

INSTYTUT GEOGRAFII  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

## DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

„do użytku służbowego“

ZESZYT 1/ZS

66

# WODY PODZIEMNE W DORZECZU SKARLANKI I ICH STOSUNEK DO RYNIEN JEZIORNYCH

OPRACOWAŁ R. GLAZIK POD REDAKCJĄ J. SZUPRYCZYŃSKIEGO



W A R S Z A W A 1 9 7 0

**WYKAZ ZESZYTÓW  
PRZEGLĄDU ZAGRANICZNEJ LITERATURY GEOGRAFICZNEJ  
za ostatnie lata**

1965

- 1 Zagadnienia kartografii ogólnej, s. 138 + ryc. nlb., zł 21,—
- 2 Problemy krajów rozwijających się, s. 160 + nlb., zł 24,—
- 3 Tendencje integracyjne i dezintegracyjne w geografii XIX i XX wieku, s. 210, zł 21,—
- 4 Problemy geografii fizycznej kompleksowej, s. 141 + ryc. nlb., zł 24,—

1966

- 1 Perspektywy rozwoju badań geograficznych, s. 196, zł 27,—
- 2 Ogólna teoria układów, s. 122, zł 24,—
- 3/4 Geografia medyczna, s. 199 + ryc. i tab. nlb., zł 24,—

1967

- 1 Praca zbiorowa — Elementy nowszych koncepcji integracji nauk geograficznych, s. 124, zł 24,—
- 2 Praca zbiorowa — Z metodyki badań osiedli o funkcjach centralnych, s. 125 + ryc. i tab. nlb., zł 24,—
- 3 Problemy badań krajobrazowych i regionalizacji fizyczno-geograficznej, s. 195 + ryc., nlb., zł 24,—
- 4 Geografia stosowana — Część III, s. 170, zł 24,—

1968

- 1 Problemy krajów rozwijających się (Zagadnienia ogólne) — Część II, s. 184, zł 27,—
- 2/3 Studia nad paleogeografią holocenu, s. 180 + nlb., zł 30,—
- 4 Ogólne zagadnienia kartografii tematycznej, s. 121, zł 24,—
- 4a Spis rzeczy zawartych w „Przeglądzie Zagranicznej Literatury Geograficznej” za lata 1950—1968, s. 89, zł 21,—

1969

- 1 Zagadnienia bilansu wodnego, s. 156 + nlb., zł 27,—
- 2 Postępy metodyczne geografii brytyjskiej, s. 167 + nlb., zł 30,—
- 3/4 Modele w geografii, s. 184 + nlb., z. 36,—

1970

- 1 Geografia stosowana — cz. IV, s. 128, zł 24,—
- 2 Prace z terminologii i metodyki badań osadnictwa wiejskiego, s. 110 + nlb., zł 24,—
- 3 Metody ilościowe w radzieckiej geografii ekonomicznej (w druku)

INSTYTUT GEOGRAFII  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

## DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

„do użytku służbowego“

ZESZYT 1/ZS

# WODY PODZIEMNE W DORZECZU SKARLANKI I ICH STOSUNEK DO RYNIEN JEZIORNÝCH

OPRACOWAŁ R. GLAZIK POD REDAKCJĄ J. SZUPRYCZYŃSKIEGO



W A R S Z A W A 1 9 7 0

<http://rcin.org.pl>

## KOMITET REDAKCYJNY

Redaktor Naczelny:	T. Lijewski
Z-ca Red. Naczelnego:	T. Szczęsna
Sekretarz Redakcji:	B. Rogalewska
Członkowie:	L. Zawadzki, A. Żeromski

Redaktor techniczny: W. Spryszyńska

---

Adres Redakcji: Instytut Geografii PAN,  
Warszawa, Krakowskie Przedmieście 30

---

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8. Zam. 691/70.  
Nakład 300 + 25 egz. Objętość ark. druk. 4,375 + 2 nlb. ark. wyd. 4,2.  
Druk ukończono w styczniu 1971 r.

## SPIS TREŚCI

I. Wstęp . . . . .	5
II. Rzeźba terenu . . . . .	7
III. Budowa geologiczna . . . . .	10
IV. Charakterystyka hydrograficzna . . . . .	13
1. Działy wodne . . . . .	13
2. Charakterystyka cieków i opis Skarlanki . . . . .	14
3. Jeziora . . . . .	18
4. Mokradła . . . . .	21
V. Wody podziemne . . . . .	22
1. Zakres badań . . . . .	22
2. Występowanie i ogólna charakterystyka wód podziemnych	23
3. Próba wydzielenia regionów hydrogeologicznych . . . .	34
4. Wody podziemne w regionach hydrologicznych ze szcze- gólnym uwzględnieniem stosunku poziomów wodonośnych do rynien . . . . .	36
5. Uwagi o stosunku wód gruntowych dorzecza . . . . .	67
Literatura . . . . .	69



## I. WSTĘP

Dorzecze Skarlanki położone jest na Pojezierzu Brodnickim, które stanowi południową część Pojezierza Iławskiego (7). Skarlanka jest prawym dopływem Drwęcy i odwadnia obszar pomiędzy doliną Osy na północy, a doliną Drwęcy na południu. Ujście rzeki do Drwęcy znajduje się w odległości 5,5 km na północny wschód od Brodnicy, w miejscowości Tama Brodzka (ryc. 1). Współrzędne geograficzne dorzecza są następujące:

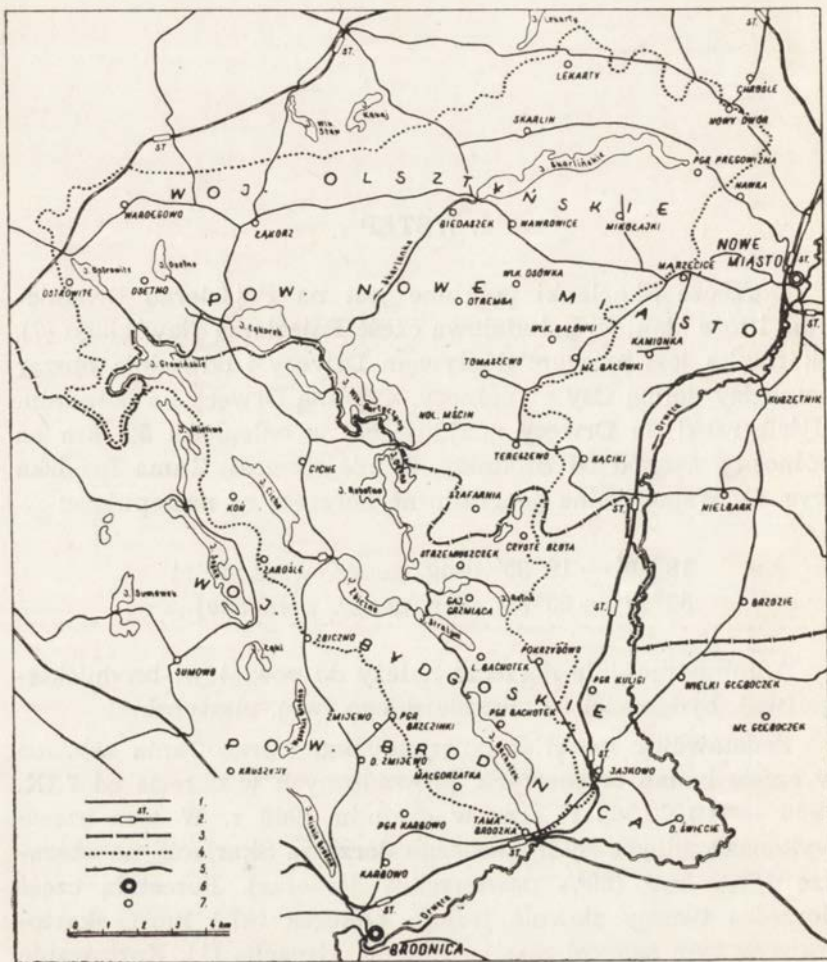
19°10' — 19°35' dług. geogr. wschodniej

53°17' — 53°30' szer. geogr. północnej

Administracyjnie dorzecze należy do powiatów: brodnickiego (woj. bydgoskie) i nowomiejskiego (woj. olsztyńskie).

Podstawowy materiał do niniejszego opracowania zebrano w czasie badań terenowych, prowadzonych w okresie od 7.IX. 1956 — 16.X.1965 r. oraz w grudniu 1968 r. W tym czasie wykonano zdjęcie hydrograficzne dorzecza Skarlanki na obszarze 188,6 km<sup>2</sup> (80% powierzchni dorzecza). Pozostałą część dorzecza tworzy zlewnia jeziora Łąkorek (47,1 km<sup>2</sup>), skartowana w tym samym czasie przez M. Banacha (1). Kartowanie przeprowadzono zgodnie z „Instrukcją opracowania mapy hydrograficznej Polski” (5). Badania uzupełniane były jednorazowymi obserwacjami hydrologicznymi, w czasie comiesięcznych wyjazdów w teren, w okresie od 15.XI.1965 — 17.IV.1966 r.





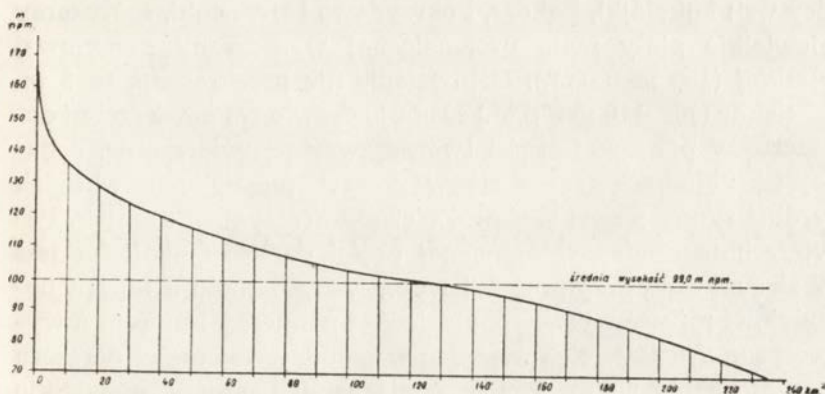
Ryc. 1. Mapa administracyjna dorzecza Skarlinki

1. Drogi główne. 2. Koleje i stacje. 3. Granica województw. 4. Granica dorzecza. 5. Główne ciek. 6. Miasta powiatowe. 7. Inne miejscowości.



## II. RZEŻBA TERENU

Powierzchnia dorzecza Skarlanki została ukształtowana w okresie ostatniego zlodowacenia, w czasie fazy krajeńsko-wąbrzeskiej, stadium poznańskiego (3, 14). Krajobraz dorzecza cechuje bogactwo form związanych z akumulacyjną i erozyjną działalnością lodowca oraz wód fluwioglacialnych. Dzięki temu rzeźba dorzecza jest urozmaicona. Najwyższy punkt, położony na dziale wodnym w północno-wschodniej części dorzecza, ma 164,0 m n.p.m., a ujście Skarlanki do Drwęcy leży na wysokości 71 m n.p.m. Daje to maksymalną deniwelację 93 m. Średnie wyniesienie dorzecza wynosi 99 m n.p.m. (ryc. 2).



Ryc. 2. Krzywa hipsograficzna dorzecza Skarlanki.

W dorzeczu można wyróżnić cztery elementy morfologiczne (ryc. 3): pagórki i wzgórza moreny czołowej, wysoczyznę morenową (falistą i płaską), sandr i rynny glacialne.

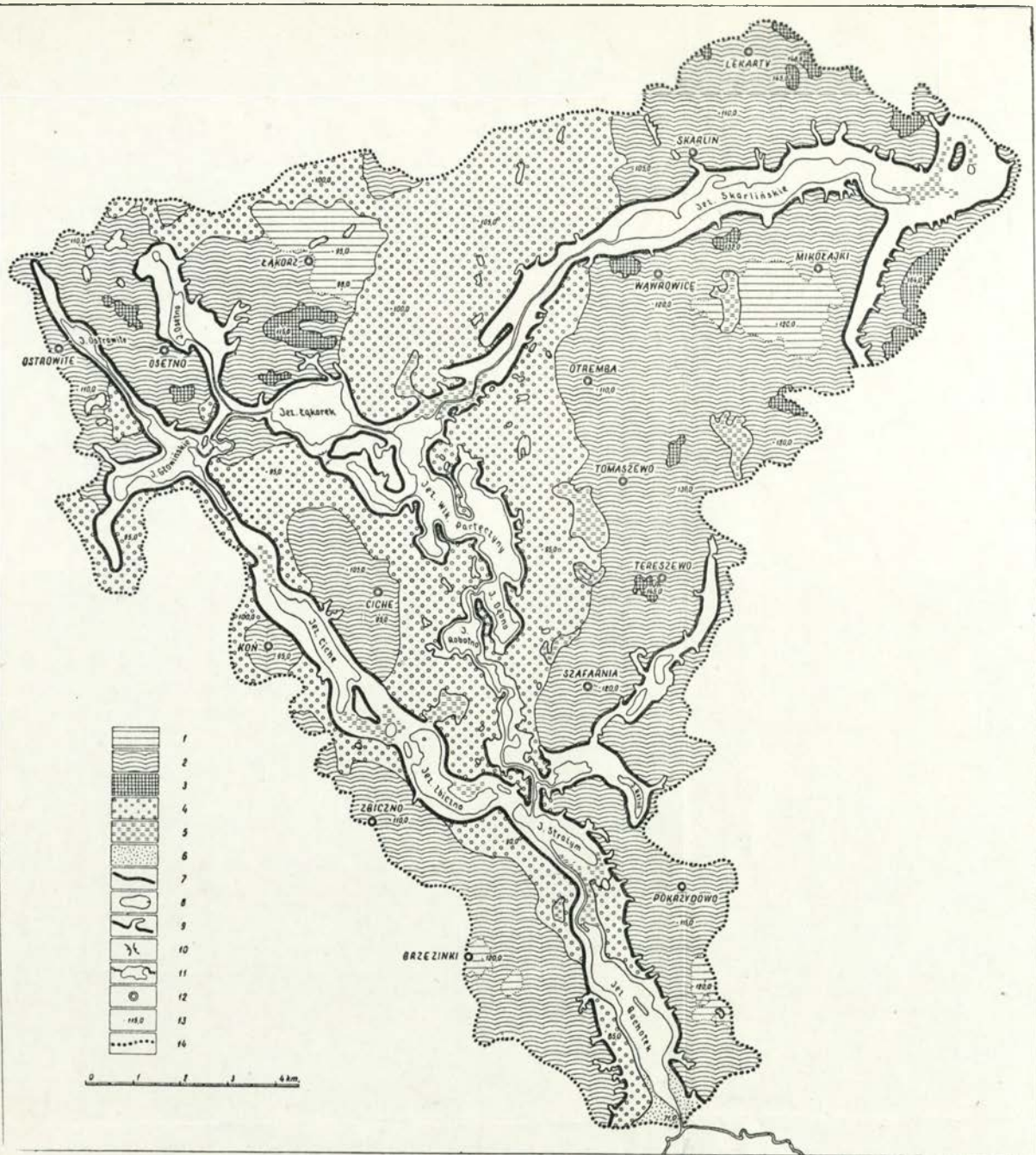
Wzgórza moreny czołowej o wysokości względnej do 15 m znajdują się w północnej części dorzecza, na północ i południe od jeziora Skarlińskiego oraz w rejonie wsi Łąkorz. Stanowią one wschodnie przedłużenie moren północno-wąbrzeskich (14). Dalej na południe, w okolicy wsi Małe Bałówki i Tereszewo,

spotykamy pojedyncze pagórki moreny czołowej o wysokości 5—10 m, znaczące zasięg drobnych oscylacji lodowca w obrębie fazy wąbrzeskiej. Wysokość bezwzględna wzgórz morenowych waha się od 130—164 m n.p.m.

Wysoczyzna morenowa (110—130 m n.p.m.) zajmuje głównie wschodnią część dorzecza. W okolicy wsi: Ciche, Koń i Łąkorz (ryc. 3) tworzy wyspy morenowe (90—110 m n.p.m.), otoczone sandrem (95—100 m n.p.m.). Wysokość bezwzględna sandru wskazuje na to, że wyspy morenowe były częściowo konserwowane przez martwe lody i dzięki temu nie uległy zasypaniu piaskami glacyfluwialnymi. Powierzchnia wysoczyzny jest urozmaicona licznymi zagłębieniami wytopiskowymi, zajętymi częściowo przez „oczka” polodowcowe lub mokradła. Jedynie w okolicy wsi: Mikołajki, Łąkorz, Pokrzydowo i Brzezinki, spotykamy niewielkie płyty mało urozmaiconej wysoczyzny morenowej płaskiej (120 m n.p.m.). Deniwelacje nie przekraczają tu 3 m.

Sandr (90—110 m n.p.m.) zajmuje prawie 1/3 powierzchni dorzecza. W północnej części tworzy zwartą powierzchnię, a dalej na południe ciągnie się w postaci niewielkich wkładek wzdłuż rynny jezior: Ciche—Zbiczno—Strażym—Bachotek. Powierzchnia sandru w północnej części dorzecza obniżona jest w stosunku do przylegającej wysoczyzny o około 5 m. Ku południowi różnica wysokości względnej pomiędzy sandrem a wysoczyzną zwiększa się, osiągając w południowej części dorzecza wartość około 20 m. Powierzchnia sandru posiada niewielkie deniwelacje (do 3 m) i w całości porośnięta jest lasami.

Rynny glacialne są charakterystyczną cechą krajobrazu dorzecza Skarlanki. Dna ich, częściowo zajęte przez jeziora, stanowią znaczny procent powierzchni dorzecza (23%). Przeważają rynny o kierunku z północnego zachodu na południowy wschód. Tylko rynna jeziora Skarlińskiego (fot. 1) posiada kierunek zbliżony do równoleżnikowego. Najlepiej wykształcona jest rynna jezior: Ciche—Zbiczno—Strażym—Bachotek, o długości 18 km. Zwierciadło wody w powyższych jeziorach zalega 70—75 m n.p.m., a krawędź wysoczyzny przebiega średnio 100 m n.p.m., co daje deniwelacje rzędu 35—40 m. Na obszarze



Ryc. 3. Szkic morfologiczny dorzecza Skarlanki.

1. Wysoczyzna morenowa płaska.
2. Wysoczyzna morenowa falista.
3. Pagórki i wzgórza morenowe.
4. Równiny sandrowe.
5. Torfy.
6. Dna dolin rzecznych bez torfu.
7. Krawędzie rynien.
8. Zagłębienia wytopiskowe.
9. Rozcięcia erozyjne.
10. Progi w dnach rynien.
11. Jeziora i ciek.
12. Miejscowości.
13. Wysokości w m n.p.m.
14. Dział wodny.





Fot. 1. Rynna jeziora Skarlińskiego (wrzesień 1965).

Fot. R. Glazik.



Fot. 2. Jezioro Retno — wschodnie zbocze rozcięte erozyjnie (marzec 1966).

Fot. R. Glazik.

sandrowym w północnej części dorzecza, krawędzie rynien są niższe i łagodniejsze. Krawędź rynny jezior: Wielkie Partęczyny—Dębno—Robotno (77 m n.p.m.) ma średnio 10—15 m wysokości względnej i tylko nad jeziorem Małe Partęczyny dochodzi do 25 m. Rynna jeziora Skarlińskiego (87 m n.p.m.) wcięta jest w wysoczyznę morenową na głębokość 20—30 m. Na uwagę zasługuje niewielka rynna jeziora Retno (80 m n.p.m.), której wschodnie zbocze osiąga 40 m wysokości względnej przy nachyleniu 30°. Krawędzie rynien są w wielu miejscach rozcięte dolinkami bocznymi (fot. 2). Największa ich ilość znajduje się wzdłuż rynny jeziora Bachotek i jeziora Skarlińskiego.

### III. BUDOWA GEOLOGICZNA

Najstarszymi utworami dotychczas nawierconymi na obszarze dorzecza Skarlanki są utwory trzeciorzędowe. Nawiercono je w kilku punktach w południowej części badanego obszaru. Znajduje się tutaj wyniesienie utworów trzeciorzędowych (miocénskich), przykryte stosunkowo cienkim płaszczem osadów czwartorzędowych (3).

Oligocen wykształcony w postaci drobnoziarnistych piasków glaukonitowych, nawiercono w PGR Brzezinki (ryc. 1), na głębokości 35 m (85 m n.p.m.). Zalega on bezpośrednio pod utworami czwartorzędowymi i do głębokości 100 m nie został przewiercony (17), zatem miąższość utworów oligocénskich przekracza tu 65 m. W wierceniu w PGR Karbowo (17), położonym 2,7 km na południe od Brzezinek, czwartorzędu nie przewiercono do głębokości 122 m (7 m p.p.m.). Również wiercenia w Zbicznie (12, 17), 3,7 km na północny zachód od Brzezinek, nie osiągnęły spągu czwartorzędu do głębokości 62 m (43 m n.p.m.). Na obszarze dorzecza oraz w promieniu do 15 km poza działem wodnym inne głębokie wiercenia nie natrafiły na oligocen.

Miocén wykształcony jest w postaci drobno i średnio-

ziarnistych piasków kwarcowych z wkładkami węgla brunatnego i łu. We wsi Zarośle zalega na głębokości 32 m (70 m n.p.m.) i do głębokości 47 m nie został przewiercony (17). W leśniczówce Bachotek miocen nawiercono na głębokości 29 m (66 m n.p.m.) i do głębokości 42 m nie osiągnięto spągu (12). W powyższych wierceniach miocen przykryty jest utworami czwartorzędowymi. W PGR Kuligi, położonym już poza działem wodnym, w odległości 2,5 km na wschód od jeziora Bachotek, strop miocenu obniża się do 31 m p.p.m. i leży na głębokości 155 m (17). Przykryty jest utworami plioceńskimi (70 m) i czwartorzędowymi (85 m).

Pliocen nie jest znany z wierceń z obszaru dorzecza. We wsi Karbowo (ryc. 1), położonej w strefie krawędziowej doliny Drwęcy, strop pliocenu zalega średnio 70 m n.p.m., na głębokości 10—13 m (12). W Żmijewie, 5 km na północ od Karbowa, obniża się do 36 m n.p.m. (82 m głębokości). Reprezentują go niebieskie iły poznańskie. W wierceniu wykonanym w odległości około 1 km na wschód od jeziora Niskie Brodno, trzeciorząd jest zaburzony glacitektonicznie. Typowe utwory plioceńskie, wykształcone w postaci niebiesko-zielonych iłów poznańskich, są tu przewarstwione mioceneńskimi iłami brunatnowęglowymi (17). Strop tej serii zalega 19 m n.p.m., na głębokości 69 m i do rzędnej 54 m p.p.m. nie został przewiercony.

Ogólnie można stwierdzić, że strop utworów trzeciorzędowych jest bardzo nierówny i wykazuje deniwelacje rzędu 65 m. Utwory trzeciorzędowe zapadają w kierunku północnym. Wiercenia w środkowej i północnej części dorzecza nie osiągnęły stropu trzeciorzędu do głębokości 100 m (5 m p.p.m.). Obecne nachylenie powierzchni dorzecza z północy na południe jest niezgodne z ukształtowaniem powierzchni podczwartorzędowej.

Plejstocen na terenie dorzecza Skarlanki wykształcony jest w postaci glin, utworów żwirowo-piaszczystych, mułków i iłów. Ogólną cechą utworów plejstocenijskich jest ich duża zmienność w rozprzestrzenieniu poziomym i pionowym. Wysoczynę morenową budują zasadniczo dwie serie glin zwałowych, przedzielone utworami żwirowo-piaszczystymi.



Górna glina zwałowa (I) posiada miąższość od 10—30 m. W północnej części dorzecza, w okolicy wsi: Wawrowice, Miłkołajki, Skarlin i Łąkorz oraz w południowej części dorzecza, w rejonie wsi Gaj—Grzmiecia i Pokrzydowo, górna glina wychodzi na powierzchnię (12, 17, 18).

Dolna glina zwałowa (II), o kolorze siwo-szarym, posiada również bardzo urozmaiconą miąższość, od 10—50 m. Wśród glin spotykamy często wkładki żwirów, piasków i iłów.

Seria osadów oddzielających górną i dolną glinę wykształcona jest w postaci żwirów i piasków o różnym uziarnieniu jak i pyłów. Miąższość tych utworów na obszarze dorzecza waha się od 5—15 m (12, 17, 18). Tworzą one poziom wodonośny, z którego czerpie wodę znaczna część studni gospodarskich. W niektórych miejscach żwiry i piaski są zastąpione przez ily (Wawrowice, PGR Pręgowizna).

Pod dolną szarą gliną znajduje się gruba seria piasków o różnym uziarnieniu i żwirów, obfitujących w wodę. Wiercenia studzienne nie osiągają spągu tego poziomu. Jedynie we wsi Skarlin (18) pod 15 m serią piasków średnioziarnistych natrafiono na glinę (III). W innych wierceniach miąższość powyższej serii jest większa (ponad 27 m) i nie osiągnięto jej spągu.

W północnej części dorzecza, w okolicy wsi Lekarty, ponad górną gliną (I) zalega seria młodszych utworów glacyfluwialnych o miąższości 15 m, zbudowana ze żwirów z głazikami (18). Seria ta przykryta jest spiętrzonego materiału morenowego w postaci glin zwałowych z brukiem i żwirem. Materiał ten buduje wzgórza morenowe.

Na obszarach wododziałowych, w rejonie wsi Zbiczno oraz na zachód od jeziora Bachotek, ponad górną gliną zalega seria drobnoziarnistych piasków glacyfluwialnych o miąższości 10—15 m (12, 17). Na nich spoczywa glina o podobnej grubości. W miarę oddalania się od działu wodnego miąższość gliny maleje i na powierzchnię wychodzą piaski glacyfluwialne.

Sandr, zajmujący znaczną część dorzecza Skarlanki, zbudowany jest głównie z drobnoziarnistych i średnioziarnistych pia-

sków o barwie jasnożółtej. W nadleśnictwie Mścin (ryc. 1) grubość sandru wynosi 7 m, a w spągu zalega glina (12).

Mięszczość utworów plejstocenijskich w dorzeczu jest zróżnicowana na skutek urozmaiconej powierzchni podczwartorzędowej oraz dzisiejszej hipsometrii dorzecza. W południowej części dorzecza, gdzie znajduje się wyniesienie utworów trzeciorzędowych, miąższość plejstocenu jest mniejsza i rośnie zgodnie z nachyleniem podłoża trzeciorzędu w kierunku północnym. W środkowej i północnej części dorzecza głębokie wiercenia (do 100 m) nie przewierciły plejstocenu.

H o l o c e n reprezentowany jest na obszarze dorzecza przez torfy, aluwia rzeczne, utwory deluwialne oraz gleby. Torfy występują głównie w dnach rynien oraz na sandrze i wysokoźnie morenowej, w zagłębieniach powstałych po wytopieniu brył martwego lodu. Duże kompleksy torfów znajdują się na dnie dawnych, obecnie osuszonych zbiorników jeziornych, na wschód od jeziora Wielkie Partęczyny i w okolicy wsi Bałówki. Aluwia rzeczne wykształcone są w postaci piasków i żwirów. W dnach rynien zajmują stosunkowo niewielką przestrzeń, ustępując miejsca torfom. Ujściowy obszar Skarlanki, w pobliżu miejscowości Tama Brodzka, zbudowany jest ze żwirów, które do głębokości 14 m nie zostały przewiercone (12). Utwory deluwialne w postaci stożków napływowych, występują u podłoża krawędzi rynien, w miejscach rozcięcia ich przez dolinki zboczowe. Największa ilość stożków napływowych znajduje się u podstawy północnej krawędzi rynny jeziora Skarlińskiego.

#### IV. CHARAKTERYSTYKA HYDROGRAFICZNA

##### 1. DZIAŁY WODNE

Dorzecze Skarlanki graniczy od zachodu ze zlewnią rynny jezior Brodnickich (dział wodny III rzędu). Jego północną granicę stanowi dział wodny z rzeką Osą (II rzędu) i Strugą Radom-

no (III rzędu). Na wschodzie i południu dorzecze Skarlanki graniczy z przyrzeczem Drwęcy (dział wodny III rzędu).

Dział wodny dorzecza biegnie przez najwyższe kulminacje wzgórz moreny czołowej i wysoczyzny morenowej falistej. Jedynie na obszarach sandrowych, ze względu na małe deniwelacje, przebieg działu jest mniej wyraźny. W niektórych miejscach dział przechodzi przez progi i wyniesienia w dnach rynien. Najwyższy punkt na działzie ma 164 m n.p.m. (koło wsi Nawra), a najniższy 71 m n.p.m. (ujście rzeki do Drwęcy). Nachylenie sandru ku południowi powoduje, że północny odcinek działu wodnego biegnie krawędzią doliny Osy, pozostawiając sandr po stronie dorzecza Skarlanki. W okolicy wsi Małe Bałówki znajduje się obszar zdrenowany, odwadniany na zachód. Dział wodny został tu sztucznie przesunięty o około 600 m w kierunku południowo-wschodnim.

W obrębie dorzecza znajdują się trzy niewielkie obszary bezodpływowe. Występują one na zachód od Tereszewa, na północ od wsi Ciche oraz dookoła jeziora Kochanka.

## 2. CHARAKTERYSTYKA CIEKÓW I OPIS SKARLANKI

Rozmieszczenie cieków na obszarze dorzecza jest ściśle uzależnione od rzeźby, litologii i roślinności, przy czym o gęstości sieci rzecznej decyduje przepuszczalność utworów powierzchniowych. Na 1 km<sup>2</sup> powierzchni dorzecza przypada średnio około 500 m długości cieku. Gęstość sieci rzecznej w poszczególnych częściach dorzecza jest jednak bardzo nierównomierna. Najwięcej cieków znajduje się na wysoczyźnie morenowej falistej, w północnej części dorzecza. Jest to obszar o urozmaiconej rzeźbie, z licznymi wzgórzami moreny czołowej. Nieprzepuszczalne, gliniaste podłoże sprzyja tu rozwojowi sieci rzecznej.

Lesiste, płaskie obszary sandrowe, o stosunkowo dobrej przepuszczalności, posiadają ubogą sieć cieków.

Południową część dorzecza zajmuje wysoczyzna morenowa falista w którą wcinają się, na głębokość 50 m, rynna jeziora Bachotek i dolina Drwęcy. Sytuacja ta nie sprzyja rozwojowi sieci rzecznej i ułatwia ucieczkę wód gruntowych z wysoczyzny. Z tego względu obszar ten jest prawie pozbawiony cieków stałych.

Większość cieków bierze początek z mokradeł, wysięków i źródeł, część wypływa z jezior. Na niektórych odcinkach cieki są intensywnie zasilane przez wody gruntowe, wypływające z przeciętych warstw wodonośnych w postaci źródeł i wysięków. Często wypływy wód gruntowych znajdują się poniżej zwierciadła wody w ciekach. Ustalenie ich możliwe jest jedynie drogą pośrednią, na podstawie analizy temperatury wody, obserwacji zlodzenia itp.

Rzeka Skarlanka o długości 37,0 km jest największym ciekim w dorzeczu. Wypływa z mokradła stałego (97,5 m n.p.m.), położonego na południe od miejscowości Nowy Dwór. Ujście do Drwęcy leży w poziomie 71 m n.p.m. Spad rzeki wynosi około 27 m, a ogólny spadek 0,72‰. Rzeka wykorzystywana jest gospodarczo przez dwa młyny (Biedaszek i Grzmięca) i tartak (Grzmięca). Zbudowane w pobliżu nich jazy ruchome spiętrzają wodę do 6 m (Grzmięca). Na odcinku od jeziora Skarlińskiego do jeziora Wielkie Partęczyny rzeka silnie meandruje. Meandry wytworzyły się w okresie, gdy poziom jeziora był znacznie wyższy. Obecnie na skutek obniżenia lokalnej bazy erozyjnej i prac melioracyjnych, meandry wcięły się w dawne dno na głębokość ok. 0,5—0,7 m. Istniejące tu dawniej dwa niewielkie jeziora zostały odwodnione przez pogłębienie koryta rzeki. Obecnie dna ich zajmują mokradła stałe, pocięte gęstą siecią rowów odwadniających. Na omawianym odcinku zachodzi intensywny ruch rumowiska. Piaski pochodzenia sandrowego transportowane są w dół rzeki i zasypują północno-wschodnią zatokę jeziora Wielkie Partęczyny. Jest to przyczyną ciągłego spłykania zatoki, której głębokość nie przekracza obecnie 2,5 m.

Na szczególną uwagę zasługuje dolny odcinek Skarlanki, po-



nżej młyna w Grzmiejęj. Charakteryzuje go częste występowanie cofek, które sięgają do jeziora Zbiczno, to jest ok. 9 km w górę rzeki. Przyczyną powstawania cofek na dolnej Skarlance jest mały spadek (0,08‰) oraz specyficzne właściwości hydrologiczne rzeki. Ze względu na znaczny udział lasów (27%) i jezior (7,5%), dorzecze posiada duże zdolności retencjonowania wód roztopowych i opadowych. Dzięki temu wezbrania na Skarlance są łagodniejsze niż na Drwęcy. W okresie roztopów wiosennych i po opadach następuje spiętrzenie wód, jako wynik wysokich stanów Drwęcy. Wywołuje to poważne konsekwencje w postaci zatamowania odpływu z dorzecza i zalania rynny dolnej Skarlanki (fo. 3, fot. 4). Wiosną 1966 r. woda utrzymywała się tu przez 11 tygodni, a ilość jej wzrosła, w porównaniu do okresu poprzedzającego spiętrzenie, o około 2,1 mln m<sup>3</sup>. Podczas cofki wody Skarlanki, uchodzące do jeziora



Fot. 3. Ujście Skarlanki do Drwęcy zalane wodą na skutek wysokiego stanu Drwęcy (marzec 1966). Fot. R. Glazik.



Fot. 4. Zalane dno rynny pomiędzy jeziorami Strażym i Bachotek (marzec 1966). Fot. R. Glazik.

Strażym, zaczynają odpływać w kierunku jeziora Zbiczno. Badania wykazały, że cofki występują głównie w okresie roztopów wiosennych i po opadach. O ich rozmiarach decyduje głównie charakter roztopów, ilość i intensywność opadów oraz kierunki wiatrów.

Przy ujściu Skarlanki do Drwęcy znajduje się jaz ruchomy, który może spiętrzyć wodę o około 0,5—0,7 m. Ułatwia to spław drzewa w okresie niskich stanów. Szerokość rzeki wynosi tu około 10 m, a głębokość 1,5 m.

Gospodarcza działalność człowieka spowodowała duże zmiany w obecnym układzie sieci hydrograficznej dorzecza. Szereg cieków stałych zostało uregulowanych i zagospodarowanych. Powstało wiele nowych rowów melioracyjnych, zwłaszcza na obszarach dawnych jezior. Założenie drenów i wykopanie rowów umożliwiło odprowadzenie wód roztopowych z niektórych zagłębień bezodpływowych na wysoczyźnie.



### 3. JEZIORA

Krajobraz polodowcowy dorzecza Skarlanki urozmaicają liczne jeziora. Ogólna liczba jezior o powierzchni większej od 1 ha wynosi 28. Zajmują one łącznie 1775,5 ha, co stanowi 7,5‰ powierzchni dorzecza. Wartość ta jest siedmiokrotnie większa od przeciętnej jeziorności Polski, która wg S. Majdanowskiego wynosi 1,016‰ (10). Przewyższa również znacznie najbardziej pod tym względem uprzywilejowane Pojezierze Mazurskie (4,464‰).

Jeziora należą głównie do typu jezior rynnowych. Posiadają kształt wąski i długi, a dna nierówne, z przegłębieniami i pły-

ZESTAWIENIE  
(wg Instytutu Rybactwa

Lp.	Jezioro	Wysokość n.p.m. w m	Powierzchnia (P) ha		Głębokość m	
			zwiercia- dła wody	wysp	maks.	średnia $\left(\frac{V}{P}\right)$
1	Wlk. Partęczyny	77,3	323,9	0,2	28,5	6,7
2	Skarlińskie	86,9	293,8	—	15,1	7,8
3	Bachotek	70,9	211,0	3,6	24,3	7,5
4	Łakorz	77,0	161,8	—	30,3	11,5
5	Głowińskie	80,0	130,5	0,3	18,5	6,8
6	Zbiczno	71,2	128,9	0,2	41,6	11,6
7	Ciche	74,0	110,8	0,3	13,4	6,8
8	Strażym	71,1	73,4	0,2	9,2	3,5
9	Dębno	77,3	59,5	—	15,9	5,5
10	Robotno	77,2	49,5	—	15,6	5,8
11	Kurzyny	76,8	38,0	—	1,5	0,5
12	Małe Partęczyny	77,4	33,6	—	6,5	3,1
13	Osetno <sup>1)</sup>	79,0	32,0	—	5,0	2,3
14	Ostrowite	88,3	28,0	0,1	8,4	3,6
15	Retno	79,9	24,1	—	21,1	6,2
16	Strzemiuszczek <sup>2)</sup>	76,7	22,0	0,1	—	—
17	Szafarnia <sup>2)</sup>	105,0	12,3	—	—	—

<sup>1)</sup> według M. Banacha (1)

<sup>2)</sup> obliczenia autora z map topograficznych 1:25 000.

ciznami. Układają się przeważnie w ciągi o kierunku północny zachód — południowy wschód. Tylko rynna jeziora Skarlińskiego posiada kierunek równoleżnikowy. Wszystkie jeziora połączone są ciekami, tworząc w ten sposób jednolity, zwarty system hydrograficzny.

Rynny i położone w nich jeziora, na skutek znacznej głębokości, przecinają względnie nacinają różne poziomy wodonośne, co powoduje, że na niektórych odcinkach jeziora są intensywnie zasilane przez wody gruntowe.

Tabela I podaje dane morfometryczne jezior dorzecza Skarlanki o powierzchni większej od 10 ha.

Tabela I

# JEZIOR

Śródlądowego w Olsztynie)

Długość maks. (D) w m	Szerokość		Wydłu- żenie $\left(\frac{D}{S}\right)$	Objętość (V) tys. m <sup>3</sup>	Długość linii brzegowej (L) m	Rozwój linii brzegowej $\frac{L}{2V}$
	maks. (S)	średnia $\left(\frac{P}{D}\right)$				
4325	1060	748	4,0	22037,2	17765	2,80
6515	650	450	10,0	22152,5	16775	2,77
4115	900	512	4,5	15394,2	11225	2,15
1700	1300	951	1,3	18736,2	5075	1,12
2250	1475	580	1,5	8874,0	9825	2,47
2615	865	493	3,0	15054,9	7535	1,88
3120	460	355	6,6	7604,0	7950	2,11
2000	550	367	3,6	2565,5	5230	1,73
1400	600	425	2,3	3281,6	3770	1,40
1000	850	495	1,1	2897,0	3300	1,33
2100	350	180	6,0	190,0	5850	2,66
1435	340	234	4,2	1092,6	3600	1,70
1150	500	278	2,3	736,0	2800	1,85
1450	375	196	3,8	1029,0	3975	2,18
1200	260	200	4,5	1492,3	3080	1,80
825	435	267	1,9	—	2250	1,58
750	225	164	3,3	—	1800	1,60

Największym jeziorem w dorzeczu są Wielkie Partęczyny (323,9 ha), zaś najgłębszym jezioro Zbiczo (41,6 m). Jezior dużych, o powierzchni ponad 100 ha, jest 7. Zajmują one 1360,7 ha, co stanowi aż 77,6% ogólnej powierzchni jezior omawianego dorzecza. Liczbowo przeważają jeziora średnie (10—100 ha) i małe (1—10 ha), jednak ich udział procentowy w ogólnej powierzchni jezior jest niewielki. Jezior od 10—100 ha jest 10 i zajmują łącznie 363,4 ha, czyli 20,5% powierzchni jezior. Jezior małych (1—10 ha) jest 11. Łączna ich powierzchnia wynosi 51,4 ha, czyli zaledwie 2,9% powierzchni jezior.

Masa wód zmagazynowanych w jeziorach na obszarze dorzecza wynosi około 125 000 000 m<sup>3</sup>, przy czym około 35% tej wartości przypada na jeziora: Skarlińskie i Wielkie Partęczyny.

Znaczne powierzchnie jezior uległy zanikowi w wyniku zamulania, zarastania i melioracji. Zamulanie jezior w dorzeczu zachodzi głównie przez osadzanie części organicznych i jest największe w jeziorach: Kurzyny, Strażym, Strzemiuszczek i Małe Partęczyny. Duży procent lasów i małe spadki cieków nie sprzyjają osadzaniu w jeziorach materiału mineralnego. Tylko jeziora, których zlewnie stanowi pozbawiona lasów wysoczyzna morenowa, są w większym stopniu narażone na dopływ materiału mineralnego z wysoczyzny. Proces ten ułatwiają deszcze, wody roztopowe oraz gęsta sieć cieków różnego typu. Ten rodzaj zamulania odgrywa dużą rolę w jeziorach: Szafarnia, Tęgowiec i w jeziorze Skarlińskim.

Zarastanie jezior zachodzi najintensywniej na płyciznach i w sąsiedztwie dopływu i odpływu wód rzecznych. Wiele płytkich, małych jezierek, położonych w różnych jednostkach morfologicznych, uległo już całkowitemu zarośnięciu. Z większych jezior najbardziej zarośnięte są Kurzyny (50%). Głębokie jeziora rynnowe charakteryzuje mały stopień zarośnięcia. Można tu wymienić jeziora: Zbiczo, Skarlińskie, Ciche i Retno (16—17%).

Melioracje spowodowały całkowity zanik niektórych jezior (np. w okolicy Tereszewa, Bałówek i w rynnie Skarlanki, pomiędzy jeziorami Skarlińskim i Wielkie Partęczyny), oraz przy-

czyniły się do obniżenia poziomu zwierciadła wody we wszystkich większych jeziorach. W ten sposób sztucznie przyspieszono proces zaniku jezior na obszarze dorzecza.

#### 4. MOKRADŁA

Występowanie mokradeł uwarunkowane jest przede wszystkim rzeźbą i litologią terenu. Najwięcej mokradeł znajduje się na obszarze słabo przepuszczalnej wysoczyzny morenowej oraz w dnach rynien. Lesisty sandr o dobrej przepuszczalności cechuje małą ilość mokradeł.

Na wysoczyźnie morenowej przeważają mokradła okresowe. Zajmują one drobne zagłębienia bezodpływowe wypełnione torfem, leżącym na nieprzepuszczalnym, gliniastym podłożu. Profil mokradeł jest wklęsły, a zasilanie odbywa się głównie przez opady. W niektórych miejscach drobne wysięki, płytko zalegających wód gruntowych, są dodatkowym źródłem zasilania. Mokradła są w większości zdrenowane, jednak brak należytej konserwacji przedwojennych urządzeń odwadniających powoduje, że w okresie wiosennych roztopów niektóre mokradła są zalewane.

Na obszarze dawnych jezior, w okolicy Tomaszewa, Bałówek i na północ od jeziora Zbiczno, występują zwarte kompleksy dobrze zagospodarowanych mokradeł, przeważnie okresowych. Posiadają one profil wklęsły i związane są z utworami mułowo-torfowymi. Zasilanie odbywa się głównie przez wody opadowe. Mokradło w okolicy Tomaszewa, położone na sandrze u podstawy zboczy wysoczyzny, chronione jest przed zalaniem przez wody Czerwonki, wałem. Wody powierzchniowe i gruntowe, spływające z wysoczyzny ku zachodowi, nie dochodzą do mokradła i są kierowane rowem melioracyjnym na północ, do Czerwonki. Odwodnienie mokradła odbywa się rowem okresowym na zachód, do jeziora Wielkie Partęczyny.

Dna rynien zajmują różne typy mokradeł, z przewagą mokradeł okresowych i stałych. Posiadają one profil płaski i są naj-



częściej związane z torfami (rzadziej piaskami). Zasilanie odbywa się przez wody powierzchniowe i gruntowe.

Mokradła położone w rynn timer Skarlanki, pomiędzy jeziorem Skarlińskim a jeziorem Wielkie Partęczyny, zostały zmeliorowane i zagospodarowane. Przez odwodnienie dwóch niewielkich, płytkich jezior, uzyskano nowe obszary łąk.

Mokradła okresowe położone w dolinie Drwęcy, przy ujściu Skarlanki, posiadają podłoże żwirowo-piaszczyste i zasilane są przez płytko zalegające wody gruntowe oraz wody Drwęcy. Regulacja Drwęcy i melioracje przeprowadzone w latach 1937—1939, obniżały o około 0,5 m poziom wód gruntowych w dolinie. Przed regulacją obszar ten stanowił mokradła stałe, zalewane corocznie przy wysokich stanach Drwęcy. Obecnie sytuacja uległa pewnej poprawie, chociaż w dalszym ciągu znaczne obszary łąk są w okresie wiosennych roztopów zalewane. W związku z tym obszar ten wymaga uregulowania stosunków wodnych.

W pobliżu jezior spotykamy liczne trzęsawiska, których największy obszar znajduje się nad jeziorem Kurzyny (60 ha).

Bagna zajmują niewielką powierzchnię i występują głównie w pobliżu jezior oraz w obszarze bezodpływowym na zachód od Tereszewa. Istnieje możliwość osuszenia tego obszaru i uzyskania nowej powierzchni łąk przez wykonanie przekopu na północ i odprowadzenie wód do jeziora Wielkie Partęczyny.

## V. WODY PODZIEMNE

### 1. ZAKRES BADAŃ

Dane o wodach podziemnych na obszarze dorzecza Skarlanki uzyskano głównie z kartowania hydrograficznego, prowadzonego w okresie od 7.IX.1965 — 16.X.1965 r. W tym czasie przebadano łącznie 354 studnie. Z tej liczby 86 studni przypada na zlewnię jeziora Łąkorek, opracowaną przez M. Banacha (1).

Badania studni dotyczyły pomiarów głębokości zalegania zwierciadła wody, miąższości warstwy wody, temperatury, smaku, twardości i pH. Z wywiadu określano profile geologiczne, stan napięcia zwierciadła, amplitudę wahań, zamarzanie, wysychanie itp. Ze względu na znaczną powierzchnię dorzecza (235,7 km<sup>2</sup>), badania studni nie mogły być przeprowadzone jednocześnie na całym obszarze i trwały łącznie 5 tygodni. W okresie badań panowała pogoda bezdeszczowa, przeważnie słoneczna. Dzięki ustabilizowanym warunkom meteorologicznym, dynamika i właściwości fizyczne wód podziemnych nie mogły ulec w tym czasie większym zmianom. Uzyskano w ten sposób materiał w dostatecznym stopniu porównywalny.

Dorzecze nie posiada stałej sieci obserwacyjnej wód gruntowych. W celu zorientowania się w reżimie I poziomu tych wód, założono 5 studni obserwacyjnych, w możliwie różnych jednostkach morfologicznych. W miesięcznych odstępach czasu prowadzono w nich obserwacje wahań zwierciadła wody i temperatury. Dane o zaleganiu i właściwościach głębszych poziomów wodonośnych uzyskano z głębokich wierceń studziennych (1, 17, 18). Na ich podstawie wydzielono poziomy wodonośne i rozpatrzono stosunek wód poszczególnych poziomów do rynien jeziornych. Należy podkreślić, że rozmieszczenie studni gospodarskich i wierceń na obszarze dorzecza jest bardzo nierównomierne. Na wysoczyźnie morenowej znajduje się gęsta sieć studni i wierceń, w związku z czym wody gruntowe i wgłębne zostały tu najlepiej poznane. Natomiast wiadomości o wodach podziemnych na sandrze są skąpe, ponieważ na obszarze tym nie prowadzono głębszych wierceń, a najbliższe studnie znajdują się już na zboczu wysoczyzny morenowej.

## 2. WYSTĘPOWANIE I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WÓD PODZIEMNYCH

Badania nad wodami gruntowymi i analiza zebranych materiałów wiertniczych, pozwoliły wyróżnić na omawianym



obszarze 6 horyzontów wodonośnych, zalegających na różnych głębokościach i ułożonych przeważnie piętrowo:

- 1) poziom oligoceński
- 2) poziom mioceneński
- 3) poziom plejstoceneński III
- 4) poziom plejstoceneński II
- 5) poziom plejstoceneński I
- 6) poziom holoceneński.

Poziomy oligoceński i mioceneński występują w południowo-zachodniej części dorzecza, gdzie miąższość utworów czwartorzędowych jest stosunkowo mała. Na pozostałym obszarze ujęcia wodne bazują wyłącznie na poziomach plejstoceneńskich.

Wody oligoceńskie nawiercono w PGR Brzezinki (ryc. 4), w drobnoziarnistych piaskach glaukonitowych, zalegających bezpośrednio pod czwartorzędem, na głębokości 35 m (por. rozdz. III). Woda posiada zwierciadło swobodne. Wydajność ujęcia jest znaczna i dochodzi do 22,5 m<sup>3</sup>/godz. Bazuje na nim gorzelnia i PGR.

Poziom mioceneński we wsi Zarośle zalega na głębokości 32 m, w drobno- i średnioziarnistych piaskach z pyłem węgla brunatnego. Strop stanowią gliny czwartorzędowe. Wody są pod ciśnieniem, jednak wydajność ujęcia jest bardzo mała (1,2 m/godz.). Ponadto wody poziomu są zanieczyszczone pyłem węgla brunatnego i posiadają zwiększoną ilość żelaza. W leśniczówce Bachotek omawiany poziom zalega na głębokości 38 m, w piaskach kwarcowych, przykrytych czwartorzędem. Wody posiadają swobodne zwierciadło i małą wydajność. Wystarcza ona jednak na zaspokojenie niewielkich potrzeb wodnych leśniczówki.

Ogólnie stwierdza się, że wody z utworów mioceneńskich posiadają zwiększoną ilość żelaza oraz małą wydajność, spowodowaną głównie niekorzystnym uziarnieniem wodonośca. Z tych względów istniejące ujęcia wód mioceneńskich nie mogą zapewnić dostatecznej ilości i odpowiedniej jakości wody. Poziomy oligoceński i mioceneński występują jedynie lokalnie i wykazują brak ciągłości. Wody ich kontaktują się z wodami głębszych pozio-



Poziom plejstoceni III jest najzasobniejszym horyzontem wodonośnym na obszarze dorzecza. Bazuje na nim 11 ujęć (ryc. 4), zaopatrujących w wodę głównie wodociągi wiejskie (Pokrzydowo, Skarlin) i PGR-y (Łąkorek, Ostrowite, Pręgowizna, Bachotek). Głębokość zalegania warstwy wodonośnej jest zróżnicowana i wynosi od 30—80 m. W granicach dorzecza wydajność poziomu waha się od 10—50 m<sup>3</sup>/godz. Tak znaczna rozpiętość wydajności z poszczególnych ujęć, spowodowana jest głównie poziomym i pionowym zróżnicowaniem litologicznym warstwy wodonośnej. Budują ją przede wszystkim piaski średnio- i gruboziarniste oraz żwiry. W niektórych miejscach pojawiają się piaski drobnoziarniste i pylaste oraz pyły piaszczyste. Miąższość warstwy wodonośnej wynosi około 15—30 m. Strop jej stanowi dolna glina zwałowa (II).

Ze względu na znaczne zasoby wody, wiercenia studienne nie osiągają spągu wodonośca, w związku z czym nie został on dostatecznie poznany. Tylko w jednym wierceniu (w Skarlinie) natrafiono w spągu na szarą glinę (III). Wody posiadają charakter subartezyjski, a zwierciadło ustabilizowane układa się poziomo, niezależnie od rzeźby terenu. Ujęcia wodne, zlokalizowane w pobliżu miejsc kontaktu wód poziomu III z wodami trzeciorzędowymi, wykazują zwiększoną ilość żelaza. Na wysoczyźnie morenowej w środkowo-wschodniej części dorzecza oraz na sandrze, poziom plejstoceni III, ze względu na brak głębokich wierceń, nie został dotychczas poznany.

Poziom plejstoceni II występuje w utworach piaszczysto-żwirowych, pomiędzy gliną I i gliną II.

Głębokość zalegania zwierciadła wody, miąższość warstwy wodonośnej oraz wydajność poziomu są zróżnicowane. W miejscach, gdzie na powierzchnię wychodzą utwory piaszczysto-żwirowe lub glina I, poziom II staje się pierwszym poziomem użytkowym. Sytuacja taka występuje na wysoczyźnie morenowej w zlewni jeziora Łąkorek, na północ i południe od jeziora Skarlińskiego oraz na wschód od rynny jeziora Bachotek (ryc. 4). Na wymienionych obszarach głębokość zalegania warstwy wodonośnej nie przekracza na ogół 15 m i tylko w okolicy Po-

krzydowa dochodzi do 30 m. W innych częściach dorzecza glina I przykryta jest piaskami akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej, zawierającymi wody I poziomu. Natomiast poziom II zalega tu na znacznej głębokości (20—40 m) i dlatego bazują na nim tylko nieliczne studnie gospodarskie. Studnie takie znajdują się w miejscowościach: Lekarty, Ciche, Małe Bałówki oraz powyżej krawędzi rynny jeziora Retno (ryc. 4).

Mięszczość warstwy wodonośnej waha się od 2—16 m. Budują ją przeważnie piaski drobnoziarniste, co warunkuje na ogół małą wydajność poziomu. Tylko w północno-wschodniej części dorzecza, w rejonie wsi: Skarlin, Lekarty, Mikołajki i Pręgowizna, wodnoścem są piaski gruboziarniste i żwiry z głazikami, o miąższości ok. 15 m. Wydajność ujęcia we wsi Lekarty wynosi 25 m<sup>3</sup>/godz.

W Zbicznie wody omawianego poziomu występują w piaskach drobnoziarnistych (kurzawka) i są eksploatowane tylko przez studnie położone w pobliżu jeziora Zbiczno (por. ryc. 4).

Zasobność poziomu II w wodę uwarunkowana jest w dużym stopniu rzeźbą terenu. Głęboko wcięte rynny w wielu miejscach przecinają, względnie nacinają warstwę wodonośną, co powoduje ucieczkę wód gruntowych z wysoczyzny plejstoceńskiej. Zachodzi ona najintensywniej na obszarach, gdzie spąg warstwy wodonośnej nachyla się ku rynnom. Taką budowę geologiczną posiada wysoczyzna morenowa położona na wschód od rynny jeziora Bachotek, na zachód od rynien jezior Zbiczno i Łąkorek oraz na południe od rynny jeziora Skarlińskiego. Miejsca przecięć warstwy wodonośnej znaczą liczne źródła i wysięki. Badania wykazały, że w dorzeczu Skarlanki źródła i wysięki, występujące u podstawy zboczy rynien, są zasilane przez wody II poziomu plejstoceńskiego. Wydajność ich jest mała i nie przekracza na ogół 1,5 l/sek.

Na obszarach oddalonych od rynien wody omawianego poziomu znajdują się pod ciśnieniem hydrostatycznym. W pobliżu rynien, ze względu na silny drenaż, zwierciadło wody posiada kształt krzywej depresji. Ujęcia zlokalizowane w niewielkiej odległości od rynien mają z tego powodu mniejszą wydajność.



Zwierciadło wody poziomu II układa się niezależnie od rzeźby terenu, podobnie jak zwierciadło III poziomu plejstocńskiego.

W okresie kartowania hydrograficznego, temperatura wód omawianego poziomu wynosiła od 8,2—10,0°C, przy temperaturze powietrza 20—25°C. Różnice temperatury wody spowodowane są głównie różną głębokością studni.

Amplituda zwierciadła wody w studniach, określona na podstawie wywiadu, nie przekracza na ogół 0,3 m i tylko w strefie kontaktu z wodami jezior i cieków może osiągnąć większe wartości. Osobną grupę stanowią studnie, do których, szczególnie w okresie wiosennych roztopów, wlewają się wody zaskórne. Amplituda zwierciadła wody w tych studniach może dochodzić do 2 m.

Wody poziomu II są twarde lub średniotwarde i posiadają  $pH = 7$ .

Poziom plejstocński I stanowi główne źródło zaopatrzenia w wodę gospodarstw wiejskich. Na wysoczyźnie morenowej poziom I zalega płatami i dlatego nie wykazuje ciągłości. O dynamice oraz właściwościach fizycznych i chemicznych wody decyduje głębokość zalegania zwierciadła i przykrycie lub brak przykrycia wodonośca utworami nieprzepuszczalnymi. Z tego względu, na obszarze wysoczyzny morenowej, wyróżniono 3 zasadnicze typy wód gruntowych I poziomu: 1) wody gruntowe w piaskach i żwirach zalegających na glinie, 2) wody gruntowe w utworach piaszczysto-żwirowych, przykrytych gliną zwałową, 3) wody gruntowe w silnie spiaszczonych glinach zwałowych.

W miejscach, gdzie wodonoścem są piaski i żwiry leżące na glinie, wody występują płytko (ok. 6,0 m) i posiadają zwierciadło swobodne. Ich reżim jest podobny do wód sandrowych. Głębokość zalegania wody decyduje o termice i wpływa na charakter i wielkość wahań zwierciadła. Reaguje ono stosunkowo szybko na opady i roztopy wiosenne. W okresach dłużej trwającej suszy, w niektórych płytszych studniach, woda zanika. W czasie badań stwierdzono, że wysychają przede wszystkim te studnie, których dno leży w strefie wahań zwierciadła wody. Ponadto

są to przeważnie studnie z okresu międzywojennego, które do tej pory nie były poddane zabiegom konserwacyjnym. Wybudowane w pobliżu nich nowe, nieco głębsze studnie, nie odczuwają braku wody. Temperatura wody uwarunkowana jest głębokością studni i wynosi w okresie letnim średnio 9,0—11,0°C, przy temperaturze powietrza 20—25°C. Wydajność jest niewielka i zależy głównie od wielkości obszaru zasilania oraz miąższości, zróżnicowania litologicznego i stopnia nasycenia wodonośca. Woda jest na ogół średniotwarda. Jedynie w studniach, do których w okresie wiosennych roztopów i po opadach wlewają się wody zaskórne, woda jest przeważnie miękka. Wyżej opisany typ wód gruntowych występuje głównie we wsiach: Szafarnia, Tereszewo, Tomaszewo, Ciche, Wielkie Bałówki, Gaj-Grzmięca, Strzemiuszczek i Czyste Błota. Niewielka wydajność wód sprawia, że w miejscowościach tych występują duże trudności w zaopatrzeniu w wodę. Należy podkreślić, że we wsiach: Ciche, Wielkie Bałówki i Szafarnia, ponad 50% zbadanych studni bazuje na płytkich, miękkich wodach zaskórnych. Również znaczna część wsi: Tereszewo, Tomaszewo, Czyste Błota i Gaj-Grzmięca czerpie wody zaskórne.

W pobliżu działów wodnych wody I poziomu zalegają pod gliną, budującą wzgórza morenowe. Studnie są tu głębsze (ok. 8,0—15,0 m), a wody często znajdują się pod napięciem. Ich reżim i właściwości fizyczne zbliżone są do wód gruntowych II poziomu. Ze względu na przykrycie wodonośca warstwą nieprzepuszczalną, posiadają na ogół małą amplitudę oraz później reagują na opady i roztopy wiosenne. Zasobność studni w wodę jest tu większa i wystarcza na zaspokojenie potrzeb gospodarstw wiejskich. Temperatura wody w okresie letnim wynosi średnio 8,5—10,0°C, a więc jest zbliżona do temperatury wód gruntowych II poziomu. Wody są średniotwarde i twarde o  $pH = 7$ . Ten typ wód gruntowych występuje między innymi w miejscowościach: Zbliczno, Lekarty i Małe Bałówki.

W niektórych częściach dorzecza wody I poziomu występują w silnie spiaszczonych glinach, na głębokości około 4,0—8,0 m. Posiadają małą wydajność i z tego względu wiercenia studzien-



ne sięgają przeważnie do wód II poziomu. Jednak szereg studni gospodarskich, położonych na wysoczyźnie morenowej w zlewni jeziora Łąkorek i na wschód od Mikołajek, bazuje na tego typu wodach.

W celu zorientowania się w reżimie wód gruntowych I poziomu założono 5 studni obserwacyjnych. W okresie od 10.X. 1965 — 16.IV.1966 r. prowadzono w nich comiesięczne (za wyjątkiem stycznia) pomiary zwierciadła wody i temperatury. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli II.

We wszystkich studniach najwyższe stany wody w badanym okresie wystąpiły w marcu i kwietniu, a więc po roztopach wiosennych. Stany minimalne w studniach położonych na wysoczyźnie (studnie 1, 2, 5) przypadają na miesiąc listopad. Wcześniejsze minima (październik) wystąpiły w studniach położonych na zboczu i w dnie rynny (studnie 3 i 4).

Amplituda zwierciadła wody uzależniona jest głównie od budowy geologicznej, głębokości i położenia morfologicznego studni. W studniach na wysoczyźnie morenowej (studnie 1, 2, 5), warstwa wodonośna przykryta jest gliną, a wody znajdują się pod niewielkim napięciem. Zwierciadło ustalone układa się ok. 6,0—9,0 m poniżej powierzchni terenu i charakteryzuje się małą amplitudą wahań (0,3 m). Tylko studnia 1, położona na krańcu wysoczyzny, posiada większą amplitudę (0,5 m). W studni 4, usytuowanej na zboczu rynny jeziora Strzemiuszczek, wodonosiec nie jest przykryty gliną, a swobodne zwierciadło układa się na niewielkiej głębokości (4,8 m). W związku z tym studnia posiada większą amplitudę stanów (0,4 m) niż studnie na wysoczyźnie. Małe wahania zwierciadła wody mają studnie położone w dnach rynien (studnia 3). Wody gruntowe kontaktują się tu z wodami jezior lub cieków. Stany wód w studniach uzależnione są od stanów wód powierzchniowych lecz wykazują mniejszą amplitudę. Zależy ona głównie od odległości studni od jeziora lub cieku oraz rzeźby dna rynny. W studni 3, położonej w pobliżu jeziora Strzemiuszczek, amplituda wynosi 0,3 m, podczas gdy w jeziorze sięga 0,6 m.

Temperatura wód gruntowych omawianego poziomu jest

**STANY I TEMPERATURA WODY W STUDNIACH**  
(na podstawie jednorazowych pomiarów za okres od 10.X. 1965—16.IV. 1966 r.)

Nr studni	1		2		3		4		5	
Położenie morfologiczne (Miejscowość)	Krawędź wysoczyzny (Zbiczno)		Wysoczyzna morenowa (Ciche)		Dno rynny (Strzemiuszczek)		Zbocze rynny (Strzemiuszczek)		Wysoczyzna morenowa (Tereszewo)	
Data pomiaru	stan (m)	t °C	stan (m)	t °C	stan (m)	t °C	stan (m)	t °C	stan (m)	t °C
10.X.	9,2	8,7	7,1	8,8	1,7	12,5	4,8	10,0	6,2	9,7
16.XI.	9,3	8,5	7,2	8,7	1,6	11,6	4,5	9,7	6,3	9,1
19.XII.	9,2	8,0	7,2	8,1	1,6	9,4	4,6	9,0	6,2	8,3
9.II.	9,1	6,8	7,1	6,3	1,5	3,6	4,4	6,9	6,1	6,2
16.III.	8,8	6,9	6,9	7,4	1,4	3,3	4,4	6,7	6,0	6,2
16.IV.	8,8	7,2	7,0	7,7	—	—	—	—	6,0	6,6
Amplituda X—IV	0,5	1,9	0,3	2,5	0,3	9,2	0,4	3,3	0,3	3,5

zgodna z przebiegiem temperatury powietrza. Poza tym istnieje ścisła korelacja pomiędzy temperaturą wody a głębokością studni (por. tab. II). W badanym okresie najwyższe temperatury wody notowano w październiku. W studniach na wysoczyźnie wynosiły one od 8,7—10,0°C, przy temperaturze powietrza 20—25°C. W studni 3, położonej na dnie rynny, woda posiadała wyższą temperaturę (12,5°C) na skutek małej głębokości studni (1,7 m). Najniższe temperatury wody w studniach na wysoczyźnie wystąpiły w lutym i wynosiły 6,2—6,8°C. Należy podkreślić, że w okresie dziesięciolecia 1954—1964, najzimniejszym miesiącem na obszarze dorzecza był luty. Średnia temperatura lutego za ten okres wynosiła —4,5°C, a stycznia —3,0°C (13). W studniach położonych na zboczu i dnie rynny (studnie 4 i 3), najniższe temperatury wody wystąpiły nieco później (marzec) i wynosiły odpowiednio 6,7°C i 3,3°C. Amplituda temperatury wód gruntowych w studniach obserwacyjnych wynosiła w badanym okresie od 2,0—3,5°C, tylko w studni 3 była znacznie wyższa (9,2°C).

Należy podkreślić, że przedstawiona wyżej krótka charakterystyka stanów i temperatury wód gruntowych I poziomu ma jedynie charakter orientacyjny. Obserwacje prowadzone były zaledwie w kilku studniach, skupionych w południowej części dorzecza. Pomiary wykonywano 1 raz w miesiącu i dlatego nie można na ich podstawie dokonać szczegółowej analizy reżimu termicznego i dynamiki zwierciadła wód tym bardziej, że nie prowadzono badań w ciągu całego roku hydrologicznego.

Wody gruntowe I poziomu w wielu miejscach wypływają na powierzchnię. Ze względu na małe zasoby wodne poziomu, wypływy nie dają źródeł lecz występują w postaci wysięków i młak. Spotykamy je głównie w górnych partiach zboczy rynien, w zagłębieniach wytopiskowych na wysoczyźnie morenowej oraz w strefie kontaktu sandru z wysoczyzną. Znajdujące się w tych miejscach mokradła są częściowo zasilane przez wody I poziomu.

Poziom holoceniński występuje na obszarach mokradeł położonych w rynnach jeziornych, w dolinie Drwęcy oraz w obni-

zeniach na wysoczyźnie morenowej. Poziom ten zawiera wody zaskórne, związane najczęściej z utworami mułowo-torfowymi, rzadziej z piaszczystymi. Zalegają one blisko powierzchni terenu (0,5—2,0 m) i w związku z tym ich reżim jest ściśle uzależniony od warunków pogodowych. Studnie korzystające z wód poziomu holocenijskiego wykazują znaczną amplitudę wahań. W okresie suszy często wysychają, a zimą zamarzają. Po opadach deszczu i w czasie wiosennych roztopów, wody holocenijskie zasilają niektóre studnie bazujące na wodach I lub II poziomu plejstocenijskiego. Objawia się to gwałtownym podniesieniem zwierciadła wody w studni o kilka metrów. Temperatura wody w okresie lata przekracza 12°C i uzależniona jest głównie od wahań temperatury powietrza i głębokości studni. Poziom posiada swobodne zwierciadło oraz małą wydajność. Ze względu na złą jakość, woda nie nadaje się do celów konsumpcyjnych, a może stanowić jedynie źródło zaopatrzenia dla inwentarza. Jednak jak już wyżej wspomniano, szereg studni gospodarskich, zwłaszcza w miejscowościach: Ciche, Wielkie Bałówki i Szafarnia, bazuje na wodach zaskórnych, pomimo ich złej jakości.

Na zakończenie należy wspomnieć o wodach śródglinowych. Występują one w soczewkach piasków i żwirów, zalegających na różnych głębokościach. Soczewki takie spotyka się zarówno w glinie górnej (I) jak i w glinie dolnej (II). Woda może posiadać zwierciadło swobodne lecz częściej znajduje się pod napięciem. Wydajność studni, bazujących na tego typu wodach, zależy głównie od wielkości soczewki i stopnia wypełnienia wodą.

Na obszarze dorzecza niektóre studnie bazują również na wodach poziomów połączonych. Na wysoczyźnie morenowej, w pobliżu zagłębień wytopiskowych, wody I poziomu plejstocenijskiego łączą się często z wodami zaskórnymi. Woda posiada wtedy złą jakość i nie nadaje się do celów konsumpcyjnych. Podobna sytuacja występuje u stóp zboczy rynien jeziornych. Wody zaskórne, związane z utworami mułowo-torfowymi, mogą na niektórych odcinkach łączyć się z wodami II poziomu, spływającymi z wysoczyzny morenowej.



### 3. PRÓBA WYDZIELENIA REGIONÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Zróznicowanie warunków występowania wód podziemnych w dorzeczu Skarlanki dało podstawę do wydzielenia regionów o specyficznym charakterze hydrogeologicznym. Za główne kryteria regionalizacji przyjęto: budowę geologiczną, rzeźbę terenu, charakter wód gruntowych pierwszego poziomu użytkowego oraz stosunek wód podziemnych do rynien jeziornych. Granice poszczególnych regionów pokrywają się na ogół z działami wodnymi wód powierzchniowych. W dorzeczu wydzielono pięć regionów hydrogeologicznych, które na ryc. 4 oznaczono wielkimi literami alfabetu.

Region A obejmuje południową i południowo-zachodnią część dorzecza, położoną w zlewni rynny jezior: Ciche — Zbiczno — Strażym — Bachotek. Jest to obszar wysoczyzny morenowej falistej i tylko w nielicznych miejscach występują niewielkie fragmenty sandru. Cechą charakterystyczną dla regionu jest występowanie na stosunkowo niewielkiej głębokości wód trzeciorzędowych — oligoceńskich i mioceneńskich (por. pkt 2). W innych częściach dorzecza głębokie wiercenia studienne nie natrafiły na wody trzeciorzędowe. Studnie gospodarskie bazują głównie na wodach I poziomu plejstocenceńskiego, które zalegają w utworach piaszczysto-żwirowych, podścielonych górną gliną (I). Jedynie w miejscach, gdzie na powierzchnię wychodzi górna glina, studnie czerpią wodę z poziomu II (Pokrzydowo). Region ten odznacza się silnym drenażem wód podziemnych przez rynny jeziorne. Zmniejsza to wydatnie zasoby wodne, zwłaszcza górnych poziomów wód gruntowych.

Region B pokrywa się powierzchniowo ze zlewnią jeziora Łąkorek. Jego powierzchnię stanowi głównie wysoczyzna morenowa falista (por. ryc. 3), rozcięta przez cieki. Studnie gospodarskie, w odróżnieniu od regionu A, bazują głównie na wodach II poziomu plejstocenceńskiego, które zalegają w utworach piaszczysto-żwirowych, pod górną gliną (I). Poziom I występuje jedynie płatami i jest mało zasobny w wodę. Wody gruntowe

są drenowane nie tylko przez jeziora, ale również przez cieki.

Region C obejmuje obszary sandrowe, położone w środkowej części dorzecza. Poziomem użytkowym są wyłącznie wody I poziomu plejstocńskiego, zalegające w drobno- i średnioziarnistych piaskach, na niewielkiej głębokości. Ze względu na mniejsze wcięcia rynien, drenaż wód gruntowych zaznacza się słabiej.

Region D znajduje się w zlewni jeziora Skarlińskiego. Pod względem morfologicznym jest to obszar pagórków i wzgórz morenowych oraz wysoczyzny morenowej falistej. Cechuje się znacznym zróżnicowaniem warunków występowania wód gruntowych, zależnie od budowy geologicznej. Studnie gospodarskie bazują na wodach I lub II poziomu, a w okolicy Wawrowic, ze względu na zalegające tu ropy, sięgają nawet bezpośrednio do wód III poziomu plejstocńskiego (ryc. 4). Wody gruntowe, zwłaszcza poziomu II, są pod silnym wpływem drenażu rynny.

Region E obejmuje wysoczyznę morenową falistą, położoną w środkowo-wschodniej części dorzecza. Studnie czerpią wodę z poziomu I i tylko sporadycznie sięgają do wód poziomu II. Znaczna część gospodarstw bazuje na płytko zalegających wodach zaskórnych, które występują głównie w zagłębieniach wytopiskowych. Ze względu na brak rynien jeziornych, wody gruntowe nie ulegają na ogół drenażowi. Jedynie w strefie kontaktu wysoczyzny morenowej z sandrem, stwierdzono niewielkie wyięki wód gruntowych I poziomu.

Ogólnie należy stwierdzić, że wody gruntowe w dorzeczu Skarlanki są drenowane przez rynny jeziorne. Z przedstawionej charakterystyki regionów wynika, że drenaż najsilniej zaznacza się w regionach: A, B i D, które są głęboko rozcięte przez rynny. Intensywność drenażu poszczególnych poziomów wód gruntowych zależy głównie od ich stosunku do rynien jeziornych, o czym będzie mowa w dalszej części opracowania.

#### 4. WODY PODZIEMNE W REGIONACH HYDROGEOLOGICZNYCH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM STOSUNKU POZIOMÓW WODONOŚNYCH DO RYNIEN

Na omawianym obszarze, ze względu na licznie występujące rynny, zasadniczym problemem jest stosunek wód gruntowych do rynien jeziornych. Ustalenie związku jezior z wodami gruntowymi ma doniosłe znaczenie dla poznania bilansu wodnego jezior (9). Innym ważnym zagadnieniem jest możliwość łączenia się różnych poziomów wodonośnych, a zwłaszcza kontaktowanie się wód trzeciorzędowych z wodami czwartorzędowymi. Powyższe zagadnienie omówiono w oparciu o przekroje hydrogeologiczne, wykreślone na podstawie zebranych wierceń oraz dokumentacji hydrogeologicznych (12, 17, 18). Linie poszczególnych przekrojów zaznaczono na ryc. 4. Mają one przeważnie kształt krzywych łamanych. Nie zawsze na linii przekroju dysponowano dostateczną ilością wierceń, pozwalającą na dokładne wyznaczenie granic poszczególnych utworów geologicznych. Dlatego w miejscach niepewnych granice poprowadzono liniami przerywanymi. Na przekrojach cyframi rzymskimi zaznaczono poszczególne poziomy wodonośne. Ponieważ wody, zwłaszcza głębszych horyzontów, znajdują się często pod napięciem, zwierciadła ustalone naniesiono liniami przerywanymi i oznaczono cyframi arabskimi w kółeczku. Dla przykładu: cyfra 3 w kółeczku oznacza ustalone zwierciadło wody III poziomu, cyfra 2 — II poziomu, cyfra 1 — I poziomu. Dane o głębokości zalegania zwierciadła wód głębszych poziomów, uzyskano z dokumentacji hydrogeologicznych (17, 18). Zwierciadła wód poziomów I i II naniesiono na podstawie wierceń i pomierzonych studni. Ze względu na małą skalę rycin studni nie zaznaczono, natomiast numery wierceń na przekrojach i ryc. 4 oznaczono cyframi arabskimi. Objaśnienia do przekrojów zamieszczono na ryc. 5. Ponieważ warunki występowania wód podziemnych na omawianym obszarze są zróżnicowane, problematykę hydrogeologiczną przedstawiono w ujęciu regionalnym, stosując wyżej omówiony podział na regiony hydrogeologiczne.

	1		15
	2		
	3	<b>P</b>	16
	4	<b>M</b>	17
	5	<b>O</b>	18
	6		19
	7	<b>v</b>	20
	8	<b>II.</b>	21
	9	<b>(2)</b>	22
	10	<b>W<sub>s</sub></b>	23
	11	<b>1 5</b>	24
	12	<b>?</b>	25
	13		26
	14		

Ryc. 5. Objaśnienia do przekrojów hydrogeologicznych.

1. Gлина. 2. Gлина piaszczysta. 3. Gлина z gładzikami. 4. Otoczaki. 5. Głazy.
6. Żwir i piasek gruboziarnisty. 7. Piasek średnio- i drobnoziarnisty.
8. Piasek gliniasty. 9. Piasek pylasty i pył piaszczysty. 10. Pył. 11. Pył z iłem.
12. II. 13. II warwowy. 14. Mulek. 15. Węgiel brunatny. 16. Pliocen.
17. Miocen. 18. Oligocen. 19. Źródła. 20. Wysięki. 21. Poziomy wodonośne.
22. Ustalone zwierciadła wód poszczególnych poziomów. 23. Wody śródglinowe.
24. Numery wierceń. 25. Brak danych o budowie geologicznej.
26. Poziom nawiercenia i ustalenia zwierciadła wody.

Uwaga: niepewne granice między utworami geologicznymi zaznaczono linią przerywaną ze znakiem zapytania.



## Region A

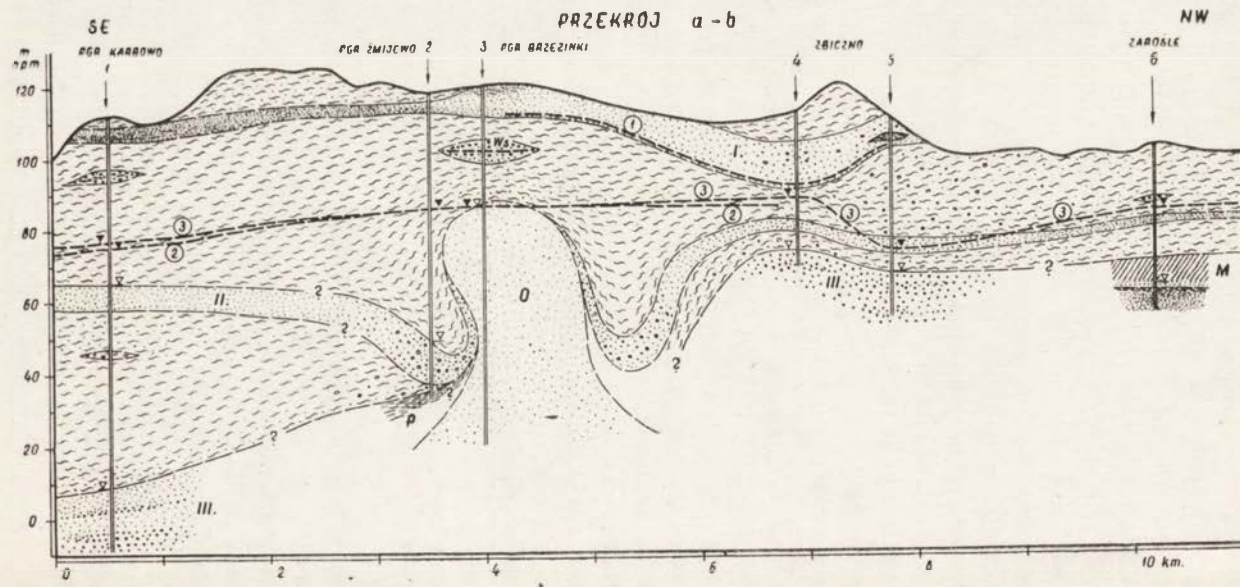
Warunki hydrogeologiczne zachodniej części regionu przedstawia przekrój a—b (ryc. 6). Poprowadzono go przez obszar wododziałowy dorzecza Skarlanki i zlewni rynny jezior Brodnickich. Linia przekroju jest prostopadła do doliny Drwęcy i równoległa do rynny jezior: Bachotek — Strażym — Zbiczno — Ciche (ryc. 4). Długość przekroju wynosi 11 km. Do jego wykreślenia dysponowano 6 wierceniami. Odległość między sąsiednimi wierceniami nie przekracza 3 km.

Ze względu na występowanie w podłożu utworów trzeciorzędowych, budowa geologiczna regionu jest urozmaicona. Na szczególną uwagę zasługują utwory oligoceńskie, wykształcone w postaci drobnoziarnistych piasków glaukonitowych. W wierceniu 3-im strop ich zalega już na głębokości 35 m (85 m n.p.m.) i do 100 m (20 m n.p.m.) nie zostały przewiercone. W sąsiednich wierceniach piasków oligoceńskich nie nawiercono. Jak wynika z przekroju, mamy tu do czynienia z zaburzeniami glacictektonicznymi. Występowanie zaburzeń glacictektonicznych w strefie krawędziowej doliny dolnej Drwęcy stwierdza również W. Niewiarowski (11) oraz potwierdzają inne wiercenia, np. w Karbowie (por. rozdz. III). W zachodniej części regionu A zaburzenia te zniekształcają układ hydrogeologiczny głębszych poziomów wodonośnych (plejstocenijskich). Piaski oligoceńskie są prawie całkowicie wypełnione wodą o swobodnym zwierciadle. Pochodzi ona z II poziomu plejstocenijskiego, który bezpośrednio kontaktuje się z oligocenem. Wody II poziomu mają charakter subartezyjski i dlatego swobodne zwierciadło wody w piaskach oligoceńskich układa się na rzędnej ustalonego zwierciadła wód II poziomu (por. ryc. 6). Na podobnej rzędnej stabilizuje się również zwierciadło wód III poziomu plejstocenijskiego. Przemawia to za istnieniem kontaktu pomiędzy wodami gruntowymi III i II poziomu. Kontakt taki może zachodzić przez piaski oligoceńskie. Brak większej ilości wierceń nie pozwala jednak na uchwycenie styku piasków oligoceńskich z wodonoścem III poziomu.

Wody poziomu mioceńskiego nawiercono we wsi Zarośle (wiercenie 6), w drobno- i średnioziarnistych piaskach z pyłem węgla brunatnego. Warstwa wodonośna posiada niewielką miąższość (2 m) i małą wydajność ( $1,2 \text{ m}^3/\text{godz.}$ ). W jej stropie zalega siedmiometrowy pokład węgla brunatnego, a spąg stanowi cienka warstwa ilu, leżąca na pyłach. Woda jest żelazista i silnie zanieczyszczona pyłem węglowym. Pomiedzy Zaroślem i Zbicznem istnieje możliwość łączenia się wód mioceńskich z wodami III poziomu plejstocńskiego, który zalega na podobnej rzędnej. Zatem związki żelaza i zanieczyszczenia w postaci pyłu węglowego mogą przenikać do wód plejstocńskich. Wody z utworów mioceńskich są pod ciśnieniem, a ich zwierciadło stabilizuje się na rzędnej ustalonego zwierciadła wód III poziomu (por. ryc. 6).

Poziom plejstocński III, w rejonie Zbiczna, zalega pod dolną gliną (II), na rzędnej 70 m n.p.m. Wykształcony jest w postaci piasków gruboziarnistych i żwirów o miąższości ponad 16 m. Wody są pod napięciem, a wydajność ujęć dochodzi do  $16 \text{ m}^3/\text{godz.}$  (wiercenie 5). Pomiedzy Zbicznem i Karbowem strop III poziomu wykazuje znaczne deniwelacje. Na przestrzeni 7 km obniża się w kierunku doliny Drwęcy, z 70 m n.p.m. do 10 m n.p.m. W Karbowie (wiercenie 1) wodonoścem są piaski średnio- i gruboziarniste o miąższości ponad 19 m. Woda jest pod napięciem, a wydajność ujęć wynosi podobnie jak w Zbicznie —  $16 \text{ m}^3/\text{godz.}$  Zwierciadło ustalone układa się średnio 75—85 m n.p.m. W Zbicznie, w pobliżu wiercenia 5-go, występuje spadek napięcia spowodowany bliskim sąsiedztwem rynny jeziora Zbiczno (71 m n.p.m.), która drenuje poziom. W żadnym wierceniu nie osiągnięto spagu warstwy wodonośnej. W stropie zalega dolna glina o zmiennej miąższości. W okolicy Zbiczna i Zarośla grubość gliny wynosi 5—10 m i rośnie w kierunku doliny Drwęcy, osiągając w Karbowie 50 m grubości. Jak już wyżej wspomniano, wody III poziomu mogą kontaktować się z wodami II poziomu poprzez piaski oligoceńskie.

Poziom plejstocński II zalega w piaszczystych utworach glacifluwalnych, pomiędzy dolną i górną gliną. Frakcja i miąż-



Ryc. 6. Przekrój hydrogeologiczny przez obszar wododziałowy dorzecza Skarlanki i zlewni rynny jezior Brodnickich.

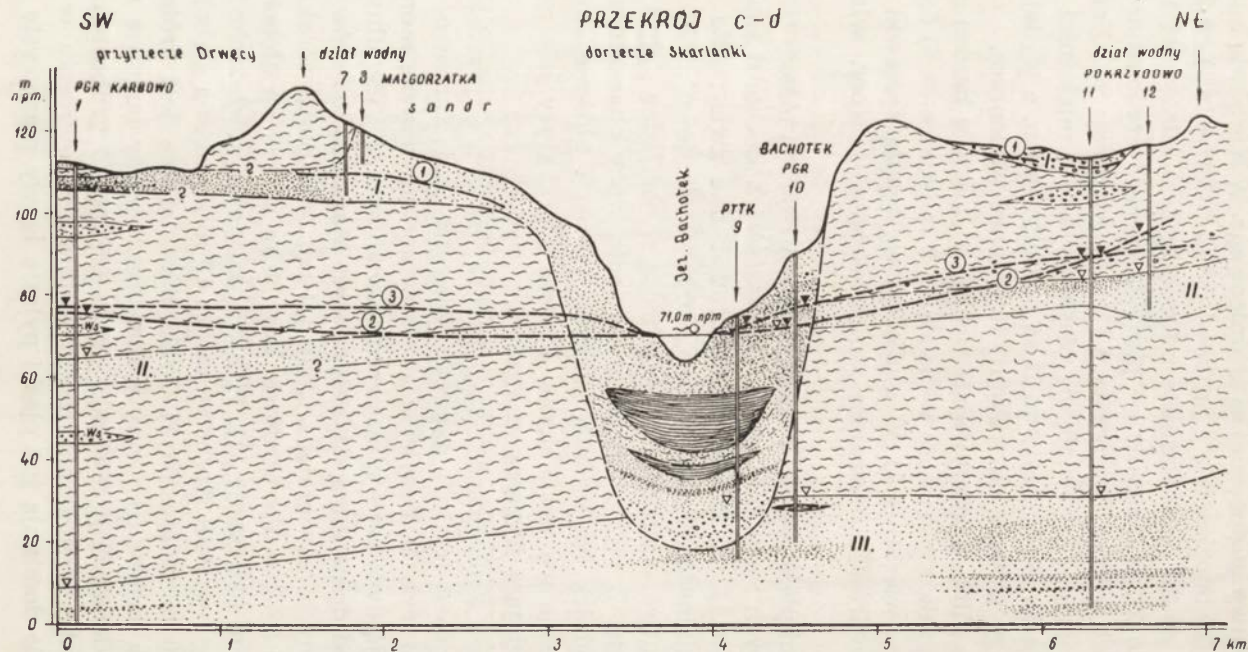
szość warstwy wodonośnej są zróżnicowane. W Karbowie budują ją piaski drobnoziarniste o grubości 5,5 m (wiercenie 1), w Żmiejewie — piaski różnoziarniste z otoczakami o miąższości 13 m (wiercenie 2), w Zbicznie — piaski drobno- i średnioziarniste o grubości 3—4 m (wiercenia 4 i 5). W kierunku wsi Zarośle frakcja maleje i pojawiają się piaski pylaste o miąższości 2 m (wiercenie 6). Wody poziomu II są pod ciśnieniem, a wydajność ujęć zależy głównie od frakcji i miąższości wodonośca.

Górna glina, przykrywająca poziom II, posiada bardzo zróżnicowaną miąższość, która waha się od 8 m (wiercenie 4) do ponad 60 m (wiercenie 2). W glinie tej występują soczewki piaszków i żwirów, zawierające wody śródglinowe (por. wiercenie 3).

Poziom plejstoceni I występuje w utworach piaszczystych, zalegających na górnej glinie. Miąższość ich dochodzi maksymalnie do 14 m. Poziom posiada swobodne zwierciadło oraz małą wydajność. W okolicy wsi: Karbowo, Żmiejewo, Brzezinki, Zarośle, utwory wodonośne przechodzą w bezwodne pyły i piaski pylaste. Z tego względu zwierciadło wody charakteryzuje brak ciągłości. Na wodach poziomu I bazują głównie studnie gospodarskie we wsi Zbiczno. Poziom I przykryty jest często gliną, budującą wzgórze morenowe.

Budowę geologiczną rynny jeziora Bachotek przedstawia przekrój c—d (ryc. 7), poprowadzony na linii Karbowo—Pokrzydowo (ryc. 4). Przylegającą do rynny wysoczyznę morenową budują dwie serie glin, przedzielone utworami glacyfluwialnymi. Pod dolną gliną (II) zalega seria starszych utworów glacyfluwialnych, zawierająca wody III poziomu plejstocenijskiego. Strop tej serii w Pokrzydowie leży 30 m n.p.m., na głębokości około 85 m (wiercenie 11). W kierunku południowo-zachodnim obniża się i w PGR Karbowo zalega 10 m n.p.m., na głębokości około 100 m (wiercenie 1). Frakcja wodonośca jest zróżnicowana. Na zachód od rynny jeziora Bachotek w budowie warstwy wodonośnej przeważają piaski średnio- i gruboziarniste. W kierunku wschodnim frakcja maleje i w wierceniu w Pokrzydowie dominują już piaski pylaste i pyły piaszczyste oraz





Ryc. 7. Przekrój hydrogeologiczny przez rynną jeziora Bachotek.

drobnoziarniste piaski kwarcowe. Miąższość tych utworów wynosi tu ponad 27 m. Na podstawie analizy składu petrograficznego całą serię zaliczono do czwartorzędu (17). Spągu omawianego poziomu nie osiągnięto. Ze względu na przykrycie wodonością materiałem nieprzepuszczalnym, wody są pod znacznym ciśnieniem hydrostatycznym. W wierceniu w Karbowie wysokość wzniosu sięga 68 m. Na obszarach oddalonych od rynny zwierciadło ustalone układa się 75—90 m n.p.m., a więc znacznie wyżej niż zwierciadło wody w jeziorze Bachotek (71 m n.p.m.). W miarę zbliżania się do rynny ciśnienie spada, a zwierciadło łagodnie obniża się w stronę jeziora (wiercenie 9 i 10). Wzdłuż osi rynny jeziora Bachotek poziom III został nacięty przez dawną rynnę, znacznie głębszą od formy współczesnej, którą obecnie wypełniają osady różnego pochodzenia. Na omawianym przekroju szerokość nacięcia wynosi około 0,8 km, a głębokość 10 m. Wypełniające rynnę osady są w dużym stopniu przepuszczalne i dlatego wody gruntowe mogą przenikać ku górze, zwłaszcza, że poziom III jest pod znacznym ciśnieniem hydrostatycznym. Zatem obserwowany spadek napięcia zwierciadła w pobliżu jeziora jest spowodowany drenażem wód poziomu III przez rynnę.

Ujęcia bazujące na wodach omawianego poziomu posiadają wydajność od 10—20 m<sup>3</sup>/godz., zależnie od frakcji i miąższości ujętej partii wodonościa. W Pokrzydowie wody gruntowe poziomu III ujęto, po uprzednim odżelazieniu, do sieci wodociągów wiejskich. Omówiony poziom wykazuje duże podobieństwo do drugiej warstwy wodonośnej w obniżeniu jezior Kórnickich (15). Zalega ona pod dolną gliną, a spąg stanowią ily pliocenские. Wodonośiec posiada podobną miąższość (30 m) i wydajność (ok. 20 m<sup>3</sup>/godz.). Wody są pod znacznym ciśnieniem i cechuje je zwiększona ilość żelaza.

Poziom wodonośny III przykryty jest dolną gliną (II), której miąższość dochodzi do 40—50 m.

Poziom wodonośny II występuje w około 7 m serii młodszych utworów glacyfluwalnych. W spągu zalega dolna glina (I), a strop stanowi górna glina (I). Frakcja warstwy wodonoś-

nej jest zróżnicowana, zarówno w kierunku poziomym jak i pionowym. Budują ją piaski drobnoziarniste (Karbowo — wiercenie 1), piaski średnioziarniste (Pokrzydowo — wiercenie 12) oraz piaski pylaste i różnoziarniste (Pokrzydowo — wiercenie 11). Spąg warstwy wodonośnej jest łagodnie nachylony w kierunku południowo-zachodnim. W Pokrzydowie zalega około 75 m n.p.m. i obniża się do 60 m n.p.m. w Karbowie. Wychodnie warstwy wodonośnej znajdują się na zboczach doliny Drwęcy, na wschód od Pokrzydowa. Są one jednocześnie obszarami infiltracyjnymi dla wód gruntowych poziomu II. Na południowy zachód od Pokrzydowa poziom II przecięty jest rynną jeziora Bachotek. U podstawy wschodnich zboczy rynny występują liczne wysięki i źródła (fot. 5). Ich obecność uwarunkowana jest wpływem wód gruntowych po nachylonym w kierunku jeziora spągu. Nad jeziorem spąg wodonośca zalega na



Fot. 5. Źródło u podstawy wschodnich zboczy rynny jeziora Bachotek (luty 1966). Fot. R. Glazik.



rzędnej zwierciadła wody w jeziorze (71 m n.p.m.). Źródła są najlepiej widoczne u podstawy stromych zboczy, nie rozciętych erozyjnie. W innych miejscach wychodnie warstwy wodonośnej przykryte są materiałem erozyjno-denudacyjnym, pochodzącym ze zboczy rynny. Gdźieniegdzie, zwłaszcza u wylotu holocenijskich dolinek rozcinających krawędzie rynny, materiał erozyjno-denudacyjny tworzy stożki napływowe. Wody gruntowe z przeciętej warstwy wodonośnej spływają do jeziora dolną częścią stożka. W licznych miejscach tworzą wysięki (np. okolice PGR Bachotek), występujące wzdłuż podstawy stożka. Na zachodnich zboczach rynny źródła i wysięki nie występują z tej przyczyny, że warstwa wodonośna zapada prawdopodobnie od jeziora w kierunku zachodnim, tak, jak to przedstawiono na przekroju. Spąg wodonośca zalega znacznie niżej niż zwierciadło wody w jeziorze. Istnieje tu możliwość kontaktowania się wód gruntowych poziomu II z wodami poziomu I, spływającymi po stropie górnej gliny (I) w kierunku dna rynny. Wody poziomów I i II mogą również kontaktować się z wodami wierzchołkowymi, które zalegają w utworach mułowo-torfowych na dnie rynny, pomiędzy jeziorami Strażym i Bachotek. Zwierciadło wód gruntowych poziomu II jest pod silnym wpływem drenażu rynny. Na obszarach oddalonych od rynny wody są pod niewielkim ciśnieniem, natomiast w miarę zbliżania się do jeziora, zwierciadło przyjmuje kształt krzywej depresji, a woda wypełnia tylko dolną, cienką część warstwy wodonośnej (por. ryc. 7). W tej strefie miąższość wody w studniach, po wschodniej stronie jeziora, nie przekracza 0,8 m.

Ze względu na mały obszar zasilania, niekorzystne uziarnienie wodonośca oraz silny drenaż wód gruntowych przez rynnę, zasobność poziomu II w wodę jest niewielka. Jak już wspomniano, obszar infiltracji znajduje się na zachodnich, odwietrznych zboczach doliny Drwęcy. Duże nachylenie zboczy ułatwia spływ powierzchniowy i utrudnia wsiąkanie. O małej zasobności poziomu świadczy również niewielka wydajność źródeł, występujących u podstawy zboczy rynny jeziora Bachotek. W dniu 15.IX.1965 r. największe źródło (fot. 5) posiadało wy-



dajność 0,7 l/sek. Temperatura wody w źródłach wynosiła od 9,2—9,7°C, przy temperaturze powietrza ok. 20°C.

Poziom II, na zachód od rynny jeziora Bachotek, nie jest eksploatowany ze względu na znaczne głębokości do wody (40—50 m). Ponadto jest to obszar słabo zaludniony, a nieliczne studnie gospodarskie bazują na wodach poziomu I. Natomiast PGR-y, za pomocą studni głębinowych, korzystają z bardziej wydajnych wód gruntowych III poziomu. Na wschód od rynny jeziora Bachotek poziom II był do 1960 r. głównym poziomem użytkowym. W związku z rozbudową wsi wzrastało zapotrzebowanie na wodę. Spowodowało to stałe, systematyczne zmniejszanie się i tak już skąpych zasobów wodnych poziomu II. Wystąpiły wówczas niedobory wody, a w szeregu studniach zwierciadło obniżyło się na tyle, że dalsza ich eksploatacja stała się niemożliwa. Zaspokojenie potrzeb wodnych osiągnięto przez wykopanie w 1960 r. studni głębinowej (109 m), bazującej na wodach III poziomu plejstoceniowego. Wody te ujęto do wiejskiej sieci wodociągów. Zwarta zabudowa wsi ułatwiła rozrowadzenie wody do mieszkań. W innych częściach dorzecza podłączenie gospodarstw do studni głębinowych, istniejących przy PGR-ach, jest utrudnione, ze względu na rozproszoną zabudowę wsi. W Pokrzydowie, po założeniu wodociągów, znaczna część studni jest obecnie niewykorzystana. Tylko gospodarstwa na peryferiach wsi, nie podłączone jeszcze do sieci wodociągowej, czerpią nadal wodę z poziomu II. Głębokość studni wynosi średnio 20—35 m, zależnie od ukształtowania powierzchni terenu. Zwierciadło zalega na rzędnej 90—95 m n.p.m. i obniża się w kierunku jeziora Bachotek (71 m n.p.m.). Studnie położone na zboczu rynny są płytsze i mają średnio 10—20 m głębokości. Wody posiadają dużą lub średnią twardość. Temperatura wód latem wynosi 8,4—9,0°C, przy temperaturze powietrza 20—25°C. Zachodnia część wsi Pokrzydowo leży w strefie zasięgu drenazu wód poziomu II przez rynną. W okresach suchych występują tu trudności w zaopatrzeniu gospodarstw w wodę. We wschodniej części wsi istnieją korzystniejsze warunki do eksploatacji wód gruntowych II poziomu. Obszar ten leży poza

zasięgiem drenażu rynny, a wody są pod niewielkim ciśnieniem. Ponadto w dolnej glinie, stanowiącej spąg warstwy wodonośnej, występuje niewielkie obniżenie, dzięki któremu miąższość utworów glacyfluwialnych zwiększa się z 6 m do ponad 10 m (por. ryc. 7). Warstwa wody w studniach osiąga latem 3—7 m grubości, zależnie od głębokości studni. Poziom II zasila mokradła stałe, położone w dnie rynny jezior: Bachotek — Strażym.

Poziom I w Pokrzydowie występuje w sposób nieciągły w miejscach, gdzie na górnej glinie (I) zalegają piaski gliniaste z kamieniami (wiercenie 11). Miąższość ich dochodzi do 5—6 m. Zwierciadło wody zalega blisko powierzchni terenu i dlatego wykazuje dużą amplitudę wahań, szybko reaguje na opady, a zwłaszcza roztopy wiosenne. Latem grubość warstwy wody w studniach wynosi około 1—2 m, a jej temperatura waha się od 9,5—10,0°C, przy temperaturze powietrza około 20°C. Wody są przeważnie miękkie, a zasobność poziomu niewielka. Zła jakość wody powoduje, że bazują na niej tylko nieliczne studnie gospodarskie. Po zachodniej stronie rynny jeziora Bachotek warunki występowania oraz właściwości fizyczno-chemiczne wód gruntowych I poziomu są korzystniejsze. Wodonośiec budują drobnoziarniste piaski sandrowe, podścielone górną gliną (I). W miejscowości Małgorzatka miąższość sandru wynosi ponad 15 m i nie osiągnięto jego spągu (wiercenie 7 i 8). W kierunku południowo-zachodnim, już poza działem wodnym dorzecza, piaski sandrowe przechodzą w bezwodne pyły z domieszką iłu w spągu (wiercenie 1). W rejonie działu wodnego sandr przykryty jest czerwoną gliną zwałową, budującą wzniesienie morenowe. W glinie występują niewielkie soczewki piasków z glazikami. W Małgorzatce zwierciadło wód gruntowych I poziomu układa się około 109 m n.p.m., na głębokości 9—12 m. Temperatura wody jest niska i wynosi latem około 8,6°C, przy temperaturze powietrza 20—25°C. Podobną temperaturę posiadają wody gruntowe II poziomu. W miejscach, gdzie piaski wodonośne przykryte są gliną, wody mogą lokalnie znajdować się pod ciśnieniem. W kierunku rynny jeziora Bachotek zwierciadło

obniża się, a woda spływa w stronę jeziora, po nieprzepuszczalnym, gliniastym spągu.

Na szczególną uwagę zasługuje budowa dna rynny jeziora Bachotek. Do jej rozpoznania dysponowano dwoma głębokimi wierceniami, które są zlokalizowane na zboczu rynny w PGR Bachotek (wiercenie 10) oraz na dnie rynny w Stanicy Wodnej PTTK (wiercenie 9). Omawiany przekrój c—d poprowadzony jest przez północną, płytszą część jeziora Bachotek. Głębokości nie przekraczają tu na ogół 7 m, czyli zbliżone są do średniej głębokości jeziora (7,5 m). Maksymalna głębokość jeziora wynosi 24,3 m (por. tab. I). Dno rynny posiada szerokość około 1 km i leży 71 m n.p.m. Przylegająca wysoczyzna morenowa ma średnio 115 m wysokości bezwzględnej, co daje deniwelacje około 45 m. Współczesna forma rynnowa wycięta jest w górnej glinie oraz w niżej leżących piaskach glacyfluwialnych. Wyhodnie piasków znajdują się nad jeziorem Bachotek, u podstawy zboczy rynny. W centralnej części obniżenia jeziornego miąższość utworów zalegających w dnie rynny wynosi około 50 m, a więc jest nieco większa od obecnej głębokości rynny (45 m). Poniżej współczesnego dna, rynna przecina dolną glinę i nacina niżej leżące, starsze piaski glacyfluwialne.

Opis utworów wypełniających rynnę rozpoczynam od utworów najstarszych. Najniżej zalega 7-metrowa seria szarych żwirów z otoczkami w stropie (wiercenie 9). W centralnej części rynny miąższość żwirów dochodzi przypuszczalnie do 10 m. Są one włożone w drobnoziarniste i pylaste piaski wodnolodowcowe, zalegające pod dolną gliną. Zatem spąg żwirów należy uważać za dawne dno rynny supraglacialnej. Po okresie akumulacji żwirów nastąpił spadek prędkości wody płynącej rynną. Świadczy o nim około 10-metrowa seria szarych piasków pylastych, zalegających na żwirach (wiercenie 9). Wśród piasków pylastych występuje 1-metrowa warstwa szarego, zwartego pyłu. Wyżej zalega seria ilów warwowych, której miąższość w wierceniu 9 wynosi 1,6 m, a w centralnej części rynny dochodzi przypuszczalnie do 2,5 m. Iły warwowe przykryte są utworami zboczowymi, w postaci szarych piasków gliniastych.

Pochodzą one ze stromych zboczy rynny, zbudowanych z szarej, dolnej gliny (II). Miąższość piasków gliniastych w wierceniu 9 wynosi 3 m. Utwory zboczowe świadczą o tym, że przepływ wody w rynnie uległ w tym czasie całkowitemu zahamowaniu. Na piaskach gliniastych spoczywa następna, potężna seria iłów warwowych, której grubość w centralnej części rynny dochodzi do około 15 m (w wierceniu 9—12,4 m). Dla porównania: maksymalna miąższość iłów warwowych w obniżeniu jezior kórnicko-zaniemyskich wynosi 5 m (15), a w rynnie jeziora Bnińskiego — 2,4 m (16). W rynnie jeziora Bachotek ily warwowe występują tylko w centralnej części dna i wyklinowują się w kierunku zboczy rynny (wiercenie 10). Wyższa seria iłów warwowych zalega na głębokości ok. 15 m. Powyżej stropu iłów rynnę wypełniają szare pyły z domieszką piasku w centralnej części rynny. Grubość utworów pyłowych wynosi 14 m w wierceniu 9 i ponad 30 m w wierceniu 10. Pyły przykryte są drobno- i średnioziarnistymi piaskami o miąższości do 5 m. Z piasków tych zbudowane są wąskie wkładki sandru, występujące nad jeziorem (por. ryc. 3).

Utwory wypełniające rynnę, z wyjątkiem iłów warwowych i zwartych pyłów, są silnie nasycone wodą. Pochodzi ona z subartezyjskich wód poziomu III, naciętego przez rynnę, oraz z wód gruntowych poziomu II i częściowo poziomu I, które spływają w kierunku dna rynny. Dwie serie iłów warwowych nie stanowią większej przeszkody dla przenikania wód gruntowych z tego względu, że ily występują tylko na wąskim, centralnym odcinku dna rynny.

Na północny wschód od jeziora Strażym znajduje się rynna jezior: Retno—Strzemiuszczek. Odwodnienie rynny odbywa się ciekim stałym do Skarlanki, a następnie rynną jezior: Strażym — Bachotek do Drwęcy. W tej części regionu A, poziom III nie został dotychczas poznany ze względu na brak głębokich wierceń. Również dane o poziomie II wód gruntowych są skąpe, ponieważ bazuje na nim tylko 1 studnia gospodarska. Znajduje się ona na wysoczyźnie morenowej we wsi Równica (ryc. 4). Usytuowana jest na krawędzi rynny jeziora Retno (80 m n.p.m.),



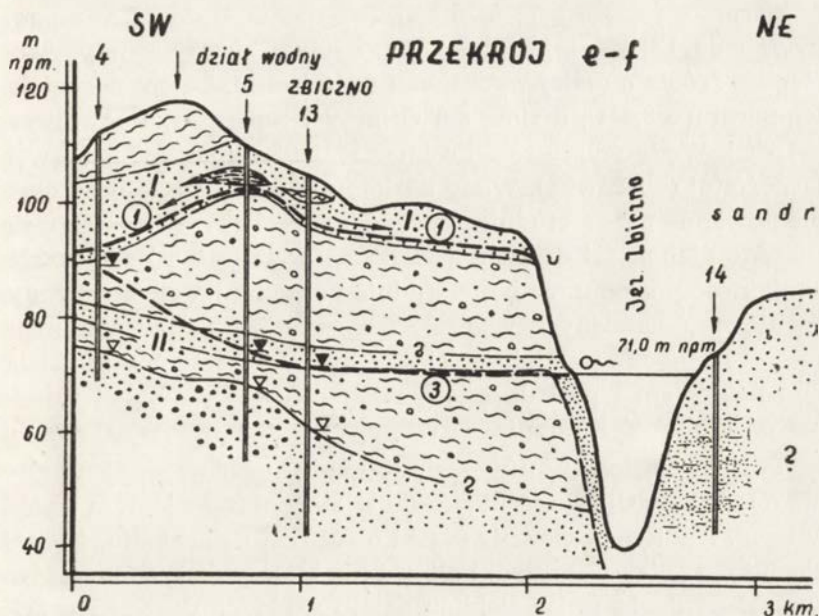
na rzędnej 119 m n.p.m. Warstwę wodonośną budują drobnoziarniste piaski, zalegające pod górną gliną. Zwierciadło wody układa się 87 m n.p.m., na głębokości 31 m. Rynna jeziora Retno przecina poziom II, a wody wypływają na powierzchnię w postaci źródeł. Ze względu na silny drenaż oraz mały obszar zasilania, zasobność poziomu II w wodę jest niewielka. Świadczy o tym mała wydajność źródeł, która jest stała i wynosi zaledwie 0,2 l/sek. Temperatura wody w źródłach i w studni wynosi latem 8,3°C, przy temperaturze powietrza 20°C. Zimą spada do 6,3°C, przy temperaturze powietrza około -10°C. Po zachodniej stronie jeziora Retno źródła nie występują, a pojawiają się tylko niewielkie wysięki wód gruntowych, położone tuż nad zwierciadłem wody w jeziorze. Ogólnie należy stwierdzić, że warunki występowania wód gruntowych poziomu II w omawianej rynnie, są podobne jak w rynnie jeziora Bachotek.

Poziom I, w zlewni rynny jezior: Retno-Strzemiuszczek, występuje w piaskach akumulacji lodowcowej na glinie, stanowiąc tutaj pierwszy poziom użytkowy o głębokości zalegania wody przeciętnie 2,5—6,0 m. Temperatura wody latem jest dość wysoka i wynosi 9,5—11,5°C, zależnie od głębokości studni. Zwierciadło wody charakteryzuje się znaczną amplitudą wahań, która dochodzi do 2—3 m. Tego rzędu amplitudę posiadają studnie położone w zagłębieniach bezodpływowych we wsi Gaj-Grzmięca. Spowodowana jest ona wlewaniem się wód zaskórnych do studni, zwłaszcza w okresie roztopów wiosennych i po większych opadach deszczu. Woda w takich studniach jest miękka i zanieczyszczona.

Przekrój e—f (ryc. 8) obrazuje stosunki hydrogeologiczne na wysoczyźnie morenowej, na południowy zachód od jeziora Zbiczno.

Poziom III zalega w żwirach i piaskach grubo- i średnioziarnistych, przykrytych dolną gliną (II). Miąższość wodonośca przekracza 15 m (wiercenie 13), jednak w wierceniu nie osiągnięto spągu. Strop poziomu obniża się w kierunku rynny jeziora Zbiczno (71 m n.p.m.). Wody są pod ciśnieniem. Zwierciadło ustalone wykazuje silny spadek w kierunku jeziora. W wierce-

niu 4 zwierciadło stabilizuje się na rzędnej 89 m n.p.m., a w wierceniu 13—72 m n.p.m., czyli 1 m powyżej zwierciadła wody w jeziorze. Świadczy to o nacięciu poziomym III przez rynnę, która odwadnia poziom. Wydajność ujęcia w Ośrodku Zdrowia w Zbicznie (wiercenie 13) wynosi 16 m<sup>3</sup>/godz., przy depresji 4,2 m. Na uwagę zasługuje fakt, że jezioro Zbiczno (71 m n.p.m.) jest najgłębszym jeziorem w dorzeczu Skarlanki. Maksymalna



Ryc. 8. Przekrój hydrogeologiczny przez wysoczyznę morenową we wsi Zbiczno.

głębokość wynosi 41,6 m (por. tab. I), a dno jeziora leży w tym miejscu na rzędnej około 30 m n.p.m. Nie jest wykluczone, że poniżej dna jeziora rynnę wcina się w utwory trzeciorzędowe. Głębokość zalegania trzeciorzędu w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora nie jest znana. Istniejące wiercenia nie przewierciły dotychczas czwartorzędu, lecz żadne z nich nie osiągnęło rzędnej dna jeziora. We wsi Zarośle, położonej 2,5 km na północny za-

chód od Zbiczna (ryc. 4), strop trzeciorzędu nawiercono już na rzędnej 70 m n.p.m. Zatem położona w pobliżu rynna jezior: Ciche — Zbiczno (74—71 m n.p.m.) może nacinać utwory trzeciorzędowe, a wody głębszych poziomów plejstocénskich mogą kontaktować się z wodami miocénскими (por. ryc. 6).

Poziom II w Zbicznie występuje w piaskach drobno- i średnioziarnistych, pomiędzy górną i dolną gliną. Miąższość wodonośca jest niewielka i wynosi od 2,5—5,0 m. Spąg nachyla się w kierunku jeziora z 79 m n.p.m. (wiercenie 4) do 72 m n.p.m. (wiercenie 13). Nad jeziorem, u podstawy zboczy rynny, występują źródła o małej wydajności (0,15 l/sek.). Latem posiadają temperaturę 8,2°C, a zimą 6,8°C (przy temperaturze powietrza —15°C). Woda wypływa z drobnoziarnistych piasków o barwie jasnożółtej (kurzawka). Wody poziomu II nie są zasadniczo eksploatowane przez studnie gospodarskie. Przyczyną tego są znaczne głębokości do stropu wodonośca (25—35 m) oraz mała wydajność poziomu. Jedynie studnie położone na zboczu rynny bazują na omawianych wodach. Zwierciadło układa się w nich 75—80 m n.p.m., na głębokości 6—9 m. Woda jest pod niewielkim napięciem i posiada latem temperaturę 8,6—9,1°C, zależnie od głębokości studni.

Poziom I zalega w utworach akumulacji lodowcowej na glinie (I). Są one silnie zróżnicowane w kierunku poziomym i pionowym. Budują je głównie piaski o różnym uziarnieniu, żwiry, głaziki oraz cienkie wkładki gliny i iłu. Miąższość tych utworów wynosi od 8—14 m. W pobliżu działu wodnego dorzecza przykryte są gliną budującą pagórki morenowe. Wody jest mało i wypełnia ona tylko dolną część wodonośca. Zwierciadło zalega na głębokości średnio 5—8 m, a w pobliżu działu wodnego około 15 m. Nie opodal wiercenia 5 znajduje się dział wód gruntowych, który zalega tu 102 m n.p.m. Jest on przesunięty w stosunku do działu powierzchniowego o około 0,3 km. Na zboczach rynny jeziora Zbiczno, na rzędnej około 90 m n.p.m., znajdują się wysięki wód gruntowych I poziomu. W Zbicznie poziom I jest głównym poziomem użytkowym. Bazuje na nim większość studni gospodarskich. Zwierciadło jest swobodne i tylko w miej-

scach, gdzie lokalnie występują wkładki glin i ilów może wystąpić niewielkie napięcie. Wody są na ogół średniotwarde, a ich temperatura wynosi latem 8,5—10,0°C, zależnie od głębokości studni. Poziom jest mało zasobny, lecz wody dla celów gospodarczych na ogół wystarcza.

Na wyspie morenowej we wsi Ciche, poziomy III i II nie zostały dostatecznie poznane ze względu na brak studni i wierceń o odpowiedniej głębokości. Gospodarstwa korzystają tu z wód gruntowych I poziomu. Podczas kartowania natrafiono tylko na 1 studnię bazującą na wodach II poziomu. Znajduje się ona na wysoczyźnie morenowej w odległości 450 m od jeziora Ciche (74 m n.p.m.). Warstwę wodonośną budują żwiry zalegające pod gliną. Miąższość wodonośca nie jest znana. Wody są pod napięciem. Zwierciadło ustabilizowane układa się 79,6 m n.p.m., na głębokości 19,1 m. W studniach sąsiadujących zwierciadło wody występuje przeciętnie 16—18 m wyżej. Woda jest twarda, a jej temperatura wynosi latem ok. 8,8°C. Zwierciadło cechuje mała amplituda wahań (ok. 0,2 m). Poziom ten zasila jezioro Ciche. Wpływy wód gruntowych znajdują się poniżej zwierciadła wody w jeziorze i dlatego wzdłuż zboczy rynny brak źródeł i wysięków.

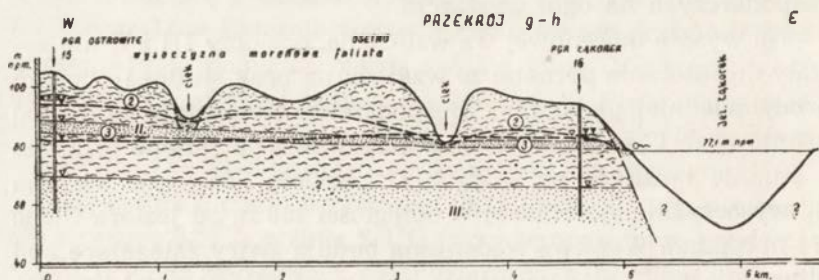
Wody poziomu I występują płytko, na głębokości 3—6 m. Dlatego temperatura ich jest wyższa niż w Zbicznie i wynosi średnio 9—11°C. Znaczny procent studni jest zasilany przez wody zaskórne, o czym świadczy wysoka amplituda zwierciadła wody. W niektórych studniach dochodzi ona do 2—3 m. Wody poziomu I są średniotwarde, a w studniach zasilanych przez wody zaskórne — miękkie.

### Region B

Region B znajduje się w zlewni jeziora Łąkorek. Budowę geologiczną i warunki występowania wód gruntowych w regionie przedstawia przekrój g—h (ryc. 9), poprowadzony na linii PGR Ostrowite — PGR Łąkorek (ryc. 4).



Poziom plejstoceniński III zalega w piaskach drobnoziarnistych, ok. 65—70 m n.p.m., na głębokości 30—35 m. Miąższość wodonośca przekracza 13 m i nie osiągnięto spągu. W stropie



Ryc. 9. Przekrój hydrogeologiczny przez wysoczyznę morenową na zachód od jeziora Łąkorek.

zalega dolna glina (II) o grubości również 13 m. Stwarza ona wystarczające warunki do wystąpienia napiętego zwierciadła wód. W PGR Ostrowite i w PGR Łąkorek zwierciadło ustalone zalega 82,0 m n.p.m., a więc układa się zupełnie poziomo, około 5 m powyżej zwierciadła wody w jeziorze. W pobliżu jeziora obniża się ze względu na spadek napięcia spowodowany nacięciem poziomu III przez rynnę. Na zachód od PGR Łąkorek zwierciadło wód poziomu III układa się około 2 m powyżej cieku odwadniającego jezioro Osetno. W miejscu tym możliwe jest wystąpienie wód artezyjskich. Wydajność ujęć poziomu III w regionie B przekracza 10 m<sup>3</sup>/godz. (PGR Łąkorek — 22,5 m<sup>3</sup>/godz).

Poziom II zalega w piaskach średnio- i drobnoziarnistych, pomiędzy górną i dolną gliną. Miąższość wodonośca jest stosunkowo mała i wynosi od 1,5 m (PGR Łąkorek) do 4,0 m (PGR Ostrowite). W związku z tym zasobność poziomu w wodę jest niewielka. Bazuje na nim większość studni gospodarskich (por. ryc. 4), co jest charakterystyczną cechą regionu. Warstwa wodonośna zalega 80—90 m n.p.m., na głębokości od 5—15 m. Tylko w pobliżu działów wodnych studnie są głębsze. Wody poziomu

wykazują ciśnienie hydrostatyczne rzędu 1—5 m. Ustalono zwierciadło, ze względu na liczne nacięcia warstwy wodonośnej przez ciek, nie układa się poziomo lecz tworzy kilka krzywych depresji. Spąg wodonośca łagodnie nachyla się z zachodu na wschód, w kierunku jeziora Łąkorek. Sprzyja to ucieczce wód gruntowych z omawianego poziomu do jeziora, o czym świadczą źródła i wysięki licznie występujące nad jeziorem. Jak już wspomniano, poziom nacinają ciek łączące poszczególne jeziora w zlewni. Wywiera to duży wpływ na ich termikę, a zwłaszcza okres zlodzenia. Podczas niezbyt mroźnych zim odcinki cieków zasilane przez wody gruntowe nie zamarzają.

W okresie kartowania temperatura wód poziomu II w zlewni jeziora Łąkorek wynosiła od 8,5—10,0°C, przy temperaturze powietrza 20—25°C. Niewielkie różnice temperatury wody spowodowane są głównie różną głębokością studni. Amplituda zwierciadła wody nie przekracza na ogół 0,4 m i tylko w strefie kontaktu z wodami jezior i cieków może osiągnąć większe wartości. Wody są średniotwarde i twarde o  $pH = 7$ .

W zlewni jeziora Łąkorek podczas kartowania znaleziono 9 źródeł (1). Występują one nie tylko nad jeziorem Łąkorek ale również nad jeziorami: Głowińskim i Osetno oraz w pobliżu cieków. Wszystkie źródła zasilane są przez wody II poziomu. Wydajność ich jest mała i nie przekracza na ogół 1 l/sek. Tylko źródło usytuowane na zboczu rynny, w pobliżu jeziora Łąkorek, posiada wydajność 1,4 l/sek. Uwarunkowana jest ona spływem wód gruntowych po nachylonym w kierunku jeziora spągu. Temperatura wody wynosiła latem 9,1°C, przy temperaturze powietrza 20,4°C. Zimą spadła do 7,5°C, przy temperaturze powietrza —14,6°C (1). W wodę ze źródeł zaopatrują się pobliskie gospodarstwa nie posiadające studni.

Poziom I w regionie B występuje tylko lokalnie, w miejscach, gdzie glina (I) przykryta jest piaskami sandrowymi (por. ryc. 3 i 4). Obszary takie występują w południowej części zlewni, następnie w pobliżu działu wodnego z doliną Osy oraz wzdłuż granic z regionami A i C.

## Region C

Region C obejmuje obszary sandrowe położone w środkowej części dorzecza (ryc. 4). Powierzchniowo jest to region największy, lecz najsłabiej poznany ze względu na nieliczne wiercenia i studnie. Obszar regionu w całości porośnięty jest lasami.

Wody I poziomu zalegają na niewielkiej głębokości w drobno- i średnioziarnistych piaskach. Na wschodnim brzegu jeziora Wielkie Partęczyny wykonano pod budowę domków campingowych 12 płytkich otworów o maksymalnej głębokości 6 m (18). Woda zalega w drobnoziarnistych piaskach na głębokości od 0,5—5,0 m. Poziom ten zasila jezioro, ponieważ zwierciadło wód gruntowych układa się nieco wyżej od zwierciadła wody w jeziorze. Piasków sandrowych nie przewiercono. W wierceniu w nadleśnictwie Mścin (12), położonym nieco dalej na wschód (ryc. 4), utwory sandrowe wykształcone są w postaci piasków i żwirów o miąższości 7 m. Poniżej, do głębokości 76 m, zalega gruba seria glin zwałowych, przedzielona warstwami żwirów i iłów. Pod gliną, do głębokości 100 m, występują piaski drobnoziarniste i ily. Cała seria należy do czwartorzędu. Brak danych hydrogeologicznych uniemożliwia wyróżnienie poziomów wodonośnych. Podobną miąższość sandru wykazuje wiercenie zlokalizowane w ośrodku wypoczynkowym nad jeziorem Zbiczno. Drobnoziarniste piaski sandrowe posiadają grubość 7,2 m, a w ich spągu zalega metrowa warstwa piasków zaglinionych. Niżej występują osady jeziorne w postaci pyłów z łem o miąższości ponad 20 m (por. ryc. 8, wiercenie 14).

Pomiędzy jeziorami Skarlińskim i Wielkie Partęczyny Skarlanka płynie w rynn timer, której krawędzie zbudowane są z piasków sandrowych. W pobliżu młyna Biedaszek, w studniach zlokalizowanych powyżej krawędzi, zwierciadło wody zalega 92 m n.p.m., na głębokości około 9,0 m. Poziom ten zasila mokradła położone w dnie rynny. Świadczą o tym wysięki wód gruntowych, występujące u podstawy zboczy rynny, poniżej młyna (fot. 6).

Ze względu na to, że sandr Skarlanki jest dość znacznie



Fot. 6. Skarlanka poniżej młyna Biedaszek. U dołu z prawej — wysięki wód gruntowych (październik 1965). Fot. R. Glazik.

wcięty w wysoczyznę morenową, w pobliżu miejsc kontaktu występują wysięki wód gruntowych I poziomu. Spływają one z wysoczyzny i zasilają wody sandrowe. Wysięki występują szczególnie wyraźnie wzdłuż granicy z regionem *E*, w pobliżu której zbocza wysoczyzny są szczególnie strome, a deniwelacje największe.

Ogólnie stwierdza się, że miąższość sandru w dorzeczu Skarlanki wynosi około 7,0—8,0 m. Wody sandrowe zasilają jeziora i rzekę Skarlankę.

### Region *D*

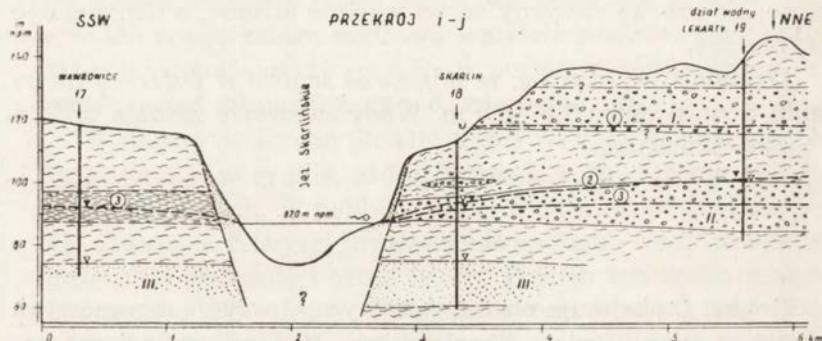
Region *D* obejmuje obszar wysoczyzny i wzgórz morenowych w zlewni rynny jeziora Skarlińskiego. Budowę geologiczną zachodniej części rynny przedstawia przekrój i—j (ryc. 10), poprowadzony na linii: Wawrowice — Skarlin — Lekarty (ryc. 4).



Na obszarze tym, po północnej stronie jeziora, występują trzy plejstocénskie poziomy wodonośne, oddzielone seriami glin. Na południe od rynny występuje tylko jeden, najgłębszy poziom plejstocénski. Budowa geologiczna dna rynny nie jest znana ze względu na brak wierceń.

Poziom wodonośny III zalega po obu stronach rynny na rzędnej 74 m n.p.m. (ryc. 10). Warstwę wodonośną stanowi około 15 m seria piasków średnioziarnistych. W Skarlinie (wiercenie 18) w spągu wodonośca występuje glina (III). Jest to jedyne wiercenie na obszarze dorzecza, które osiągnęło spąg poziomu III. Wodonośiec przykryty jest 12-metrową serią dolnej gliny (II), która stwarza dogodne warunki do wystąpienia napiętego zwierciadła wody. W Wawrowicach i w Skarlinie stabilizuje się ono 90—93 m n.p.m., czyli około 20—30 m poniżej powierzchni terenu. Rynna jeziora Skarlińskiego nacina poziom III, w związku z czym wody gruntowe zasilają jezioro.

Zasilanie to musi być dosyć intensywne, ponieważ wody posiadają charakter subartezyjski, a ich zwierciadło, na terenach przyległych do rynny, układa się powyżej zwierciadła wody w jeziorze. Tylko w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora zwierciadło przyjmuje kształt łagodnej krzywej wskutek spadku napięcia, spowodowanego drenażem rynny. Wodę cechuje dobra jakość ze względu na brak żelaza. Wydajność ujęcia w Skarlinie



Ryc. 10. Przekrój hydrogeologiczny przez zachodnią część rynny jeziora Skarlińskiego.

wynosi  $50 \text{ m}^3/\text{godz.}$ , co jest najwyższą wartością zanotowaną w istniejących na terenie dorzecza ujęciach wodnych. Na wodach poziomu III bazuje wodociąg wiejski w Skarlinie.

Poziom II występuje tylko po północnej stronie rynny (por. ryc. 10). Zalega średnio  $95\text{--}100 \text{ m n.p.m.}$  w serii głazików ze żwirem o miąższości od  $7\text{--}16 \text{ m.}$  Wychodnie warstwy wodonośnej znajdują się na zboczach rynny, a jej spąg (głina II) zapada na północ, w kierunku doliny Osy. Nad jeziorem wody z przeciętnego poziomu wypływają na powierzchnię w postaci źródeł. W stropie wodonośca zalega górna glina (I) o miąższości  $15\text{--}25 \text{ m.}$  W Skarlinie wychodzi ona na powierzchnię i dlatego brak tu poziomu I, a studnie gospodarskie bazują na wodach poziomu II (ryc. 4). Ze względu na silny drenaż rynny, wody, w odległości do  $2 \text{ km}$  od jeziora posiadają zwierciadło swobodne (Skarlin), a dalej występują pod niewielkim napięciem (Lekarty). Wydajność ujęcia w Lekartach wynosi  $24,5 \text{ m}^3/\text{godz.}$  Natomiast w Skarlinie, położonym w zasięgu drenażu rynny, zasoby są mniejsze, lecz wystarczające do zaspokojenia potrzeb gospodarstw indywidualnych. Na południe od jeziora, w okolicy Wawrowic, poziom II nie występuje. Utwory zalegające pomiędzy górną i dolną gliną wykształcone są tu w postaci ilów o miąższości  $10 \text{ m.}$  Problem zaopatrzenia w wodę utrudnia fakt, że powyżej stropu ilów występuje  $20 \text{ m}$  seria gliny (I), która wychodzi na powierzchnię. Ze względu na brak poziomów I i II, studnie są głębokie (ok.  $50 \text{ m}$ ) i czerpią wodę bezpośrednio z poziomu III lub bazują na soczewkach wód śródglinowych.

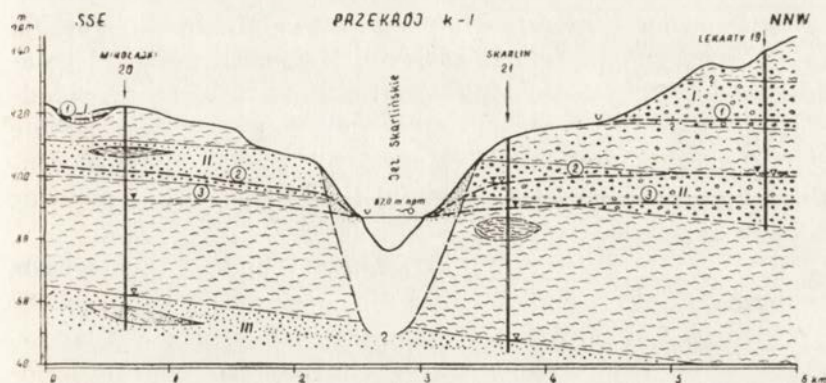
Poziom I występuje po północnej stronie jeziora w okolicy wsi Lekarty (ryc. 4). Warstwę wodonośną buduje młodsza seria utworów glacyfluwialnych o miąższości  $15 \text{ m,}$  wykształcona w postaci żwirów z głazikami. W spągu zalega glina (I), a strop stanowi spiętrzony materiał morenowy w postaci glin z brukiem i żwirem o miąższości  $5\text{--}15 \text{ m.}$  Materiał ten buduje wzgórza morenowe. Woda wypełnia tylko dolną, cienką część warstwy wodonośnej. Swobodne zwierciadło układa się około  $118 \text{ m n.p.m.}$  Poziom jest mało zasobny z tej przyczyny, że warstwa wodonośna rozpościera się tylko na przestrzeni około  $3 \text{ km}$

i przecięta jest z dwóch stron powierzchnią topograficzną. Wychodnie warstwy wodonośnej znajdują się po obu stronach działu wodnego dorzecza, na zboczach rynny jeziora Skarlińskiego i doliny Osy. Są one jednocześnie obszarami infiltracyjnymi dla wód gruntowych omawianego poziomu. W okresach suszy, ze względu na brak infiltracji, woda może całkowicie wyschnąć. Natomiast po opadach, dzięki grubej frakcji wodonośca, zwierciadło szybko się podnosi. Widoczne jest to najwyraźniej w strefie, gdzie znajdują się wychodnie warstwy wodonośnej. Dalej, ze względu na przykrycie wodonośca materiałem morenowym, infiltracja jest utrudniona. W miejscach przecięcia poziomu przez powierzchnię topograficzną występują niewielkie wysięki wód gruntowych (ok. 117 m n.p.m.). We wsi Lekarty szereg studni gospodarskich bazuje na wodach śródglinowych, występujących w soczewkach piasków i żwirów w obrębie wzgórz morenowych.

Warunki hydrogeologiczne wschodniej części rynny jeziora Skarlińskiego przedstawia przekrój k-1 (ryc. 11), poprowadzony na linii Mikołajki — Skarlin — Lekarty (ryc. 4). Przy omawianiu przekroju ograniczono się do przedstawienia różnic w budowie geologicznej i warunkach występowania wód gruntowych pomiędzy wschodnią i zachodnią częścią rynny.

Poziom III występuje tu na rzędnej średnio 45—60 m n.p.m., a więc około 20 m głębiej niż w zachodniej części rynny. Strop poziomu wykazuje wyraźne nachylenie w kierunku północnym. Warstwę wodonośną buduje frakcja grubsza w postaci żwirów o miąższości ponad 10 m. Wodonośiec przykryty jest dolną gliną (II), której grubość w tej części rynny wzrasta z 12 m do 35—40 m. Wody są również pod napięciem, a zwierciadło ustalone układa się 92 m n.p.m. w Mikołajkach i 90 m n.p.m. w Skarlinie. Wartości te przewyższają o 3—5 m poziom zwierciadła wody w jeziorze. Dno rynny wycięte jest w dolnej glinie. Ze względu na brak danych geologicznych trudno ustalić czy rzeczywiście, jak to przedstawiono na ryc. 11, wody poziomu III kontaktują się z jeziorem poprzez utwory zalegające w dnie rynny, czy też warstwa wodonośna jest na całej długości przy-

kryta utworami nieprzepuszczalnymi. Za istnieniem takiego kontaktu przemawia fakt, że w wierceniu zlokalizowanym w pobliżu jeziora (wiercenie 21), zwierciadło ustalone układa się na niższej rzędnej niż w wierceniu położonym nieco dalej (wiercenie 20). Zatem spadek napięcia zwierciadła w pobliżu jeziora może być spowodowany drenażem wód gruntowych oma-



Ryc. 11. Przekrój hydrogeologiczny przez wschodnią część rynny jeziora Skarlińskiego.

wianego poziomu przez rynnę. Podobne przykłady spadku napięcia, w miarę zbliżania się do rynny nacinającej poziom subartezyjski, podano wyżej, przy omawianiu regionów A i B. Reasumując należy stwierdzić, że jezioro Skarlińskie jest zasilane przez wody gruntowe poziomu III. Głębokość nacięcia warstwy wodonośnej we wschodniej części rynny jest mniejsza, ponieważ poziom III zalega tu znacznie głębiej.

Poziom II po południowej stronie jeziora, w okolicy Mikołajek, zalega w 12 m serii piasków gruboziarnistych i żwirów z wkładkami iłu. Swobodne zwierciadło wody układa się 95—105 m n.p.m. Głębokość studni wynosi 15—20 m. Wody jest jednak bardzo mało i wypełnia ona tylko dolną część warstwy wodonośnej. Ponadto leżąca w spągu glina (II) wykazuje nachylenie w kierunku jeziora, co ułatwia ucieczkę wód gruntowych z omawianego poziomu. Świadczą o tym liczne drobne



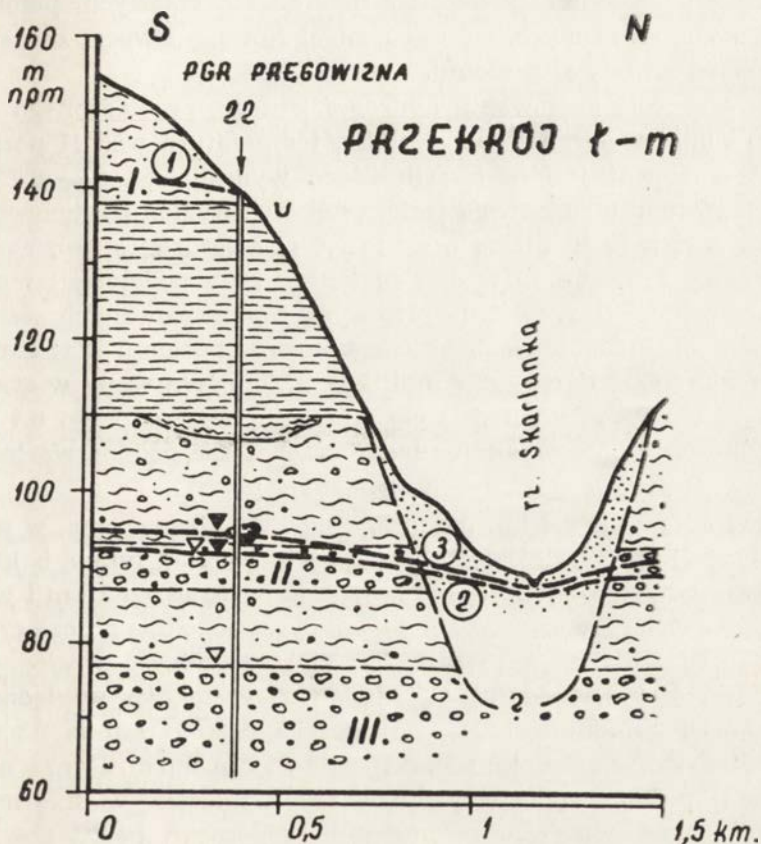
wysięki występujące nad jeziorem, u podstawy zboczy rynny. W okresach suchych niektóre płytsze studnie całkowicie wysychają. Spąg omawianego poziomu obniża się wzdłuż osi jeziora ku zachodowi. W Mikołajkach zalega 99 m n.p.m., a w Wawrowicach — 87 m n.p.m. (ryc. 10). Utwory wodonośne przechodzą w kierunku zachodnim w ily.

W strefie do 1,5 km na południe od jeziora, w stronę Mikołajek, na powierzchni zalega glina zwałowa (I). Studnie bazują tu wyłącznie na wodach II poziomu. Natomiast poziom I pojawia się dopiero we wsi Mikołajki i ciągnie się dalej na południe, już w granicach regionu *E* (ryc. 4). Po południowej stronie rynny warunki występowania płytszych poziomów plejstocenских na przekrojach i—j (ryc. 10) i k—l (ryc. 11) są podobne i zostały omówione wyżej.

Przekrój l—m (ryc. 12) przedstawia budowę geologiczną rynny Skarlanki powyżej jeziora Skarlińskiego, w pobliżu PGR Pręgowizna (ryc. 4). Poziom wodonośny III zalega 77 m n.p.m., a więc około 25 m wyżej niż we wschodniej części rynny jeziora Skarlińskiego oraz 3 m wyżej w porównaniu z zachodnią częścią rynny. Wynika z tego, że strop poziomu III w regionie *D* wykazuje deniwelacje rzędu 25 m, stąd różna głębokość nacięcia poziomu przez rynnę jeziora Skarlińskiego. Na omawianym przekroju warstwę wodonośną budują żwiry z głazikami, przykryte gliną. Analiza przekrojów poprowadzonych w innych częściach regionu pozwala wnioskować, że frakcja wodonośna poziomu III maleje w kierunku zachodnim. Miąższość warstwy wodonośnej na przekroju l—m przekracza 15 m i nie osiągnięto jej spągu. Napięte zwierciadło stabilizuje się 92 m n.p.m., czyli na identycznej rzędnej jak w innych częściach regionu. Woda wskutek dużej zawartości żelaza wymaga oczyszczenia. Ujęcie w PGR Pręgowizna posiada wydajność 10 m<sup>3</sup>/godz. i zaopatruje wodociąg lokalny. Poziom III, poprzez utwory zalegające w dnie rynny, kontaktuje się prawdopodobnie z poziomem II, który zasila mokradła położone na dnie rynny Skarlanki.

Poziom II w PGR Pręgowizna zalega 93 m n.p.m. (ryc. 12),

a więc około 10 m głębiej niż w Mikołajkach (por. ryc. 11). Z porównania przekrojów i—j, k—l i l—m wynika, że deniwelacje stropu poziomu II w zlewni jeziora Skarlińskiego sięgają 15 m. W PGR Pręgowizna wodnościami są żwiry z gładzikami o miąższości 6 m. Podobnie jak w wypadku poziomu III, frakcja wodonośna maleje w kierunku zachodnim i w okolicy Wawrowic utwory wodonośne przechodzą w ropy (por. ryc. 10). Na przekroju l—m woda wypełnia prawie całą warstwę wodonoś-



Ryc. 12. Przekrój hydrogeologiczny przez rynnę Skarlanki w pobliżu PGR Pręgowizna.

ną, a zwierciadło łagodnie obniża się ku rynnie Skarlanki. Należy przypuszczać, że dalej na południe wody poziomu są pod ciśnieniem, czego nie widać na przekroju ze względu na drenaż poziomu przez rynnę. W stropie wodonośca zalega gruby kompleks glin i iłów o łącznej miąższości do 60 m. Na wodach poziomu II bazują studnie we wsi Nowy Dwór, położonej na progu w dnie rynny. Zwierciadło wody układa się w nich 98—100 m n.p.m., a więc około 6 m wyżej niż w PGR Pręgowizna. Głębokości do wody są zróżnicowane i zależą od położenia morfologicznego studni. Kompleks mokradeł okresowych, położonych w dnie rynny Skarlanki poniżej Nowego Dworu, zasilany jest przez wody II poziomu.

W okresie kartowania hydrograficznego, prowadzonego na przełomie września i października, temperatura wód II poziomu w zlewni jeziora Skarlińskiego wynosiła od 8,2—8,7°C. W porównaniu ze zlewnią jeziora Łękorek (region B), temperatura wód była tu niższa o około 0,8°C i bardziej wyrównana. Pomiary prowadzono w obu regionach przy podobnej temperaturze powietrza. Główną przyczyną zaobserwowanych różnic w temperaturze jest głębsze zaleganie wód poziomu II w zlewni jeziora Skarlińskiego. Amplituda zwierciadła wody w studniach, określona na podstawie wywiadu, wynosi około 0,4 m i tylko w rejonie Mikołajek może przekraczać podaną wartość. Wody są przeważnie twarde i posiadają  $pH=7$ .

W odległości 0,8 km na zachód od PGR Pręgowizna, w pobliżu jeziora Skarlińskiego, znajduje się wylot rynny o kierunku południkowym. Rynna posiada długość około 3 km i jest głęboko wcięta w wysoczyznę morenową. Zachodnie zbocza rynny są niższe i mają średnio 15—20 m wysokości względnej, podczas gdy wschodnie osiągają 40 m wysokości względnej. W części południowej dno rynny zalega około 110 m n.p.m. i obniża się w kierunku północnym do 90 m n.p.m. Rynna naczina II poziom wodonośny, który zasila położone w dnie mokradła okresowe. Wzdłuż wschodnich, górnych partii zboczy występują wysięki wód gruntowych I poziomu. Znajdują się one na rzędnej od 135—140 m n.p.m. (por. ryc. 12). Wody zale-

gają w silnie spiaszczonych glinach, podścielonych prawie 30 m serią iłów. Bazuje na nich szereg płytkich studni gospodarskich. Tego typu wody występują również na identycznej wysokości po północnej stronie rynny Skarlanki, na zachód od Nowego Dworu. W okresach suchych woda w niektórych studniach wysycha. Zwierciadło posiada znaczną amplitudę, która wynosi średnio 1—2 m. Wody są przeważnie miękkie i tylko w głębszych studniach — średniotwarde. Poziom I zasila niewielkie mokradła położone w zagłębieniach na wysoczyźnie i w rozcięciach erozyjnych górnych partii zboczy.

### Region E

Region E obejmuje wysoczyznę morenową falistą, położoną w środkowo-wschodniej części dorzecza. Jest to obszar urozmaicony pod względem hipsometrycznym z licznymi zagłębieniami wytopiskowymi oraz pojedynczymi pagórkami moreny czołowej. Występują one w rejonie wsi Tereszewo oraz w pobliżu działu wodnego dorzecza, na północny wschód od Małych Bałówek (por. ryc. 3). Charakterystyczną cechą regionu jest brak rynien jeziornych i dlatego nie obserwuje się tu drenażu wód gruntowych głębszych poziomów. Jedynie poniżej krawędzi wysoczyzny, na kontakcie z sandrem, stwierdzono wysięki wód gruntowych I poziomu. Również szereg mokradeł położonych w zagłębieniach wytopiskowych jest zasilanych przez płytko zalegające wody I poziomu.

Na obszarze regionu brak wierceń geologicznych, stąd dane o budowie geologicznej są skromne. Uzyskano je głównie z wywiadu przeprowadzonego w nielicznych gospodarstwach, w których niedawno kopane były studnie. Bazują one prawie wyłącznie na wodach poziomu I. Tylko we wsi Małe Bałówki niektóre studnie sięgają do wód gruntowych poziomu II (ryc. 4). Wody te zalegają w utworach piaszczysto-żwirowych, pomiędzy górną gliną (I) i dolną (II) i są pod ciśnieniem, a ich zwierciadło układa się około 100—110 m n.p.m. Głębokości do wody wynoszą śred-



nio 15—25 m. Najwięcej studni bazujących na wodach II poziomu znajduje się na północ od zmeliorowanego dna dawnego jeziora. Położone jest ono pomiędzy miejscowościami Wielkie Bałówki i Małe Bałówki. Dno leży na rzędnej 117 m n.p.m., a więc wody poziomu II nie zasilają występujących tu mokradeł. Temperatura wód wynosi latem od 8,0—8,3°C. Wody są przeważnie twarde i średnietwarde, a zwierciadło cechuje mała amplituda wahań. Poziom II jest dosyć zasobny i całkowicie zaspokaja potrzeby gospodarstw. Miąższość wody w niektórych studniach dochodzi do 3—4 m, przeciętnie wynosi 1—2 m.

W miejscowościach Wielkie i Małe Bałówki poziom I zalega średnio 120—125 m n.p.m., czyli około 20 m powyżej poziomu II. Głębokości do wody są zróżnicowane. We wsi Wielkie Bałówki woda zalega w piaskach akumulacji lodowcowej, leżących na glinie (I). Studnie posiadają głębokość około 3—5 m. Ze względu na płytkie zaleganie wód ich temperatura jest latem dosyć wysoka i wynosi ok. 11°C. Zwierciadło szybko reaguje na opady i roztopy wiosenne i dlatego posiada znaczną amplitudę. Woda jest na ogół miękka. Miąższość warstwy wody w studniach wynosi latem od 1—2 m, a zatem zaspokaja potrzeby gospodarstw indywidualnych. We wsi Małe Bałówki omawiany poziom przykryty jest gliną budującą wzgórza morenowe. Z tego względu głębokości studni są większe i wynoszą od 10 do 20 m. Woda posiada temperaturę około 8,3—8,5°C, a więc nieco wyższą od temperatury wód gruntowych II poziomu (8,0—8,3°C). Zwierciadło cechują wyrównane stany. Woda jest średnietwarda i twarda. Poziom zasila mokradła położone na dnie dawnego jeziora.

Na północ od wsi Małe i Wielkie Bałówki zwierciadło wód gruntowych I poziomu łagodnie obniża się w kierunku Mikołajek i Wawrowic, zgodnie z nachyleniem powierzchni terenu. W pobliżu Mikołajek wody I poziomu zalegają 117 m n.p.m., czyli o około 7 m niżej niż w Małych Bałówkach. Na zachód od wsi Wielkie Bałówki zwierciadło wykazuje dość znaczne nachylenie w kierunku sandru wciętego w wysoczną morenową. Na przestrzeni około 1,5 km obniża się zgodnie ze spadkiem

terenu od 127 m n.p.m. (Wielkie Bałówki) do 110 m n.p.m. (Tomaszewo).

W południowej części regionu, w okolicy wsi: Tereszewo, Szafarnia i Czyste Błota, warunki występowania wód gruntowych I poziomu są podobne. Woda zalega przeważnie w piaskach na górnej glinie (I). Zwierciadło układa się przeciętnie na głębokości 3—5 m. Tylko w miejscach, gdzie utwory wodonośne przykryte są gliną budującą wzgórza morenowe, głębokości studni wynoszą od 6—10 m (Tereszewo). W niektórych płytszych studniach w okresie suszy woda może zanikać. Są to z reguły studnie stare, które od czasu ostatniej wojny nie były konserwowane. Znajdujące się w pobliżu nowe, nieco głębsze studnie nie odczuwają braku wody.

W regionie *D* znaczny procent studni bazuje na płytkich, miękkich wodach zaskórnych, zalegających na głębokości 0,5—2,0 m. Najwięcej takich studni znajduje się w miejscowościach Szafarnia i Czyste Błota. Wody zaskórne występują głównie w obniżeniach na wysoczyźnie morenowej. Zalegają w cienkiej warstwie piasków lub utworów mułowo-torfowych, podścielonych gliną. Woda ze względu na złą jakość nie nadaje się do celów konsumpcyjnych. Wody zaskórne często zasilają niektóre studnie bazujące na wodach gruntowych właściwych.

#### 5. UWAGI O STOSUNKU WÓD GRUNTOWYCH DORZECZA SKARLANKI DO DOLINY DRWĘCY

Dno rynny Skarlanki, przy ujściu do Drwęcy, posiada szerokość około 1,0 km. W wierceniu zlokalizowanym na dnie rynny, w pobliżu miejscowości Tama Brodzka, zalegają żwiry nie przewiercone do głębokości 14 m (12). W związku z tym istnieje możliwość ucieczki wód gruntowych z dorzecza do doliny Drwęcy. Odpływ wód gruntowych w kierunku doliny może odbywać się poniżej dna rzeki, która przy ujściu ma zaledwie 1,5 m głębokości. Za istnieniem takiego odpływu przemawiają niskie przepływy na dolnej Skarlance (tab. III).

Tabela III

Wartości przepływów i odpływów jednostkowych na Skarlance w miejscowości  
Tama Brodzka

Lp.	Data	Stan wody (cm)	Przepływ* (l/sek)	Odpływ jednost- kowy (l/sek/km <sup>2</sup> )
1	15.X.1965	28	150,0	0,6
2	15.XI.1965	24	cofka	—
3	18.XII.1965	32	185,3	0,8
4	19.XII.1965	44	cofka	—
5	15.III.1966	100	674,5	3,0
6	15.IV.1966	96	1032,7	4,4

Przepływy mierzono młynkiem hydrometrycznym.

Średni roczny odpływ jednostkowy dla dorzecza Drwęcy w profilu Brodnica, wynosi wg K. Króla 4,8 l/sek/km<sup>2</sup> (8). Dla dorzecza Skarlanki wartości odpływu są znacznie niższe. W październiku i w grudniu wynosiły poniżej 1 l/sek/km<sup>2</sup>. Wartości zanotowane w marcu i w kwietniu są zawyżone i nie odzwierciedlają rzeczywistych stosunków odpływu z dorzecza. Zakłócenia naturalnych wielkości odpływu spowodowane są cofkami, które występują na dolnym odcinku Skarlanki. Obrazuje to następujący przykład: w dniu 18.XII.1965 r. przepływ wynosił 185,3 l/sek, po czym na skutek podniesienia poziomu Drwęcy zaczął stopniowo zmniejszać się. Następnego dnia wody Drwęcy zaczęły wlewać się w dolny odcinek Skarlanki. Cofka trwała do stycznia 1966 r. W tym czasie ilość wody retencjonowanej w jeziorach i na dnie zalanej rynny wzrosła o ok. 2 mln m<sup>3</sup> w porównaniu z okresem poprzedzającym cofkę. Wody z zalanej rynny zaczęły odpływać w marcu i kwietniu, po obniżeniu poziomu wody w Drwęcy. Zatem wysokich wartości przepływów, które notowano w tym okresie, nie należy utożsamiać z roztopami wiosennymi. Dokładna wartość odpływu jednostkowego z dorzecza nie jest znana. Obliczenie jej, na podstawie bezpośrednich pomiarów przepływu, nie daje zadowalających rezul-

tatów ze względu na występowanie cofek. Kilka wykonanych pomiarów świadczy jednak o niewielkim odpływie z dorzecza. Przyczyną tego może być między innymi ucieczka wód gruntowych do doliny Drwęcy. Dodatkowym czynnikiem zmniejszającym odpływ jest duża zdolność retencyjna dorzecza.

Ustalenie stosunku wód gruntowych rynny Skarlanki do doliny Drwęcy oraz określenie wpływu spiętrzeń i związanych z nimi wylewów na wody gruntowe, wymaga prowadzenia dalszych badań.

ZAKŁAD GEOMORFOLOGII  
I HYDROGRAFII NIŻU  
IG PAN W TORUNIU

#### LITERATURA

1. Banach M., Hydrografia zlewni rynny jezior Brodnickich, północno-zachodniej części zlewni rzeki Skarlanki oraz przyrzecza Drwęcy od ujścia Skarlanki do ujścia strugi rynny Brodnickiej. Rękopis pracy magisterskiej w Zakładzie Hydrografii UMK, Toruń 1966.
2. Galon R., Zagadnienie ostatniego zlodowacenia w Polsce. Kosmos, seria B, rok III, z. 3, Warszawa 1957.
3. Galon R. i Pacowska J., Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000. Ark. Toruń, wyd. B, IG, Warszawa 1953.
4. Głazik R., Charakterystyka hydrograficzna dorzecza Skarlanki. Rękopis pracy magisterskiej w Zakładzie Hydrografii UMK, Toruń 1966.
5. Instrukcja opracowania mapy hydrograficznej Polski 1:50 000. Wyd. III, IG PAN, Warszawa 1964.
6. Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie, Plany batymetryczne i dane morfometryczne jezior: Bachotek, Ciche, Dębno, Głowińskie, Łąkorek, Partęczyny Małe, Partęczyny Wielkie, Retno, Robotno, Skarlińskie, Strażym i Zbiczno (materiały niepublikowane).
7. Kondracki J., Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa 1965.
8. Król K., Stosunki hydrologiczne w dorzeczu Drwęcy. Prace PIHM, z. 16, Warszawa 1950.
9. Krygowski B., Uwagi o związku jezior Niziny Wielkopolskiej z wodami gruntowymi. Przegląd Geograficzny, t. 26, z. 2, Warszawa 1954.



10. Majdanowski S., Jeziora Polski. Przegląd Geograficzny, t. 26, z. 2, Warszawa 1954.
11. Niewiarowski W., Morfologia i rozwój pradoliny i doliny dolnej Drwęcy. Studia Soc. Sc. Tor., sectio C, vol. 6, nr 5, Toruń 1968.
12. Pacowska J., Materiały Arch. Wierceń. Ark. Toruń, t. 4, IG, Warszawa 1953.
13. Roczniki Meteorologiczne. PIHM, Warszawa 1954—1964.
14. Roszkówna L., Moreny czołowe zachodniego Pojezierza Mazurskiego. Studia Soc. Sc. Tor., sectio C, vol. 2, nr 2, Toruń 1955.
15. Tomaszewski E., Obserwacje hydrogeologiczne w obniżeniu jezior Kórnickich. Dokumentacja Geograficzna, z. 5, IG PAN, Warszawa 1963.
16. Tomaszewski E., Obserwacje nad budową rynny jeziora Bnińskiego. Czasopismo Geograficzne, t. 29, z. 4, Wrocław 1958.
17. Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej, Wydział Geologii w Bydgoszczy, Dokumentacje hydrogeologiczne ujęć wód podziemnych w miejscowościach: Bachotek, Brzezinki, Jajkowo, Karbowo, Kuligi, Ostrowite, Pokrzydowo, Tama Brodzka, Zarośle, Zbiczno i Żmijewo (materiały niepublikowane).
18. Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej, Wydział Geologii w Olsztynie, Dokumentacje hydrogeologiczne ujęć wód podziemnych w miejscowościach: Lekarty, Łąkorek, Mikołajki, Pręgowizna i Skarlin oraz dane geologiczne z 12 płytkich otworów wiertniczych wykonanych na wschodnim brzegu jeziora Wielkie Partęczyny (materiały niepublikowane).

## WYKAZ ZESZYTÓW DOKUMENTACJI GEOGRAFICZNEJ

za ostatnie lata

1964

- 1 PRACA ZBIOROWA — National and Regional Atlase, s. 155, zł. 24,—
- 2 J. KOSTROWICKI — The Polish Detailed Survey of Land Utilization Methods and Techniques of Research, s. 110+nlb., zł 18,—
- 3 PRACA ZBIOROWA — Instrukcja do mapy hydrograficznej Polski 1 : 50 000, wydanie III, s. 83 + zał. nlb., zł 24,—
- 4 PRACA ZBIOROWA — Materiały do monografii geograficzno-gospodarczej Chelmży  
Wpływy podziału spadkowego komasacji i parcelacji na zmianę układów przestrzennych wsi w powiecie puławskim od połowy IX wieku, s. 152 + ryc. nlb., zł 24,—
- 5 PRACA ZBIOROWA — Badania klimatu lokalnego, s. 94 + ryc. nlb., zł 18,—
- 6 PRACA ZBIOROWA — Zagadnienia geografii przemysłu, s. 81 + ryc. nlb., zł 15,—

1965

- 1 M. STOPA — Rejony burzowe w Polsce, s. 100 + ryc. nlb., zł 18,—
- 2 B. OLSZEWICZ, Z. RZEPA — Katalog rękopisów geograficznych, s. 107, zł 24,—
- 3 T. KRZEMIŃSKI — Objaśnienia do mapy hydrograficznej Polski 1 : 50 000, okol. STRĘKOWA GÓRA, s. 36 + nlb., zł 12,—
- 4 PRACA ZBIOROWA — Polskie mapy rozmieszczenia ludności. Charakterystyka i przegląd bibliograficzny. Zasięg wpływów szkół średnich w rejonie Piły, s. 100 + ryc. i tab. nlb., zł 21,—
- 5 PRACA ZBIOROWA — Studia nad użytkowaniem ziemi — V, s. 65 + ryc. 2, tab. nlb., zł 18,—
- 6 A. PROCHOWNIK — Przemiany struktury osadniczo-rolniczej wsi powiatu proszowickiego od połowy XIX wieku do 1960 r., s. 159 + ryc. nlb., zł 24,—

1966

- 1 J. SZUPRYCZYŃSKI — Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000, okol. SZAMOCIN  
M. BOGACKI — Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000 okol. PISZ, s. 90 + ryc. nlb., zł 21,—
- 2/3 PRACA ZBIOROWA — Użytkowanie ziemi w krajach Europy środkowo-wschodniej, s. 160 + ryc., tab. nlb., zł 24,—
- 4 PRACA ZBIOROWA — Atlas bilansu promieniowania w Polsce, s. 10 + tab. nlb. + ryc. nlb., zł 15,—
- 5 W. STANKOWSKI — Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000, okol. REPTOWO  
U. URBANIAK, J. KOTARBIŃSKI — Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000, okol. GĄBIN, s. 110 + ryc. nlb., zł 18,—
- 6 B. TCHÓRZEWSKA — Zagadnienia bilansu wodnego rzek Niziny Środkowopolskich na przykładzie dorzecza Wilgi, s. 86 + ryc. i tab. nlb., zł 18,—

**WYKAZ ZESZYTÓW DOKUMENTACJI GEOGRAFICZNEJ**  
za ostatnie lata

1967

- 1 PRACA ZBIOROWA — Użytkowanie ziemi w krajach Europy środkowo-wschodniej, s. 125 + nlb., tab., ryc., zł 27,—
- 2 E. DROZDOWSKI — Objaśnienia do mapy geomorfologicznej — okol. CHEŁMNO  
A. TOMCZAK — Objaśnienia do mapy geomorfologicznej — okol. TORUŃ, s. 110 + ryc. nlb., zł 18,—
- 3/4 A. JELONEK — Ludność miast i osiedli typu miejskiego na ziemiach Polski od 1810 do 1960 r., s. 33 + tab. nlb. zł 21,—
- 5 PRACA ZBIOROWA — Rozwój komunikacji kolejowej i autobusowej w Polsce w okresie 1946—1965, s. 142 + ryc. nlb., zł 27,—
- 6 R. CZARNECKI — Stosunki wodne środkowej części dorzecza Opatówki, s. 79 + ryc. nlb., zł 27,—

1968

- 1 PRACA ZBIOROWA — National and Regional Atlases — Supplement for 1963—1967, s. 73, zł 21,—
- 2 M. STOPA — Temperatura powietrza w Polsce. Część I, s. 210, zł 30,—
- 3 PRACA ZBIOROWA — Land use Studies in East-Central Europe, s. 89, zł 24,—
- 4 PRACA ZBIOROWA — Problematyka i metody geografii rolnictwa w pracach Zakładu Geogr. Roln. IG PAN, s. 113, zł 24,—
- 5 PRACA ZBIOROWA — Objaśnienia do mapy geomorfologicznej okol. NOWOGRÓD — 1:50 000, s. 45 + tab. i mapy nlb., zł 18,—
- 6 PRACA ZBIOROWA — Abstrakty prac habilitacyjnych i doktorskich, 1967, s. 186, zł 30,—

1969

- 1 J. OSTROWSKI — Mapy hipsometryczne Polski, s. 173 + nlb. zł 27,—
- 2/3 PRACA ZBIOROWA — Analiza i ocena środowiska geograficznego powiatu ropczyckiego, s. 136 + nlb., zł 27,—
- 4 A. GAWRYSZEWSKI — Polskie mapy narodowościowe, wyznaniowe i językowe. Bibliografia za lata 1827—1967, s. 155, zł 24,—
- 5 PRACA ZBIOROWA — Użytkowanie ziemi i rolnictwo w krajach Europy Środkowo-Wschodniej. Wyniki badań, s. 168, zł 24,—
- 6 PRACA ZBIOROWA — Abstrakty prac habilitacyjnych i doktorskich, 1968.

1970

- 1 PRACA ZBIOROWA — Agricultural Typology Selected Methodological Materials, s. 60 + nlb., zł 15,—
- 2 PRACA ZBIOROWA — Materiały do klimatologii Polski, s. 118 + nlb., zł 21,—
- 3 PRACA ZBIOROWA — Badania fizyczno-geograficzne otoczenia Stacji Naukowo-Badawczej IG PAN w Szymbarku (Tom I), s. 72 + nlb., zł 18,—