., 1978, *Charakter krążenia wód podziemnych w obrębie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej*, *Folia Geogr., ser. Geogr.-Phys.*, 11.
- Dynowska I., 1979, *Charakterystyka źródeł Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*, *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 7, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Dynowska I., 1983, *Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej*, *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 11, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Dynowska I., 1986, *Regionalne zróżnicowanie źródeł w Polsce*, *Folia Geogr., ser. Geogr.-Phys.*, 18.
- Dynowski J., Zbadyńska E., 1974, *Chemizm wód gruntowych Wyżyny Krakowskiej i Miechowskiej*, *Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr.*, 37.

- Gołąb J., 1947, *Krótką charakterystyka źródeł okolic Krzeszowic*, Biul. PIG, 32.
- Helios-Rybicka E., Rózkowski J., Wardas M., 1991, *Degradacja środowiska szczelinowo-krasowego obszaru zlewni Rudawy i Prądnika w wyniku zanieczyszczeń metalami ciężkimi* [w:] *Geologiczne aspekty ochrony środowiska*, Mat. Krajowej Konf., Wyd. AGH, Kraków.
- Hordejuk T., 1996, *Wyniki monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych w latach 1991-1995 (sieć krajowa)*, PIOŚ, Bibl. Monit. Środ., Warszawa.
- Janiec B., Michalczyk Z., 1991, *Wydajność i skład chemiczny wód największych źródeł Roztocza i Wyżyny Lubelskiej* [w:] *Współczesne problemy hydrogeologii*, V Ogólnop. Symp., Warszawa-Jachranka, Wyd. SGGW-AR, Warszawa.

- Klasyfikacja zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska*, 1993, PIOŚ, Warszawa.
- Kleczkowski A.S., 1971, *Wydajność minimalna głównego źródła Prądnika i znaczenie ochrony jego wód dla Ojcowskiego Parku Narodowego*, Ochr. Przyr., 36.
- Kleczkowski A. S., 1972, *Wody powierzchniowe i podziemne Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*, Studia Ośr. Dok. Fizjogr., 1, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Kleczkowski A.S., 1978a, *Wody podziemne dorzecza Pilicy [w:] Wartości środowiska przyrodniczego dorzecza Pilicy i zagadnienia jego ochrony*, Studia Ośr. Dok. Fizjogr., 6, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Kleczkowski A.S., 1978b, *Wody powierzchniowe dorzecza Pilicy [w:] Wartości środowiska przyrodniczego dorzecza Pilicy i zagadnienia jego ochrony*, Studia Ośr. Dok. Fizjogr., 6, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Kleczkowski A.S. (red.), 1990, *Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, 1: 500 000*, Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH, Kraków.
- Kleczkowski A.S., 1990, *Objaśnienia Mapy obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, 1: 500 000*, Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH, Kraków.
- Kleczkowski A.S., Kokesz Z., Weil W., 1978, *Odpływ podziemny z malej zlewni reprezentatywnej w obrębie triasowych utworów szczelinowo-krasowych*, Prace Muzeum Ziemi, 28.
- Kondracki J., 2000, *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kozłowski S., 1972, *Mapa geologiczna odkryta Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*, Studia Ośr. Dokum. Fizjogr., 1, PAN, Oddz. w Krakowie, Zakł. Narod. im. Ossolińskich.
- Krawczyk W., Opołka J., Pulina M., Tyc A., 1990, *Azotany w jurajskich wodach krasowych*, Aura, 2, 8.
- Krawczyk W., Opołka-Gądek J., Tyc A., 1992, *Zagrożenie źródeł jurajskich*, Aura, 7.
- Krawczyk W., Pulina M., Tyc A., 1990, *Zmiany położenia zwierciadła i degradacja jakości wód podziemnych w utworach jurajskich rejonu olkuskiego*, Sozologia i Sozotechnika, 32.
- Macioszczyk A., Grochowski D., Porębska G, 1991, *Zanieczyszczenie antropogeniczne wód w źródłach lewobrzeżnej Warszawy [w:] Współczesne problemy hydrogeologii*, V Ogólnop. Symp., Warszawa-Jachranka, Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Mapa hydrogeologiczna Polski, 1: 200 000*, ark. Kraków, 1985, wraz z *Objaśnieniami...*, 1986, Inst. Geol, Wyd. Geol., Warszawa.
- Michalczyk Z. (red.), 1993, *Źródła zachodniej części Wyżyny Lubelskiej*, Wyd. UMCS, Lublin.
- Michalczyk Z. (red.), 1996, *Źródła Roztocza. Monografia hydrograficzna*, Wyd. UMCS, Lublin.
- Michalczyk Z. (red.), 1996, *Źródła województwa lubelskiego. Wydajność i parametry fizyko-chemiczne w 1996 r.*, Zakł. Hydrografii UMCS, WIOŚ w Lublinie, Wyd. Ochr. Śr. UW w Lublinie.
- Michalczyk Z., 1997, *Źródła Wyżyny Lubelskiej i Roztocza*, Acta Univ. Lodz., Folia Geogr. Phys., 2.
- Michońska M., 1999, *Chemizm wód źródłanych w zlewni Czernki i Eliaszkówki na Wyżynie Krakowskiej na tle środowiska geograficznego obszaru*, pr. lic. w Inst. Geogr. UJ.
- Motyka J., Pacholewski A., 1991, *Stan wód podziemnych Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Ich*

- zagrożenie i sposoby zapobiegania postępującej degradacji* [w:] *Współczesne problemy hydrogeologii*, V Ogólnop. Symp., Warszawa-Jachranka, Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Niedzielski H., 1971, *Warunki występowania wód w górnej kredzie Wyżyny Miechowskiej*, Przegł. Geogr., 43, 4.
- Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1991, *Klimat* [w:] I. Dynowska, M. Maciejowski (red.), *Dorzecze górnej Wisły*, cz. I, PWN, Warszawa-Kraków.
- Niemirowski M., 1978, *Rzeźba dorzecza Pilicy* [w:] *Wartości środowiska przyrodniczego dorzecza Pilicy i zagadnienia jego ochrony*, Studia Ośr. Dok. Fizjogr., 6, PAN, Oddz. w Krakowie.
- Nowak W., 1965, *Rzeźba progów kredowego w Niece Nidziańskiej*, Czasop. Geogr., 34.
- Przesmycki P., 1913, *Źródła ginące w piaskach olkuskich*, Ziemia, 4, 2.
- Przesmycki P., 1921, *Źródła rzek Białej i Szreniawy*, Przegł. Górn.-Hutn., 13, 10.
- Pulina M., 1999, Kras. Formy i procesy*, Wyd. Uniw. Śląskiego, Katowice.
- Rederowa E., 1965, *Źródła Bystrzycy Lubelskiej*, Annales UMCS, s.B, 18.
- Rederowa E., 1971, *Występowanie źródeł na Wyżynie Lubelskiej i w obszarach przyległych*, Przegł. Geogr., 43, 3.
- Rózkówski A., 1989, *Ocena odporności na zanieczyszczenia antropogeniczne zbiornika szczelinowo-krasowego triasu północnego w oparciu o wyniki badań izotopowych* [w:] *Wody szczelinowo-krasowe i problemy ich ochrony*, SGGW-AR, Warszawa.
- Rózkówski A. (red.), 1990, *Szczelinowo-krasowe zbiorniki wód podziemnych Monokliny Śląsko-Krakowskiej i problemy ich ochrony*, CPBP 04.10, SGGW-AR, 57.
- Rózkówski J., 1991, *Ocena zanieczyszczenia wód szczelinowo-krasowych związkami azotu w rejonie rolniczym (dolinki krakowskie)* [w:] *Współczesne problemy hydrogeologii*, V Ogólnop. Symp., Warszawa-Jachranka, Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Rózkówski J., 1996, *Przeobrażenia składu chemicznego wód krasowych południowej części Wyżyny Krakowskiej (zlewnia Rudawy i Prądnika)*, Wyd. UŚ., Kras i Speleologia, Nr specjalny 1.
- Rózkówski J., 1999, *Przeobrażenia chemizmu wód podziemnych drenowanych źródłami w obszarach krasowych Wyżyny Krakowskiej* [w:] E. Biesiadka, S. Czachorowski (red.), *Źródła Polski. Stan badań, monitoring i ochrona*, Studia i Mat. WSP w Olsztynie, 145.
- Rózkówski J., Leszkiewicz J., 1999, *Warunki krążenia wód szczelinowo-krasowych w lokalnych systemach przepływu Wyżyny Krakowskiej* [w:] Biesiadka E., Czachorowski S., (red.), *Źródła Polski. Stan badań, monitoring i ochrona*, Studia i Mat. WSP w Olsztynie, 145.
- Rózkówski J., Pacholewski A., Józwiak A., 1985, *Problemy hydrogeologiczne jury górnej Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej* [w:] *Aktualne problemy hydrogeologii*, Mat. III Ogólnop. Symp., Kraków-Karniowice.
- Rózkówski J., Pacholewski A., 1996, *Bilanse wodne zlewni reprezentatywnych w utworach węglanowych jury Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*, Przegł. Geol., 44, 8.
- Sawicki L., 1918, *Die Karstwasser und Trinkwasserversorgung der Städte im südlichen Kongresspolen*, Wirtschaftfl. Mitteilungen, Lublin, 12-13.
- Tłałka A., 1970, *Obieg wody w zrębowym obszarze wyżynnym na przykładzie dorzecza Rudawy*, Zesz. Nauk. UJ, 215, Prace Geogr., 24, Prace Inst. Geogr., 46.
- Tyc A., 1997, *Wpływ antropopresji na procesy krasowe Wyżyny Śląsko-Krakowskiej na przykładzie obszaru Olkusz-Zawiercie*, Wyd. UŚ., Kras i Speleologia, Nr specjalny 2.
- Tyc A., Krawczyk W., Opołka J. (kier. M. Pulina), 1990, *Opracowanie szczegółowego katalogu źródeł*

na terenie Jurajskich Parków Krajobrazowych województwa katowickiego wraz z określeniem zasad ich ochrony przed zanieczyszczeniem, Katedra Geomorf. Krasu UŚ, Sosnowiec, (maszynopis).

Tyc A., Opołka-Gądek J., 1996, *Zjawiska krenologiczne na obszarze Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych województwa katowickiego*, Katedra Geomorf., Zakł. Geomorf. Krasu UŚ, Sosnowiec, (maszynopis).

Tyc A., Opołka-Gądek J., 1999, *Tendencje zmian hydrologicznych źródeł na terenie zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych województwa katowickiego (Wyżyna Śląsko-Krakowska) w latach 1986-1999* [w:] E. Biesiadka, S. Czachorowski (red.), *Źródła Polski. Stan badań, monitoring i ochrona*, Studia i Mat. WSP w Olsztynie, 145.

Wilgat T., 1959, *Z badań nad wodami podziemnymi Wyżyny Lubelskiej*, Annales UMCS, s.B, 12.

Wilgat T., 1968, *Przeglądowa mapa hydrogeograficzna województwa lubelskiego*, NOT, Lublin.

Woś A., 1999, *Klimat Polski*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

Springs of the Kraków-Wieluń and Miechów Uplands Changes between 1973 and 2000

Summary

Springs are natural phenomena that, along with other components of the natural environment, undergo changes caused by human economic activity. The changes are manifested in various ways. The natural form of water outlet and its closest surroundings, change due to the construction of water intakes, roads, buildings and other structures. Some of the spring niches are used as natural watering place for animals and even as dumping sites. The chemical composition of spring water tends to change due to air pollution, fertilizer application, leaking septic tanks and many other factors difficult to control and examine. The ground-water exploitation may result in a gradual decline of springs' discharge or even their disappearance.

The Kraków-Wieluń Upland and the Miechów Upland are known as areas rich in springs. The springs drain limestone and marl deposits of the Jurassic and Cretaceous age, as they are one of the largest aquifers in Poland. Most of the area is used for agricultural purposes, but it is also surrounded by the industrial centres of Kraków, Olkusz and Częstochowa. Farmland areas prevail in the region with arable lands dominating (80-90%). Fertilizer application is low, especially after the drop from about 190 kg NPK ha⁻¹ in 1970-1980, to 90 kg NPK ha⁻¹ in 1999. Due to the attractiveness of the area it is an important tourist region.

In 1973 and 1974 I. Dynowska surveyed 246 springs, described them, measured their discharge, their water temperature and analysed them for their main physical-chemical water parameters. These parameters being: concentration of total dissolved solids (TDS), specific electrical conductivity (SEC) and – for some springs – the concentration of the main ions. Photographs documented the state of the springs. The monograph and catalogue of all springs surveyed was published in 1983. I. Dynowska suggested that many of the surveyed springs, due to their unique form and water quality, should be protected.

In 1999 and 2000 the survey of the springs was repeated in order to find the changes that the springs underwent over the 25-year period. The list of parameters measured in 1999 and 2000 was extended to biogenic constituents of water. These compounds were mineral forms of nitrogen (NH₄, NO₂, NO₃) and phosphorus (PO₄). In this study we present the main findings of the research, focusing on a comparison of the state of the springs of the region in 1973-1974 and 1999-2000.

The study consists of seven chapters: (1) Introduction, (2) Scope of the research; (3) Description of the area investigated; (4) Description of the research periods; (5) Measurement and analytical methods, (6) Results and (7) Conclusions. The result of the research is presented in the form of map and graph sets for the drainage areas of: (1) Przemsza R., (2) the riverine of Wisła R., (3) Rudawa R., (4) Prądnik R., (5) Dłubnia R., (6) Szreniawa R., (7) Nidzica R., (8) Pilica R. and (9) Warta R. (Figs 9-57). The tables I-IX contain basic information about the springs. The categories are: name of the location, aquifer geology, discharge of the spring in 1973-1974 and 1999-2000, water chemistry class in which the spring-water falls (see table 3), and finally the change in spring-water dissolved solids content (in %).

From among 246 springs investigated by I. Dynowska in 1973-1974, 242 of them were identified during the investigation of 1999-2000. Fourteen springs were found dry; most of them in the Przemsza and Rudawa drainage basins, which are under the influence of the cones of depression connected with the zinc and lead exploitation in the Olkusz region and the coal exploitation near Trzebinia. Several springs were buried due to road or water-reservoir construction. The discharge of the springs still existing was usually larger than in the early 70's. The exceptions were the springs in the Przemsza drainage basin. However the form of the water outlet of the majority of the springs did not change. There were numerous springs (32) that were devastated due to incorrectly constructed water-intake structures or by garbage dumping. Even the springs that are of special value, being the monuments of nature (exceptionally large discharge, picturesque landscape etc.), are not perceived by the local people as being of special value and therefore are neglected by them.

Water of the majority of springs of the region is dominated by two ions: Ca^{2+} and HCO_3^- (class 9 according to Shtsukarev-Prikloński's hydrochemical classification).

The karst-fissured aquifers of the area studied are vulnerable to pollution which is easily transmitted from the surface of the ground to the groundwater table. Degradation of spring-water quality has been observed for some springs for many years, however for the whole area studied it has been poorly documented.

In 1999-2000 it was possible to compare SEC of water for 171 springs surveyed in 1973-1974 and TDS for 163 springs. It was found that in 137 cases SEC was higher than in the early seventies by at least 10%, and in 136 cases TDS were higher by at least 10%. On average TDS was higher by 33% and SEC by 19,5%. The highest difference was found for the spring in Bzów (see Table I), where TDS in 1999 was twice as high as in 1973. Relatively small rise in TDS and SEC was detected for springs situated in Ojców National Park (the Prądnik drainage basin: see table IV).

Mean concentration of N-NO_3 in water of the 215 springs surveyed for this compound equaled 4,8 mg/l, which is many times more than expected for uncontaminated natural waters. In 8 cases (3.7%) the concentration was higher than the acceptable value for drinking water (10 mg N-NO_3 /l). The rise in N-NO_3 is the main cause for concern about spring water quality in the region.

Elevated concentration of N-NO_2 and NH_4 gives evidence of local and/or close to

the spring sources of organic pollution; it has been found only in isolated cases, so the two compounds of the spring-water are not the reason for major concern in the region.

PO₄ ion concentration has been elevated in relatively many cases; 11% of springs have fallen into the 2nd class of ground water quality (Fig. 58).

Tabele

Tab. 1. ŹRÓDŁA W ZLEWNI PRZEMYSŁY

Lp.	Miejscowość	Wzrostu wodotoków	Wydajność [m³]		Ciepota trybim. [st. C]	Zawiesina ogólna [mg/l]	Uwagi
			30.09.1973	30.09.1983			
1	Wawa	wypływa przy i między młynami	1,3	0,5	12	101	Woda zimniejsza niż w innych źródłach. Zawiesina ogólna (zawiesina stała, 200 mg/l, zawiesina koloidalna, 10 mg/l) powstaje głównie z wody powierzchniowej.
2	Opiekalin	wypływa przy młynach i dystryktach	-	-	9	-	
3	Zawonoz	wypływa przy i między młynami	1,2	0,2	9	-	Charakterystyczne zapachy siarczkowe, woda zimniejsza niż w innych źródłach.
4	Kawonki	wypływa przy i między młynami	14	-	9	104	Woda nie przepływa wzdłuż rzeki. Charakterystyczne zapachy siarczkowe, woda zimniejsza niż w innych źródłach.
5	Chocimierz	wypływa przy i między młynami	-	-	-	-	Źródło zimniejsza woda, silnie zasadowa.
6	Chocimierz	wypływa przy i między młynami	0,3	0	-	-	Wg [13] - źródło wody powierzchniowej. Charakterystyczne zapachy siarczkowe.
7	Chocimierz	wypływa przy i między młynami	4,3	1,2	9	107	Charakterystyczne zapachy siarczkowe, woda zimniejsza niż w innych źródłach.
8	Wielkopole	wypływa przy i między młynami	140	0	-	-	Wg [13] - źródło wody powierzchniowej. Charakterystyczne zapachy siarczkowe.
9	Polowki	wypływa przy i między młynami	30	-	9	140	Wg [13] - źródło wody powierzchniowej. Charakterystyczne zapachy siarczkowe, woda zimniejsza niż w innych źródłach.
10	Domanice	wypływa przy i między młynami	15	15,3	9	140	Wg [13] - źródło wody powierzchniowej. Charakterystyczne zapachy siarczkowe, woda zimniejsza niż w innych źródłach.
11	Domanice	wypływa przy i między młynami	17	6,8	9	115	Źródło zimniejsza woda. Woda zimniejsza niż w innych źródłach. Charakterystyczne zapachy siarczkowe.
12	Wylka	wypływa przy i między młynami	30	9,4	9	115	Wg [13] - źródło wody powierzchniowej. Charakterystyczne zapachy siarczkowe.
13	Wala Kowalowa	wypływa przy i między młynami	60	-	27	110	Wg [13] - źródło wody powierzchniowej. Charakterystyczne zapachy siarczkowe.
14	Korympol	wypływa przy i między młynami	110	-	9	110	Woda zimniejsza niż w innych źródłach. Charakterystyczne zapachy siarczkowe.
15	Cielin	wypływa przy i między młynami	60	-	9	111	Woda zimniejsza niż w innych źródłach. Charakterystyczne zapachy siarczkowe.
16	Dobrowola	wypływa przy i między młynami	15	0	-	-	Źródło zimniejsza woda.
17	Dobrowola	wypływa przy i między młynami	10	-	-	-	Źródło zimniejsza woda.

¹ L.D. - wg badań przeprowadzonych w latach 1953 i 1973 przez J. Dymarską (1983)

Lp.	Miejscowość	Warunki wodonośności	Wydajność [l/s]		Ciężar hydrostatyczny	Zmiana ujętej wody [m³]	Uwagi
			W, WBR, N 1975	IX 1999			
18	Kyżewice	wapienie płyt i margle skalkowane	--	1,0	8	+3	Bez istotnych zmian.
19	Kyżewice	wapienie płyt i margle skalkowane	12	2,0	27	+44	Bez istotnych zmian. Opóźnienie: jedynym zainteresowanym, posiadającym pozwolenie na wydobycie i skomercyonalizację Udział. 51 (zob. Tępa, 1997)
20	Kyżewice	wapienie płyt i margle molasse na kraw. z ilastymi łupkami	3,0	16	8	--	Napięcie wody podziemnej zwiększające się powoli, spowodowane stanem w miejscu składowania złóżnika popiołowego.
21	Kyżewice-Sierakowice	wapienie płyt i margle molasse na granicy z ilastymi łupkami	0,8	-0,2	27	--	Całkowicie opły. Bez istotnych zmian.
22	Kłocze	wapienie płyt i margle skalkowane i tły kalcynowane i łupki	--	--	27	--	Opły. dużej ilości wody, obecnie jest sprężynkowane. Wskazywany wpływ wody podziemnej płynącej kwaterami.
23	Kłocze	wapienie płyt i margle molasse na krawędzi z ilastymi łupkami	3,0	3,2	8	+16	Obniżenie napięcia, spowodowane niskim wplywem wody z innych źródeł sprężynkowane. Obecnie mała wydajność ok. 10 m³/dobę i jest odprężona (z kwaterami) w miejscu. Napięcie: „Woda nie może być pobrana”.
24	Konarska	piaski porzecznicowe	--	0,	27	+10	Wg 110: „Woda w tym miejscu jest obniżona”. Obecnie zachowane przez wodę. Obecnie w miejscu przepływa (przez).
25	Konarska	wapienie skalne i płyt., margle molasse, piaski gliniaste	--	--	27	--	z jego obniżeniem powodującego kwaterę (kwater), w których wody nie ma.
26	Konarska	wapienie skalne i płyt. oraz margle molasse	120	-10,00	9	+17	Wg 110: „Woda w tym miejscu jest obniżona”. Prawdopodobnie woda woda wapienia opływa kwaterami (płyty) i woda przepływa w opóźnieniu.
27	Konarska	---	0	0	0	--	Bez zmian. Mała wydajność wody wapienia.
28	Konarska	wapienie skalne i płyt., margle molasse	--	0	9	--	Obniżenie napięcia wód podziemnych spowodowane niskim wplywem.
29	Konarska	wapienie skalne i płyt., margle molasse	--	--	27	--	Zwiększenie napięcia (wody).
30	Konarska	wapienie płyt i margle molasse na krawędzi z ilastymi łupkami i dolomitami wapienymi	0,8	0,2	9	+5	Zwiększenie napięcia spowodowane obniżeniem i zmniejszeniem w miejscu. W obniżeniu powstaje woda.
31	Konarska	wapienie i ilaste wapienie wapienne	--	--	18	--	Wg 110: „Woda w tym miejscu jest obniżona”. Obecnie mała wydajność wody podziemnej.
32	Konarska	wapienie i margle molasse dolomitowe wapienne i ilaste	10	71	30	+11	Wg 110: „Woda w tym miejscu jest obniżona”. (kwater) zachowane w tym miejscu obniżenie.

Tab. III. ŹRÓDŁA W ZLEWNI RUDAWY

Lp.	Miejscowość	Wzrostek wodotłoczny	Wydobyci (lit)		Ciepota hydroterm.	Ciężar cieplej mineral. [°C]	Uwagi
			z 1973, 9, 10, 11 1974	9, 10 1973			
1	Kardziejów	zestawienie wulkaniczne	12	0,0	17	100	Wydobycie zostało od razu przekierowane do lat 75
2	Kardziejów	zestawienie wulkaniczne	0,0	-	-	-	Wzrostek wykorzystany do celów sanit. lat 70 i później; obecnie przez kopalnię Trzechańsko-Łapanów
3	Półpociska	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	10,0	10,0	18	100	Wg UZ ¹ źródło wody wulkan. i osad. pochodzący z osadów wzniesienia
4	Wielka	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	0,0	0,0	18	100	Wg UZ ¹ źródło w osadach wulkan. i osadowych, które są pochodzący do ruda
5	Czerw	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	2,0	0,0	18	100	Źródło zostało opuszczone, ponieważ wykorzystany przez kopalnię Trzechańsko-Łapanów
6	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	3,0	2,0	18	100	Źródło zostało zamknięte
7	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	-	4,0	9	100	Wydobycie wykorzystane do celów sanit. w kopalni Trzechańsko-Łapanów
8	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	-	2,0	9	-	Zamknięte lat 70-tych
9	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	2,0	-	18	1	Zamknięte lat 70-tych
10	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	0,0	-	9	100	Wydobycie zostało opuszczone lat 70-tych
11	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	2,0	-	9	100	Źródło zostało zamknięte
12	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	1,0	1,0	9	100	Źródło zostało opuszczone lat 70-tych
13	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	2,0	-	-	-	Źródło zostało wykorzystane do celów sanit. lat 70-tych
14	Kardziejów	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	0,0	0,0	9	100	Źródło zostało wykorzystane do celów sanit. lat 70-tych
15	Osiek	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	2,0	-	-	-	Źródło zostało opuszczone lat 70-tych
16	Artemowice	magm. i osadowe ruda, mł. i drob. (zestawienie)	0,0	11,0	9	100	Źródło zostało przez UZ ¹ do celów sanit. obecnie jest zamknięte

¹ UZ - wg danych przeprowadzonych w latach 1973-1974 przez I. Gdyniaką (1983)

Lp.	Miejscowość	Wzrosty zabudowań	Wysokość [m]		Ciężar hydrauliczny	Zmiana ciężaru wiatrowego [Pa]	Uwagi
			z 1975, 01, 2 [1975]	z 1975, 01, 2 [1975]			
17	Armenowice	wapienie skal., płw., masywne czarna	8,0	7,0	0	+40	Ziemia wznosi się przez UŁ, na wzniesieniu, typowa postać obrotowa, obciążenie jest małe i nierówne
18	Armenowice	wapienie skal., płw., masywne czarna	5,8	5,8	0	+40	Ziemia wznosi się przez UŁ na wzniesieniu, małe zapleczonego przekształcenia. Obciążenie wznosi się małe przekształcenie i nierówności
19	Kabiny	wapienie skal., płw., masywne czarna	5,8	4,0	0	+40	Wg UŁ ziemia z masywnych warstw wapienicznych. Obciążenie wznosi się małe przekształcenie. Obciążenie obrotowe wznosi się.
20	Kabiny	wapienie skal., płw., masywne czarna	1,0	0,3	0	+30	Ziemia wznosi się małe.
21	Helon- Wiągocin	wapienie skal., płw., masywne czarna	3,0	-	-	+30	Ziemia wznosi się małe.
22	Lasy	wapienie skal., płw., masywne czarna	8,0	10,0	0	+40	Wg UŁ ziemia wznosi się małe. Obciążenie jest małe wznosi się małe.
23	Lasy	wapienie skal., płw., masywne czarna	10,0	14,0	0	+34	Ziemia wznosi się małe.
24	Helonowice	wapienie skal., płw., masywne czarna	4,0	2,0	0	+40	Ziemia z wapienicy mała wznosi się małe.
25	Helonowice	wapienie skal., płw., masywne czarna	2,0	0,4	0	+30	Wg UŁ ziemia wznosi się małe; małe wznosi się małe.
26	Kabiny	wapienie skal., płw., masywne czarna	1,0	0,9	0	43	Wg UŁ (0,9) wznosi się małe; małe wznosi się małe.
27	Kabiny	wapienie skal., płw., masywne czarna	1,7	-	-	-	Brak wzniesienia.
28	Kabiny	wapienie skal., płw., masywne czarna	3,0	0,4	0	+19	Wg UŁ ziemia wznosi się małe; małe wznosi się małe.
29	Kabiny	wapienie skal., płw., masywne czarna	1,7	-	-	-	Brak wzniesienia.
30	Kabiny	wapienie skal., płw., masywne czarna	4,0	-	-	+10	Wg UŁ ziemia wznosi się małe; małe wznosi się małe.
31	Helonowice	wapienie skal., płw., masywne czarna	3,0	2,3	0	+40	Ziemia wznosi się małe; małe wznosi się małe.
32	Helonowice	wapienie skal., płw., masywne czarna i kory	3,0	3,0	0	+30	Wg UŁ (3,0) wznosi się małe; małe wznosi się małe.
33	Wiągocin	wapienie skal., płw., masywne czarna	1,0	0,7	0	+10	Ziemia wznosi się małe; małe wznosi się małe.
34	Helon	wapienie skal., płw., masywne czarna	2,0	0,4	0	+10	Wg UŁ ziemia wznosi się małe; małe wznosi się małe.
35	Helon	wapienie skal., płw., masywne czarna i kory	4,0	-	-	+10	Ziemia wznosi się małe; małe wznosi się małe.

Tab. IV. Źródła w Zlewni Prądnika

Lp.	Miejscowość	Materiał wydobycia	Wydajność [t/d]		Ciepła hydro-chem.	Zbiornik wodny (m³)	Uwagi
			V (1974)	IV V (1974)			
1	Kolcowo	wapienie skalne	3,0	0,5	0	+15	Podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ - składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975, wapienie składowe (zbiornik), wapienie 13 m (zbiornik)
2	Kolcowo	wapienie skalne i piasek	1,0	1,0	0	+12	Podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ - składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975, wapienie składowe (zbiornik), wapienie 13 m (zbiornik)
3	Kolcowo	wapienie skalne i piasek	0,1	0,1	0	+10	Podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ - składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975, wapienie składowe (zbiornik), wapienie 13 m (zbiornik)
4	Kolcowo Stare	wapienie skalne i piasek	4,0	3,0	0	+40	MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975, wapienie składowe (zbiornik), wapienie 13 m (zbiornik)
5	Kolcowo Stare	wapienie skalne i piasek	1,0	-	0	+31	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
6	Kolcowo Stare	wapienie skalne i piasek	3,0	-	0	+31	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
7	Kolcowo Stare	wapienie skalne i piasek	3,0	4,0	0	+31	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
8	Kolcowo Stare	wapienie skalne i piasek	0,5	-	0	+4	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
9	Kolcowo Stare	wapienie skalne i piasek	0,4	0,1	0	+1	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
10	Kolcowo Stare	wapienie skalne i piasek	14,5	19	0	+7	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
11	Kolcowo Stare	wapienie skalne i piasek	4,0	11	0	+10	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
12	Orszkielka	wapienie skalne i piasek	0,1	0,5	0	+10	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
13	Opatów	wapienie skalne i piasek	0,1	0	0	-	MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975, wapienie składowe (zbiornik), wapienie 13 m (zbiornik)
14	Opatów	wapienie skalne i piasek	-	-	0	+17	MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975, wapienie składowe (zbiornik), wapienie 13 m (zbiornik)
15	Opatów	wapienie skalne i piasek	0,4	0,5	0	0	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
16	Opatów	wapienie skalne i piasek	0,4	-	0	-	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
17	Opatów	wapienie skalne i piasek	1,2	4,4	0	-	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
18	Opatów	wapienie skalne i piasek	1,2	3,4	0	-	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975
19	Opatów	wapienie skalne i piasek	1,2	0,8	0	+11	Zbiornik podziemny, podziemne jzł w kolumnach 115 ¹ składowisko (zbiornik) podziemne, wapienie skalne, wapienie, wapienie MgCO ₃ (biała warstwa 100) warstwy (kolumny) 115 (115) jzł wydobycia w 1974 i 1975

¹ 115 - wg źródeł prognozowanych w latach 1973-1974 przez I. Dymarską (1983)

Lp.	Miejscowość	Warstwa wodonośna	Wydajność [l/s]		Ciepota hydrochem.	Zmiana ogólnej mineral. [‰]	Uwagi
			V 1974	IV, V 1999			
20	Sępiew	wapienie skal. i płyt. malsza	8,8	9,8	9	+24	Bez zmian. Położone w obrębie Ojcowskiego PN.
21	Sępiew	wapienie skal. i płyt. malsza	–	10,3	9	–	Bez zmian. Położone w obrębie Ojcowskiego PN.
22	Ojców	wapienie skal. i płyt. malsza	–	0	9	–	Wg I.D. wpływ wyjątkowo znikomy. Wg wywiadu – źródło zostało sk. 20 lat temu. Położone w obrębie Ojcowskiego PN.
23	Ojców	wapienie skal. i płyt. malsza	0,7	1,3	9	+4	Źródło obtłowiane, uprzemysłowione, ztyfiozowane przez kuryki. Położone w obrębie Ojcowskiego PN.
24	Ojców	wapienie skal. i płyt. malsza	3,0	1,0	9	+5	Bez zmian. Położone w obrębie Ojcowskiego PN.
25	Prądnik	wapienie skal. i płyt. malsza	13,0	6,5	9	+7	Bez zmian. Położone w obrębie Ojcowskiego PN.

Lp.	Miejscowość	Wzrost wodonośna	Wydajność [l/s]		Grupa hydrochem.	Zmiana opłaty mineral. [%]	Uwagi
			IV 1974	V, VI 1999			
25	Maszków	wapienie-dol. małego	40	–	9	+14	Wg I.D. interesujące źródło podziemne, pulsujące; powinno być chronione. Obecnie bez zmian, źródło użytkowane przez I gospodarstwo, miska pogłębiona; z wywiadu wynika, że wydajność się nie zmienia.
26	Żerkowice	wapienie-dolomite małego na kontaktzie z magnezami glaukonit. sezon	1,5	1,0	9	+28	Wg I.D. źródło pulsujące z znaczących walcach pomarszczonych; czołga wodoczu, obecnie odgródzone od Dłbicy 6 głazami wapienymi, od roku nie użytkowane (walcoci); otoczenie załusne.
27	Wielodowice	magnez twarde, opoki i wapienie sezon	5,0	2,8	18	+8	Wg I.D. interesujący przykład źródła termowego, które mimo użytkowania, nie straciło walców pomarszczonych i krajobrazowych. Źródło studowane cembrowią z rury (pompa).

Tab. VI. ŹRÓDŁA W ZLEWNI SZRENIAWY

Lp.	Miejscowość	Wzrostek wodonośny	Wydajność [l/s]		Czas przybr. ziem.	Zmiana objętości objętości [l/s]	Uwagi
			z 1975 do 1974	z 1975 do 1976			
1	Almowice	wapienia gips. i wapienie krzem.	9,0	18	17	+18	Wg I.D.* źródła posiadało dwa wafery pomiarowe, pierwszy był złamany 1.6. 19 10.10.1976 woda w tym czasie nie wypływała (została zatrzymana przez nie woda. Została odlewna przekształcony.
2	Trochówka	wapienia gips. i wapienie krzem.	2,3	4,9	9	+11	Zródło odlewny 10.10.1976. Później zostało przywrócić, ponieważ zanikła. Obecnie objętość i wydajność nieznane.
3	Kokupia	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	18	20,6	18	+2,6	Wg I.D. wypływ (z obj. 2) w 1975 zmniejszył się, został zatrzymany. Obecnie - źródło odlewny. Niektóre objętości są w drodze.
4	Kokupia	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	1,5	1,9	18	+0,4	Wg I.D. w 1975 - objętości wypływu woda, 10.10.1976 pierwszy był objętość zatrzymany. Obecnie - źródło odlewny, objętości nieznane.
5	Pomaraż	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	8,2	1,8	9	+14	Wg I.D. w 1975 - wypływu zatrzymany, nie objętości. Obecnie - objętości nieznane.
6	Działów	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	11,8	11,7	18	+0,1	Źródło posiadało 10.10.1976 - przedmiot objętości zatrzymany, ponieważ został złamany. Niektóre objętości. Woda wypływała tylko 10.10.1976. Później (z objętości 10.10.1976) - objętości zatrzymany, objętości nieznane.
7	Kokupia	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	9,1	9,1	9	+0,0	Źródło posiadało 10.10.1976 - objętości zatrzymany, ponieważ został złamany.
8	Wielka Wola	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	9,1	10,8	18	+1,7	Wg I.D. w 1975 - objętości 10.10.1976 w źródle zatrzymany, objętości nieznane. Później był objętości zatrzymany, objętości nieznane. Niektóre objętości są w drodze i objętości - objętości, objętości, objętości.
9	Kokupia	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	8,2	2,0	9	+14	Źródło posiadało 10.10.1976 - objętości zatrzymany, objętości nieznane. Później (z objętości 10.10.1976) - objętości zatrzymany, objętości nieznane.
10	Wielka Wola	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	20	20,2	9	+0,2	Wg I.D. źródła w 10.10.1976 w źródle zatrzymany, objętości nieznane. Później (z objętości 10.10.1976) - objętości zatrzymany, objętości nieznane.
11	Chłost	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	11	10,2	9	-	Wg I.D. - źródła posiadało 10.10.1976 w źródle zatrzymany, objętości nieznane. Później (z objętości 10.10.1976) - objętości zatrzymany, objętości nieznane.
12	Trochówka	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	2,0	2,7	18	-	Wg I.D. stanowią wypływu w 10.10.1976 w źródle zatrzymany, objętości nieznane. Później (z objętości 10.10.1976) - objętości zatrzymany, objętości nieznane.
13	Wielka Wola	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	4,0	4,8	9	-	Źródło posiadało 10.10.1976 w źródle zatrzymany, objętości nieznane.
14	Wielka Wola	wapienie krzem. gips i wapienie krzem.	5,0	6,1	18	-	Zródło posiadało w 10.10.1976 w źródle zatrzymany, objętości nieznane. Później (z objętości 10.10.1976) - objętości zatrzymany, objętości nieznane.

* I.D. - wg badań prognozowanych w latach 1973-1976 przez I. Dymarską (1980)

Lp.	Miejscowość	Wzrost walności	Wydajność [kg]		Ciepota hodowlana	Zmiana objętości mlecznej [%]	Uwagi
			X 1973, IV 1974	IV, VI 1999			
13	Sławica Soluchowska	mangły kruche, opoki i wapniak kruche szorstki	7,2	41	9	-	Wg LD: imitujący przykład trybitu miedziowego, publicznego. Obecnie – upiór w kierunku obudowy – dla potrzeb gospodarstwa (Paszki) mleka – imitacji. Ok. 50 postoj – odprawa do są. ilości z pobliskiej miejscowości.
16	Sławica Duchowna	mangły kruche, opoki i wapniak kruche szorstki	8,0	11,2	9	-	Wynik wpływu z paszowych walności paszowych. Obecnie – brak zapotrzeb.
17	Paloczwartak	mangły kruche, opoki i wapniak kruche szorstki	3,5	8,1	18	-	Wg LD: przykład trybitu miedziowego – walności paszowych. Obecnie – degradacja w wyniku upiór zimnych.
18	Szczepanówka	mangły twarde, opoki i wapniak szorstki	4,5	3,8	18	-	Materiał mleka nie użytkowany. Brak zapotrzeb.
19	Wypiętów	mangły twarde, opoki i wapniak szorstki	4,5	6,2	27	-	Imitujący przykład trybitu obudowy. Obecnie – woda pokryta lódzkiem glazur, karkoci karkoci karkoci.
20	Opoki Szarokowickie	mangły twarde, opoki i wapniak szorstki	25	-	18	-	Żyłki mleka w stanie naturalnym, posiadające duże walory paszowe. Zastosowanie rolniczości, miedziowej.
21	Amoszewice	mangły twarde, opoki i wapniak szorstki	8,0	-	18	+21	Żyłki mleka zachowane naturalnie chłodno, nadające się do użytku.
22	Kłobów	mangły kruche, opoki i wapniak kruche szorstki	14	15,3	18	+21	Wg LD: trybit w danych walności paszowych, nadające się do użytku. Obecnie – brak zapotrzeb.
23	Szczepanów	mangły kruche, opoki i wapniak kruche szorstki	80	33	18	+28	Pod koniec badań w 1975 r. mleko mleko przekształcone na mleko miedziowe. Obecnie upiór dla ilości wsi, dobrej jakości.
24	Bacławice	mangły kruche, opoki i wapniak kruche szorstki	20	16,8	9	+73	Wg LD: trybit w danych walności paszowych, nadające się do użytku. Obecnie – brak zapotrzeb.
25	Lubowice	mangły kruche, opoki i wapniak kruche szorstki	21	14,7	28	+18	Wpływ naturalny, bardzo silnie miedziowy rolniczością miedziową. Obecnie – brak zmian.

Lp.	Miejscowość	Wzrost wadkości	Wydajność [kg]		Uzysk hydrochem.	Zmiana ogólnej mineral. [‰]	Uwagi
			VI i VII, IX 1954	IX 1959			
19	Pila	wapienie skalne, przykryte piankami glajowymi.	*10	-	0	-	Wg U.D. źródło zagrożenia na ochronę. Niekł. jest dobrotą zachowana.
20	Lęzka	wapienie skalne	*10	-	0	+18	Bez istotnych zmian. Prawdopodobnie wapienie przykryte piankami glajowymi.
21	Jezarki	wapienie skalne przykryte piankami glajowymi.	*11	-	0	+14	Wg U.D. źródło zagrożenia na ochronę. Obecnie brak natężonego dobowego obrotowego przepływu, w najbliższym czasie planowana modernizacja.
22	Krowczyce	wapienie skalne	*13	8,8	0	+19	Wg U.D. źródło zagrożenia na ochronę. Zamierzano wybudować dla domu w najbliższym czasie.
23	Kokoszki	wapienie krystaliczne na kam. z wapien. skalnym	*17	1,9	0	+6	Wg U.D. źródło zagrożenia na ochronę. Po powodzi w 1997 r. niegdy zmienione.
24	Lelów	wapienie płyt. i margle małe przedkryte piankami albitu	-	-	0	0	Wg U.D. źródło zagrożenia na ochronę jako obiekt uciążliwy (złoto polerowanie), obecnie jest zagrożenie przez publiczną stację benzynową.
25	Lęka Olsza	wapienie płyt. i margle małe przedkryte piankami albitu	-	0,75	0	+21	Bez istotnych zmian.
26	Żłoczowice	margle, opoki i wapienie szorstkie na kam. i przykryte piankami albitu, wapienie skalne	*13	ok. 15	0	+13	Obecnie źródło silnie zanieczyszczone.
27	Lelów	margle, opoki i wapienie szorstkie, wapienie skalne	*10	40	0	-	Wg U.D. źródło zagrożenia na ochronę. Niezależnie od dobra zachowana.
28	Dział Wielki	margle, opoki i wapienie szorstkie, wapienie skalne	*21	-	0	-	Bez istotnych zmian.
29	Dział Wielki	margle, opoki i wapienie szorstkie, wapienie skalne	*100	-	0	-	Wg U.D. źródło zagrożenia na ochronę. Bez istotnych zmian.

Tab. IX. ŹRÓDŁA W ZLEWNI WARTY

Lp.	Miejscowość	Wzrostek wodotłoczny	Wydajność [l/s]		Uzysk hydrostat.	Zużycie energii mechanicznej [kWh]	Uzyski
			VI, VIII 1973	XI, V 1988			
1	Krasowice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	2,0	1,0	12	~10	Woda studzienna, zalewająca kanał wypływu z podziemnej, wodna studzienna.
2	Krasowice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	-	0	10	-	Wg U.D. źródło studzienna wodny potoczny nie jest wykorzystany, woda jest doprowadzana z kolumny.
3	Lubisz	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	0,3	0,3	12	-	Kolumna studzienna - wg U.D. posiada źródło studzienną, studzienna studzienna. Źródło zalewające studzienną, studzienna.
4	Miszewice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	0,0	0,0	10	0	Hydrostatyczny studzienny - przy powierzchni drogi studzienna studzienna, studzienna nie jest wykorzystana.
5	Miszewice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	0,3	-	-	-	Wg U.D. nie posiada źródła studzienną studzienną, Źródło studzienna wypływu - studzienna studzienna przy powierzchni drogi.
6	Miszewice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	113	150	0	~10	Wg U.D. źródło studzienna z studzienną studzienna studzienna studzienna, studzienna studzienna studzienna.
7	Smolniki	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	0,0	0,0	12	~10	Wg U.D. - studzienna studzienna z studzienną studzienna studzienna studzienna, studzienna studzienna studzienna.
8	Krasowice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	-	0	0	-	Woda studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna.
9	Karcz. Lubisz	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	0	0	0	~10	Woda studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna.
10	Zakrzewo	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	20	17	0	~10	Wypływu wypływu "studzienna studzienna" studzienna studzienna, studzienna studzienna. studzienna studzienna.
11	Zakrzewo	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie z 10m przepływu	0	0	12	~10	Wg U.D. źródło studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna, studzienna studzienna. studzienna studzienna.
12	Lubisz	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie	-	-	-	-	Woda studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna.
13	Smolniki Miszewice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie	-	-	0	-	Wydajność studzienna studzienna z studzienną studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna.
14	Miszewice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie	20	-	0	-	Woda studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna.
15	Miszewice	wysokość przy- i wzniesienie wodotłocz- no na kolumnie	0,0	0,0	0	-	Wg U.D. źródło studzienna studzienna studzienna studzienna studzienna, studzienna studzienna. studzienna studzienna.

U.D. - wg danych przeprowadzonych w latach 1973-1974 przez I. Grynolę (1981)

Lp.	Miejscowość	Wzrostek stanowiska	Wysokość (m)		Czas przebiegu chor.	Zachwyt opieką rodzic.	Uwagi
			VI, VIII 1971	IX, V 2006			
16	Mława	wąpniak płyt. i masywne na krawędzi z wapi., masyw- ni i jask. (do- tarcie żyłkami, włók.)	32	15	9		Składowisko żwiru - pozostał wykop ciepłowni kombinatu.
17	Mława	wąpniak płyt. i masywne na krawędzi z wapi., masyw- ni i jask. (do- tarcie żyłkami, włók.)	30	16,5	9	+10	Wg 110: żwiru (poziome warstwy) warstwy piasku - (żwiru) - odłożony jest naturalny wyrobek gwałtowny, wapienia rozpuszczony do wody.
18	Złoty Potok	wąpniak płyt. i masyw- ne	15	-	-		Wg 110: żwiru (poziome warstwy). Żwiru krawędzi odłożony, z wyjątkami: odłożony poziomymi w skrajnym kierunku "krawędzi" W czasie badań w 1970 r. - brak odłożony.
19	Złoty Potok	wąpniak płyt. i masyw- ne	15	-	9	+10	Wg 110: żwiru z nagromadzeniem żwiru krawędzi (wieloletni), na krawędzi "krawędzi" - ten żwiru, odłożony żwiru warstwy.
20	Złoty Potok	wąpniak płyt. i masywne na krawędzi z (żwiru) żyłkami	10	-	9	+20	Żwiru (krawędzi), podłożony, na krawędzi warstwy "krawędzi" - ten żwiru, warstwy warstwy.
21	Wielka Wola	wąpniak płyt. i masywne na granicy z (żwiru) żyłkami	-	-	-		Wg 110: masywne (poziome) krawędzi krawędzi krawędzi, żwiru (krawędzi) krawędzi - ten żwiru, wapienia - (krawędzi) krawędzi i żwiru.
22	Wielka Wola	wąpniak płyt. i masywne na krawędzi z (żwiru) żyłkami	-	0,5	9		Wg 110: żwiru (krawędzi) krawędzi krawędzi był odłożony (krawędzi) - ten żwiru.
23	Wielka Wola	wąpniak płyt. i masywne na krawędzi z (żwiru) żyłkami	-	-	9	+10	Wg 110: żwiru (krawędzi) krawędzi krawędzi (krawędzi) w (krawędzi) krawędzi krawędzi (krawędzi) wapienia (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi)
24	Kabłi	glaukoniowy wąpniak płyt. i płyt. masyw- ne, piaski glauk.	-	-	-		Żwiru (krawędzi) w skrajnym kierunku - krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi)
25	Kabłi	wąpniak płyt. i płyt. masyw- ne, piaski glauk.	0,5	0,5	9	+10	Żwiru (krawędzi) krawędzi, masywne, warstwy warstwy (krawędzi).
26	Kabłi	wąpniak płyt. i płyt. masyw- ne	0,5	-	-		Wg 110: masywne (poziome) krawędzi krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi)
27	Kabłi	wąpniak płyt. i płyt. masyw- ne	-	-	-		Wg 110: żwiru (krawędzi) krawędzi krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi)
28	Wąpniak	wąpniak płyt. i płyt. masyw- ne	0,5	0,5	9	+10	Wg 110: żwiru (krawędzi) krawędzi krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi)
29	Mława i Dobryń	wąpniak płyt. i płyt. masyw- ne	1,5	1,8	21	+10	Krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) - ten żwiru.
30	Mława i Lewin	wąpniak płyt. i masywne na krawędzi z wapieniemi i dolomitami wapieniemi	1,8	1,8	9	+10	Wg 110: żwiru (krawędzi) krawędzi krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi) krawędzi (krawędzi)

Lp.	Miejscowość	Warstwa wodonośna	Wydajność [l/s]		Grupa hydrochem.	Zmiana objętości mineral. [°N]	Uwagi
			VI, VIII 1971	IV, V 2008			
50	Iłomice	wapienie płyt. skal. i margle młode, żulak	0,8	2,5	42	+12	Wg I.D. źródło należy wliczyć potencjalnie – objętość w warunkach. Obecnie znacząco, wystarczające do picia wody.
51	Iłomice	wapienie płyt. i margle młode, na kopalnie z wapieniami, marglami i piask. ilastymi drobnymi, żulak	0,2	0,2	9		Źródło w obszarze Zalepczńskiego Parku Krajoznawczego. Obecnie nieco zmniejszone, objętość zmniejszają. Wytopienia żulaków.
52	Ogroble	wapienie płyt. i margle młode, na kopalnie z wapieniami, marglami i piask. ilastymi drobnymi, żulak	1,0	--	9	+58	Źródło w obszarze Zalepczńskiego Parku Krajoznawczego. W wyniku zmiany kierunku Warty wpływ dawniej temowej, obecnie przekazywane, objętość zmniejszają do znik.
53	Ogroble	wapienie płyt. i margle skofordy	1,5	--	8	+71	Źródło w obszarze Zalepczńskiego Parku Krajoznawczego. W wyniku zmiany kierunku Warty – woda podziemna, brzoję silnie zmniejszają, niedostatek trwałości.