

INSTYTUT GEOGRAFII  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

---

220

# DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

ZESZYT 6

## STOSUNKI WODNE ŚRODKOWEJ CZĘŚCI DORZECZA OPATÓWKI

Opracował: R. CZARNECKI



---

Warszawa

1967

**WYKAZ ZESZYTÓW  
PRZEGLĄDU ZAGRANICZNEJ LITERATURY GEOGRAFICZNEJ**

za ostatnie lata

1963

- 1 Teoria ośrodków centralnych, art. 5, s. 180, zł 10,—
- 2 Metody statystyczno-matematyczne w geografii ekonomicznej, s. 139 + ryc. nlb., zł 10,—
- 3/4 Wybrane zagadnienia z oceanografii fizycznej, art. 2, s. 204, zł 10,—

1964

- 1 Założenia teoretyczne geografii zaludnienia, art. 15, s. 140, zł 21,—
- 2 Zadania i metody współczesnej klimatologii, art. 10, s. 196, zł 24,—
- 3 Wybrane zagadnienia krasu, s. 164 + ryc. nlb., zł 24,—
- 4 Zagadnienia z problematyki limnologicznej, s. 180, zł 21,—

1965

- 1 Zagadnienia kartografii ogólnej, s. 138 + ryc. nlb., zł 21,—
- 2 Problemy krajów rozwijających się, 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 krajoobrazowych i regionalizacji fizyczno-geograficznej s. 195 + ryc. nlb., zł 24,—
- 4 Geografia stosowana — Część III (w druku)

**WYDAWNICTWA BIBLIOGRAFICZNE IG PAN**

- S. LESZCZYCKI, B. WINID — Bibliografia Geografii Polskiej 1945—1951, 1956, s. 219, zł 29,—
- S. LESZCZYCKI, J. PIASECKA, H. TUSZYŃSKA-REKAWKOWA, B. WINID — Bibliografia Geografii Polskiej 1952—1953, 1957, s. 90, zł 24,—
- S. LESZCZYCKI, H. TUSZYŃSKA-REKAWKOWA, B. WINID — Bibliografia Geografii Polskiej, 1954, s. 67, zł 15,—
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 1—168, 1956, s. 88, zł 13,50
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 169—468, 1956, s. 105, zł 16,—
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 469—876, s. 127, zł 24,—
- Z. KACZOROWSKA — Zestaw zagranicznych czasopism i wydawnictw seryjnych z zakresu nauk o Ziemi, znajdujących się w bibliotekach polskich, 1958, s. 400, zł 100,—
- S. LESZCZYCKI, J. PIASECKA, B. WINID — Bibliografia Geografii Polskiej 1936—1954, 1959, s. 315, zł 78,—
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 877—1209, s. 94, zł 20,—
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 1210—1686, s. 151, zł 20,—
- Red. S. LESZCZYCKI — Bibliografia Geografii Polskiej — 1960, s. 320, zł 7,— (3 zes. Dokumentacji Geograficznej).

# DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

ZESZYT 6

## STOSUNKI WODNE ŚRODKOWEJ CZĘŚCI DORZECZA OPATÓWKI

Opracował: R. CZARNECKI



---

Warszawa

1967

<http://rcin.org.pl>

## KOMITET REDAKCYJNY:

Redaktor Naczelny: K. Dziewoński  
Z-ca Red. Nacz.: D. Kosmowska-Suffczyńska  
Członkowie Redakcji: T. Lijewski, H. Szulc, J. Szupryczyński  
Sekretarza Redakcji: D. Kosmowska-Suffczyńska  
Rada Redakcyjna: J. Barbag, J. Czyżewski, K. Dziewoński,  
J. Dylik, R. Galon, M. Klimaszewski, M. Kiełczewska-Zaleska,  
S. Leszczycki, A. Malicki, B. Olszewicz, A. Zierhoffer

---

Redaktor techniczny: W. Spryszyńska

Nakład 500 egz.

---

Adres Redakcji: Instytut Geografii PAN, Warszawa  
Krakowskie Przedmieście 30

---

Okładkę wydrukowano w Warszawskiej Druk. Naukowej

Zam. 1031/67  
<http://rcin.org.pl>



Ryszard CZARNECKI

## WSTĘP

### Stosunki wodne środkowej części dorzecza Opatówki

Opracowany teren zajmuje powierzchnię około 40 km<sup>2</sup> i położony jest na lessowej Wyżynie Sandomierskiej w dorzeczu środkowej Opatówki. Obejmuje on zlewnię szerokiej doliny tej rzeki na odcinku od Dacharzowa do Ocinka. Administracyjnie znajduje się w granicach gromad Wilczyce i Wysiadków powiatu sandomierskiego /ryc. 1/.

Przedstawione tu opracowanie stanowi wynik badań stosunków wodnych - jednego z wielu komponentów krajobrazu fizycznogeograficznego, badanych na tym terenie w latach 1957 - 1961. Jest ono zarazem jedną z części analitycznych szerszej pracy o krajobrazie fizycznogeograficznym środkowej Opatówki /Czarnecki, 1965/. Ważniejsze rezultaty oraz metody prowadzonych tu badań krajobrazowych zostaną opublikowane w 1968 r.

Pierwsze badania hydrograficzne na omawianym terenie wykonane były przez autora w r. 1954 /Czarnecki, 1955/. Obejmowały one wówczas znacznie większy obszar niż obecnie. Ponieważ prowadzono je w skali 1 : 50 000, materiały i wyniki tych badań nie mogły stanowić podstawy do opracowania charakterystyki stosunków hydrograficznych w podziale 1 : 10 000. W roku 1957 podjęto badania od nowa. Wykonywano je zasadniczo według metody stosowanej przy kartowaniu hydrograficznym, szeroko omówionej w artykule H. Więckowskiej /1954/

oraz w instrukcjach do zdjęcia hydrograficznego Polski, wydanych w roku 1954 i w 1958. Metodę tę jednak w pewnym stopniu zmieniono i przystosowano do kartowania w większej skali. Wprowadzenie zmian było konieczne zarówno ze względu na specyficzny charakter terenu jak i samego opracowania, którego głównym celem było wyróżnienie małych jednostek naturalnych na tym obszarze. Modyfikacje dotyczyły ilości wyróżnianych zjawisk hydrograficznych oraz sposobu pomiaru wód gruntowych.

W sieci wód powierzchniowych wyróżniono nowe elementy:

1. ciekі epizodyczne bezkorytowe, występujące jedynie w lessowych wąwozach płaskoden-nych;
2. ciekі epizodyczne o zaorywanym korycie, spotykane we wszystkich mniejszych dolinach nieckowatych;
3. stare rowy melioracyjne, które ze względu na ich gęstą sieć odgrywają pewną rolę w odwadnianiu terenu, a szczególnie odwadniają łąki, w okresie wysokich stanów wód.

Badania wód gruntowych objęły wszystkie istniejące na terenie studnie gospodarskie w ilości 350.. Pomiar głębokości do wody i do dna był wykonywany przy pomocy pięćdziesięciometrowej taśmy parciaanej z wplecionymi drucikami, obciążonej gwizdkiem studziennym i termometrem ze zbiorniczkiem. Studnie mierzono dwukrotnie. Pierwszy raz określano głębokości w czasie wypełniania raptularza. Uzyskane wyniki były niejednoczesne, gdyż badania trwały przez sześć miesięcy. Drugi pomiar miał na celu określenie tylko głębokości do wody we wszystkich studniach możliwie w tym samym czasie. Było to szczególnie

ważne tam, gdzie podejrzewano istnienie dwóch poziomów wodonośnych, mało różniących się głębokościami do zwierciadła wód. Wydzielenie ich na podstawie niejednoczesnego materiału obserwacyjnego było trudne ze względu na występujące w ciągu miesiąca wahania zwierciadła i pobór wody. Rozwiązanie tego zagadnienia w znacznej mierze ułatwiono przez pomiar równoczesny, wykonany rano przed pierwszym poborem wody. Dnia 16 sierpnia 1957 r. objęto takim pomiarem wszystkie studnie wsi Dacharów, Jankowice, Radoszki, Wysiadłów i części Wilczyc, a rano dnia następnego zmierzono resztę studni, w większości znajdujących się na wysoczyźnie. Ponieważ w tych ostatnich studniach wahania zwierciadła nie są duże, a oba etapy drugiego pomiaru wykonano w krótkim odstępie czasu i w takich samych warunkach pogodowych, przeto wyniki pomiarów można przyjąć jako równoczesne. W ten sposób uzyskano materiał na podstawie którego wydzielenie poziomów wodonośnych stało się łatwiejsze i pewniejsze. Najbliższa omawianego terenu studnia obserwowana znajduje się w Rożkach i czerpie wodę z piasków plejstocenijskich zalegających na łupkach kambryjskich. W dniu 16 i 17.VIII.1957 r. zwierciadło wody w niej występowało na głębokości około 525 cm to znaczy w strefie niskich wód gruntowych /z analizy stanów tych wód w okresie 1957 - 1964 wynika, że średnia za wielolecie wynosi 382 cm, a średnie minimum za wielolecie 539 cm/.

W czasie badań terenowych wykonano również pięć profilów hydrogeologicznych, przecinających dorzecze w kierunku południkowym, prostopadle do Opatówki. Pozwoliły one właściwiej rozpoziomować wody gruntowe oraz umożliwiły dokładniejszą kontrolę wywiadów i prac terenowych.

W 1958 r. pomiary hydrologiczne w całym do-



rzeczu Opatówki prowadził J. Błażejczyk. Na podstawie wyników tych badań oraz w oparciu o dane uzyskane z PIHM opracował on charakterystykę hydrologiczną całej zlewni i jej bilans wodny za pięcioletnie 1954 - 1958. Praca ta nie mogła być w całości wykorzystana w niniejszym opracowaniu, ponieważ nie zawierała bilansów wodnych poszczególnych zlewni cząstkowych /ze względu na brak wodowskazów na Opatówce i jej dopływach/, a teren objęty moimi badaniami różni się znacznie pod względem stosunków wodnych od pozostałej części dorzecza Opatówki. Można było jedynie w oparciu o znajomość krajobrazu fizycznogeograficznego terenu spróbować określić różnice, jakich należy się spodziewać w każdym ze składników bilansu tego obszaru w porównaniu z bilansem całego dorzecza. Uwagi na ten temat zostały zamieszczone w końcowej części opracowania.

W wyniku badań krajobrazowych, obejmujących analizę wszystkich komponentów krajobrazu tego terenu, w tym także stosunków wodnych, wyróżniono na omawianym obszarze cztery jednostki naturalne - typy terenu: typ terenu płaskiej wysoczyzny lessowej, typ terenu suchych dolin i zboczy doliny rzecznej, typ terenu nadzalewowych poziomów doliny rzecznej, typ terenu płaskiego dna doliny rzecznej. Krótkie omówienie krajobrazu fizycznogeograficznego powyższych jednostek typologicznych, pozwoli zorientować się w charakterze poszczególnych jego komponentów na tym obszarze oraz w zależnościach zachodzących między nimi.

Typ terenu płaskiej wysoczyzny lessowej występuje na obszarach wododzielnych i odznacza się dość równą powierzchnią płaską lub nachyloną pod kątem mniejszym od 3%. Jest to równina akumulacji lessowej z licznymi wymokami oraz rozległymi, płytki-



mi dolinami nieckowatymi. Gruba seria lessu, o miąższości maksymalnej 34 m, złożona z dwóch poziomów przedzielonych glebą kopalną, leży na serii piasków, żwirów i glin zwałowych zlodowacenia krakowskiego i środkowo-polskiego. W podłożu występują piaski kwarcowe, wapienie litotamniowe i zlepy detrytyczne tortonu i sarmatu oraz łupki kambryjskie. Duża przepuszczalność osadów czwartorzędowych warunkuje głębokie zaleganie pierwszego eksploatowanego poziomu wodonośnego. Słabe nachylenie powierzchni sprawia, że spływ powierzchniowy wód opadowych jest niewielki, jedynie w dolinkach nieckowatych istnieją ciekły epizodyczne, zaś w wymokach, wobec zmniejszonej przepuszczalności gruntu, tworzą się okresowe jeziorka. Ze względu na niewielki spływ powierzchniowy procesy denudacji tu nie zachodzą lub są bardzo słabe. Jedynie przy krawędziach dolin, wąwozów i wymoków oraz na wąskich grzbietach międziodolnych, gdzie spadki są większe, intensywniejsza denudacja doprowadziła do powstania silnie zmytych rodzajów gleb brunatnych albo gleb o wtórnie niewykształconym profilu, złożonym tylko z warstw A<sub>1</sub> i C. Na pozostałym obszarze dominują niezerodowane gleby brunatne z pojedynczymi, małymi płatami czarnoziemów zdegradowanych, zaś w dnach dolin i wymoków - gleby brunatne deluwialne lub czarnoziemy namywane. Duża wartość rolnicza gleb i korzystne warunki uprawy były powodem wczesnego, prawie całkowitego wylesienia obszaru i objęcia go orką. Resztki lasów grądowych zachowały się tylko w kilku małych płatach w pobliżu Dacharzowa.

Typ terenu suchych dolin i zboczy doliny rzecznej obejmuje stoki doliny Opatówki i erozyjno-denudacyjne formy dolinno-wąwozowe pozbawione cieków stałych: doliny płaskodenne, nieckowate, nieo-

ki zboczowe, różne rodzaje wąwozów. W związku z tym odznacza się on bardzo dużą różnorodnością form rzeźby, znacznie większą niż w innych wyróżnionych typach terenu. Istnienie głębokich, wyraźnych form sprawia, że przeważająca część jego powierzchni nachylona jest pod kątem większym niż  $1,5^{\circ}$ , przy czym występuje tu bardzo duże zróżnicowanie spadków: od łagodnych, górnych odcinków dolin nieckowatych do pionowych ścianek w wąwozach. Powszechne występowanie dużych nachyleń różni w zasadniczy sposób ten typ terenu od innych typów i pociąga za sobą konsekwencje w postaci powszechnego działania procesów denudacji oraz związanej z nią akumulacji deluwiów, przy czym procesy te osiągają skalę znacznie większą niż w pozostałych typach terenu. Duża intensywność denudacji spowodowana jest głównie nachyleniem, jednakże bardzo ważną rolę odgrywa i to, że zbudowana w zasadzie z lessu powierzchnia całego typu terenu podlega orce i prawie zupełnie nie jest chroniona przez roślinność naturalną. Z wyjątkiem małych obszarów wąwozowych i drobnego fragmentu lasu, resztę terenu zajmują pola uprawne, nawet na bardzo stromych zboczach dolin i wąwozów. Nie stosuje się przy tym prawie żadnych zabiegów przeciw erozyjnym, a kierunek orki uzależniony jest nie od ukształtowania powierzchni lecz od własnościowego układu pól. W takich warunkach denudacja wraz z akumulacją deluwiów stanowią w omawianym typie terenu, bardziej niż w innych typach, podstawowy czynnik kształtujący jego obecny krajobraz. Wpływają one na budowę geologiczną przez odsłanianie miejscami utworów podlessowych plejstoceni i mioceni oraz akumulację deluwiów, na rzeźbę - przez łagodzenie i modyfikację dolin oraz tworzenie wąwozów, na stosunki wodne - przez zanikanie źródeł, tworzenie gęstej sieci cieków epizodycznych różnego rodzaju, powodowanie zmian głębokości do wody gruntowej itd.



Największy jednak wpływ wywierają one na gleby, gdyż wywołują zmiany we właściwościach fizycznych i chemicznych gleb oraz powodują powstanie gleb o profilach w różnym stopniu zredukowanych przez erozję, a przez to bardziej niż w innych typach terenu zróżnicowują pokrywę glebową. Szczególnie wyraźnie widać to na zboczach dolin, gdzie w określonym porządku od góry zbocza ku dołowi występują gleby znajdujące się w różnych stadiach redukcji profilu.

W wyniku działania powyższych procesów, jak i niejednakowego ich natężenia oraz występowania urozmaiconego krajobrazu fizycznogeograficznego tego typu terenu, jego pokrywa glebowa charakteryzuje się bardzo dużą różnorodnością typów, gatunków i odmian gleb oraz małą powierzchnią płatów poszczególnych gatunków gleb i ich mozaikowatym lecz uporządkowanym rozmieszczeniem. Największą powierzchnię zajmują tu: różne gatunki gleb brunatnych wykształconych na lessie, gleby brunatne utworzone na deluwiach lessowych oraz gleby o wtórnie niewykształconym profilu. Występują tu jednak także czarnoziemy zdegradowane /na bardzo łagodnych zboczach dolin nieckowatych/ i namywane /u podnóżu zboczy i na dnach dolin/, mady /na płaskich dnach wąwozów/, gleby o pierwotnie niewykształconym profilu /na zboczach wąwozów/ oraz sporadycznie gleby mułowo-bagiennie.

Działanie denudacji i akumulacji deluwiów, warunkując rozmieszczenie gleb, wpływa przez to na położenie i wzajemny układ facji fizycznogeograficznych i powoduje powstanie różnych typów ich rzędów.

Omawiany typ terenu zajmuje blisko połowę powierzchni całego badanego obszaru, występują na

nim wartościowe gleby orne, toteż posiada on poważne znaczenie dla gospodarki rolniczej. Jedyłą i zasadniczą przeszkodą utrudniającą jego pełne wykorzystanie rolnicze jest silna erozja gleb i związane z nią zamulanie. Rozmaitość występujących tu typów erozji /powierzchniowa, żłobinowa, wązozowa/ powoduje, że zabiegi przeciwoerozyjne, które są tu absolutnie niezbędne, wymagają odpowiedniego zróżnicowania w zależności od warunków terenowych i nie mogą być przeprowadzane schematycznie.

Typ terenu nadzalewowych poziomów doliny rzesznej występuje w dolinie Opatówki i w ujściowym odcinku doliny wilczyńskiej. Wiąże się on z plejstoceńskimi poziomami tarasowymi, zbudowanymi z piasków przykrytych warstwą lessu, cieńszą na tarasie w Ocinku a grubszą kilkumetrową - na tak zwanym poziomie lessowym w dolinie Opatówki w pobliżu Łukawy Kościelnej.

Położenie tego typu terenu ponad dnem doliny i podnóża jej zboczy stwarza warunki swoistego działania denudacji. Z jednej strony, powierzchnia poziomów może być nadbudowywana osadami usuwanymi ze zboczy, z drugiej zaś rozcinana przez małe formy erozyjno - denudacyjne. Rozcinanie to dobrze widać na tarasie rzeczny w Ocinku, mającym wysokość względną około 15 m i rozczłonkowanym przez dolinki denudacyjne na kilka wąskich grzbietów. Akumulacja deluwiów bardzo wyraźnie występuje na poziomie lessowym /wysokość względna 5 - 7,5 m/, na tarasie zaś, ze względu na jego rozczłonkowanie, zaznacza się tylko u podnóża jego zboczy. Działanie procesu denudacji wywiera wpływ także na gleby, bowiem mogą one podlegać erozji glebowej i namulaniu. Na poziomie lessowym występują niezerodowane gleby brunatne oraz czarnoziemny słabo zdegradowane ze śladami namycia w warstwie akumulacyjnej, zaś w Radosz-



kach i Wilezycach = gleby brunatne wytworzone na deluwiach lessowych. Na tarasie w Ocinku dominują gleby brunatne i z wtórnie niewykształconym profilem, eszesto niecałkowite, z piaskiem lub lessem ilastym jako skałą podścielającą. Powierzchnia całego typu terenu objęta jest uprawą roli.

Typ terenu płaskiego dna doliny rzecznej występuje na badanym obszarze tylko w dolinie Opatówki, jedyne go tu ciekło stałego. Jest to taras zalewowy Opatówki, jednakże ponieważ obecnie po melioracji rzeka nie wylewa, używanie tej nazwy nie wydaje się słuszne.

Rzeźba jego jest typowa dla tarasów zalewowych. Występują tu formy holoceni: stożki napływowe, naspy naturalnego, meandrującego koryta rzeki, równiny deluwialne, suche, akumulacyjne powierzchnie dna, podmokłe zagłębienia a także groble i nasypy sztucznego koryta rzeki i rowów melioracyjnych; brak natomiast starorzeczy. Stożki, wały i suche dno zbudowane są z szarozółtych, mułowych, warstwianych deluwiów i aluwiów, pod którymi leżą szare, aluwialne muły zawierające partie ze szczątkami organicznymi i torfem. Muły te wychodzą na powierzchnię w miejscach położonych niżej, poza obrębem wymienionych form, a więc w podmokłych zagłębieniach dna doliny. Cała ta seria holoceni, o przeciętnej miąższości 8 m /maksymalna 13 m/ leży na plejstocenijskich glinach deluwialnych, ilach i mułkach, podścielonych obficie nawodnionym piaskiem i żwirem. Na głębokości około 18 m występują drobnoziarniste piaski mioceńskie, również obficie nawodnione. Na dnie doliny, w holocenijskich mułach występuje obfity, płytki horyzont wodonośny /tzw. połączony/, zasilający liczne, małe źródła i wysięki pod zboczami, a także mokradła stałe i okresowe, jakie powstały w zagłębieniach dna doliny.

Duże nawilgocenie terenu sprawia, że tylko wyższe, suchsze miejsca na stożkach i wałach brzegowych zajęte są pod pola orne, warzywniki i osiedla. Resztę dna doliny pokrywają łąki, wśród których znajduje się mały płat olsu, będący pozostałością po rosnących tu niegdyś lasach, a także drobne płaty zarośli wierzbowych. Wyróżniono tu 9 typów i odmian łąk, należących do dwóch grup: łąk grądowych i łąk łągowych, przy czym powierzchnie zajmowane przez obie grupy są prawie równe. Istnieje tu ścisły związek między wyróżnionymi typami łąk a wilgotnością gleby i głębokością do wody uzależnioną od rzeźby terenu. Na suchym dnie doliny, na stożkach i naspach przeważają typy łąk grądowych z dominującymi trawami, w podmokłych zagłębieniach doliny - łąki łągowe z turzycami i skrzypem.

Zróżnicowanie rzeźby i budowy geologicznej, a przez to i uwilgotnienia gruntu oraz szaty roślinnej wpłynęło na charakter i rozmieszczenie występujących tu gleb. Na dnie doliny przeważają mady i gleby mułowo-bagiennie. Pierwsze z nich wytworzyły się na stożkach, naspach i na płaskim suchym dnie doliny, a więc na formach zbudowanych z mułowych, warstwowanych aluwiów i deluwiów, pokrytych łąkami grądowymi. Teren jest tu suchszy, woda znajduje się przeważnie na głębokości nieco powyżej 1m, toteż na miejscach położonych wyżej brak w profilach glebowych poziomu oglejenia. Na miejscach niższych i na obrzeżeniach tych form, gdzie warstwa świeżych deluwiów i aluwiów jest cieńsza, w dolnej części profilu glebowego występują szare, aluwialne muły ze szczątkami organicznymi, tworzące poziom glejowy. Muły te znajdują się na powierzchni na obszarach mokradeł i tam wytworzyły się na nich gleby mułowo-bagiennie, a miejscami - torfowo-mułowe /na skrzypowiskach/. Na podstokowych równinach deluwi-



nych, pod wpływem akumulacji materiału zmywanego ze zboczy, powstały gleby brunatne deluwialne lub czarnoziemy namywane.

Związki między komponentami krajobrazu na dnie doliny są bardzo wyraźne. Spośród komponentów największą rolę w krajobrazie zdaje się tu odgrywać rzeźba terenu, ściśle związana z budową geologiczną utworów powierzchniowych. Oba elementy warunkują bowiem głębokość do wody i uwilgotnienie gruntu, decydują o rozmieszczeniu i charakterze utworów, będących skałami macierzystymi gleb. Zależnie od wilgotności gruntu rozwijają się odpowiednie zbiorowiska roślinne, które wraz ze stosunkami wodnymi wpływają na charakter profilu glebowego.

Na podstawie opracowanej mapy typologicznych jednostek naturalnych, na której wyróżniono typy terenu, typy uroczysk i typy facji, można było dokonać podziału omawianego obszaru na naturalne jednostki regionalne rzędu mikroregionów /Czarnecki, 1968/. Wydzielono więc:

1. Wysoczyznę Łukawską - obszar położony na N od doliny Opatówki,
2. Wysoczyznę Komorniańską - obszar położony na S od doliny Opatówki,
3. Dolinę Opatówki.

#### WODY POWIERZCHNIOWE

Analizując mapę wód powierzchniowych badanego terenu można stwierdzić, że dolina Opatówki stanowi, także z hydrograficznego punktu widzenia, odrębną jednostkę, wyróżniającą się na tle pozostałego obszaru największą różnorodnością i ilością ele-

mentów wód powierzchniowych. Koryto rzeczne, rowy melioracyjne, mokradła, źródła i wysięki, stawy i sadzawki, wreszcie groble, jazy i inne budowle wodne tworzą zespół, w obrębie którego wszystkie elementy są wzajemnie powiązane i stanowią razem jednolitą całość, niespotykaną w dolinach bocznych i na wysoczyźnie.

Obszar poza doliną ma zupełnie inny charakter, występują na nim inne elementy wód powierzchniowych jak różnego rodzaju ciekł epizodyczne i wymiękliska. Źródła i wysięki są elementem wspólnym dla obu terenów, lecz ilościowo przeważają w dolinie Opatówki. Obszar poza doliną wykazuje także pewne zróżnicowanie w ilości i jakości występujących na nim elementów hydrograficznych. Teren znajdujący się na N od rzeki, odznacza się bardzo licznymi wymiękliskami, ciekami epizodycznymi z wyraźnym korytem i o zaorywanych korytach. Prawie zupełnie brak tu cieków bezkorytowych. Teren położony na S od doliny, cieków tych ma bardzo dużo, nie występują tu natomiast wymiękliska. Elementem wspólnym dla obu obszarów są pozostałe rodzaje cieków epizodycznych z tym jednak, że ilościowo przeważają one na obszarze północnym.

Można więc stwierdzić, że na badanym terenie wyodrębniają się trzy jednostki hydrograficzne, różniące się między sobą ilością i jakością występujących w nich elementów sieci wód powierzchniowych. Są to: dolina Opatówki, obszar położony od niej na północ i obszar południowy. Biorąc to pod uwagę, omawianie poszczególnych elementów hydrografii powierzchniowej, przeprowadzone zostanie w oparciu o powyższy podział.



Elementy hydrograficzne w dolinie  
Opatówki

**Koryto rzeki Opatówki**

Na omawianym obszarze, koryto dzisiejszej Opatówki jest częściowo naturalne, częściowo sztuczne. Do punktu położonego około 500 m na E od mostu w Jankowicach rzeka płynie korytem naturalnym, po czym wydostaje się na teren szerokiej doliny, skręca na NE i przechodzi do szerokiego wykopu. Od tego miejsca naturalne koryto Opatówki jest bardzo wyraźnym ciekim epizodycznym, wypełniającym się wodą tylko w czasie roztopów. Obecnie jest ono wąskie, płytkie /szer. 2-3 m, głęb. do 1,5 m/ i stanowi formę zanikającą. Mimo połączenia z rowami melioracyjnymi, które w wielu miejscach je przecinają, w korycie, podobnie jak i w rowach, osadzają się duże ilości namułu. Sprzyjają temu liczne zagłębienia oraz obficie porastająca koryto roślinność wilgociolubna, która z jednej strony hamuje i tak niewielki ruch wody, z drugiej zaś, rozkładając się, wypełnia koryto materiałem organicznym.

W obrębie szerokiej doliny, naturalne koryto Opatówki tworzy 3 rozległe łuki, nie biegnące bynajmniej przez miejsca obecnie najniższej położone. Powstanie łuków związane jest z akumulacją stożków napływowych, które odepchnęły koryto rzeki na północ, natomiast tam gdzie stożków nie było, koryto Opatówki nie zmieniło swego biegu.

Naturalne, czynne koryto rzeki jest szersze i głębsze od suchego /szerokość dochodzi do 5 m, głębokość do 3 m/. Wycięte jest ono w lessowatych mułach aluwialnych ze szczątkami organicznymi i wys-

lane cienką warstwą żwiru lub piasku z domieszką mułu.

Cechą charakterystyczną zarówno czynnego jak i suchego koryta jest występowanie niewielkich lecz licznych meandrów oraz wyraźnych nasp. Wysokość naturalnego ważu brzeżnego dochodzi miejscami do 1 m ponad otaczający teren, zaś szerokość - do 10 m. Powstanie jego związane jest z powodziewymi wylewami rzeki, której wody zawierają wówczas bardzo dużo materiału unoszonego. O ilości tego materiału można sądzić na podstawie wyników pomiarów zawartości zawiesiny w wodzie Opatówki, wykonanych po burzy w dn. 17.VII.1959 r. i 5.VI.1960 r. przy wysokim stanie wody w rzece<sup>x/</sup>. Pierwszy z pomiarów wykazał 1,3 g suchej pozostałości w 1 litrze wody, drugi zaś - aż 45,6 g. to znaczy 260 razy więcej niż przy stanach niskich /0,2 g/litr/. Materiał unoszony osadzał się w najbliższym sąsiedztwie koryta i nadbudowywał jego brzegi. W szurfach jest on widoczny w postaci warstwowanych lessowatych aluwiiów, o warstwach pochyłonych na zewnątrz od koryta.

Sztuczne koryto Opatówki zostało założone w czasie ostatniej melioracji na miejscu dawnego rowu głównego. Biegnie ono nieco na N, mniej więcej równoległe do koryta starego, przez teren położony najniżej i najbardziej zabagniony. Jest ono

---

<sup>x/</sup> Stany wody mierzone od załamania na filarze mostu nad Opatówką w Dacharzewie, 17.VII.59 r. stan wody o godz. 16 wynosił 116 cm poniżej załamania, w dn. 5.VI.60 r. o godz. 20 wynosił 183 cm poniżej załamania. Pomiar przy niskiej wodzie wykonany był dn. 22.VIII.59 r. o godz. 10 przy stanie wody 250 cm poniżej załamania na filarze.

przystosowane do wody normalnej i wielkiej /szerokość 6 i 10 m/. W stosunku do naturalnego koryta suchego między Jankowicami i Ocinkiem długość jego jest mniejsza o 840 m /tzn. 17%/. Dlatego też, chcąc zachować pierwotny średni spadek rzeki, wybudowano w nim dwa stopnie betonowe, a ponadto dla celów melioracyjnych dwa jazy kozłowe. Całe nowe koryto rzeki jest obrzeżone wałami o wysokości około 1 m i szerokości do 20 m

### Źródła i wysięki<sup>x/</sup>

Źródła w dolinie Opatówki są liczne i występują u podnóży jej zboczy albo u podstawy poziomu lessowego. Rozmieszczone są na ogół dość równomiernie, jednak większa ich ilość znajduje się w pobliżu stromszego, północnego stoku doliny. Rzadkie występowanie źródeł pod zboczem południowym można tłumaczyć istnieniem stożków napływowych /zwłaszcza między Radoszkami i Ocinkiem/, które w połączeniu z łagodnymi stokami doliny nie stwarzają warunków odpowiednich do powstania źródeł.

Cechą charakterystyczną źródeł doliny Opatówki jest ich mała wydajność, często trudna w ogóle do określenia. Pomiar zastawką Poncelet a wykazywał wydajności od 1 do 4 l/min. Tylko w dwóch przypadkach zanotowano wartości większe od 8 l/min /19,8 l i 8,4 l/. Z tak małymi wydajnościami wiąże się dość wysoka temperatura wody, zwłaszcza tam, gdzie odpływ jest utrudniony lub brak go zupełnie. Woda, gromadząc się w misie lub kociołku łatwo się nagrzewa, gdyż wymieszanie jej zachodzi powoli, a nikły dopływ wód

---

<sup>x/</sup> vide tab. 1



chłodniejszych nie jest w stanie przeciwdziałać ocieplaniu się wody w zbiorniku. W zimie temperatura wody jest niższa, jednak źródła nigdy nie zamarzają.

Materiałem, z którego wypływają źródła doliny Opatówki są zasadniczo deluwia lessowe. Jedynie w przypadku, gdy źródło znajduje się u podnóża stromszego zbocza, na dnie misy źródlanej stwierdzić można występowanie piasku pod deluwiami. Piaski te stratygraficznie należą do serii piaszczysto-mulistej, leżącej pod gliną zwałową. Mimo drobnoziarnistości i pyłowatości utworów z których wypływają źródła, woda w nich jest zawsze czysta, gdyż mała prędkość jej ruchu nie powoduje unoszenia cząsteczek.

Omawiane źródła w dolinie wiązać można z odpowiednimi poziomami wodonośnymi między innymi na podstawie ich wysokości bezwzględnej. Wysokości te prawidłowo obniżają się z zachodu na wschód: od 163 do 158 m n.p.m. Porównując je z wartościami hydroizobat i hydroizohips można twierdzić, że źródła doliny Opatówki należą do połączonego lub czwartorzędowego górnego poziomu wodonośnego. Wyjątek stanowi źródło w Ocinku, które związane jest z horyzontem nasarmackim oraz źródło w Łukawie /11 na zestawieniu/, odprowadzające wodę prawdopodobnie z poziomu sarmackiego.

Poza doliną Opatówki nieliczne źródła występują również w rozciętych wąwozami dolinach bocznych. Powstały one tam w wyniku nadcięcia przez wąwozy czwartorzędowego górnego poziomu wodonośnego, który w pobliżu miejsca połączenia się z poziomem tortońskim lub sarmackim leży na małej głębokości. Ponieważ horyzont wodonośny jest niezbyt obfity i został nadcięty płytko, źródła mają niewielką wydajność,



Lp.	Lokalizacja	Położenie geom. i ekspozycja	Wys. npm	Pokrycie terenu /rodzaj roślin- ności, rościnie- nie itd/	Rodzaj materia- łu, z którego wypływa źródło	Forma i sposób wypływu	Rodzaj i wielkość użytkowania	Data pomiaru	pH /papier- wsk/	Temperatura		Wydajność		Przyna- leżność do posio- mu wodo- nośnego
										pow.	wody	l/szk	l/min.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Zróżka w dolinie Opat. Zróżka pod zboczem N Jankowice - źródło zach.	u podnóża N zbocza doliny	162,2	pastwisko wilgotne; trawy, koniczyny, sioła łąkowe, Nie- ocienione	piasek pod delu- wiami lessowymi	z ocembrowanego kociołka	studnia gosp., nie intensywnie	1.IX 1959	6,0	14,0°	12,6°	0,0107	1,125	połączony lub oswar- torządowy górzny
2	Jankowice - źródło wach.	u podnóża N zbocza doliny	163	turzyce, sitowie, trzcina, knieć, wierszy, olchy, teren bardzo wilgot- ny. Ocienione.	piasek pod delu- wiami lessowymi	z ocembrowanego kociołka, powoli, odpływ natural- ny	studnia, nie- intensywnie	1.IX 1959	6,9	14,0°	13,2°	0,064	3,857	j.w.
3	Wilczyce - źródło na E od "grąby" - odkrytki czwarto- rzedu	u podnóża N zbocza doliny	162	łąka mokra; turzy- ce, skrzyp, bobrek, knieć błotna. Nieocienione.	deluwia lessow- e	wykopany kocio- łek, bez odpły- wu	studnia gosp., nieintensywnie	1.IX 1959	-	-	-	-	-	j.w.
4	Wilczyce - PGR	u podnóża W zbocza doliny, eksp. SE	161,7	wierszy, olchy, niżej przy stawie - trzcina. Ocienione.	deluwia lessow- e	z ocembrowanej misy, powoli, odpływ wąską strugą	pojenie inwen- tarza	12.VII 1960	6,8	-	-	0,053	3,18	j.w.
5	Wilczyce - źródło większe przy sta- wach	dno doliny Opat. poniżej stożka napływowego z dolinki bocznej	161,5	łąka i pastwisko lekkowilgotne; turzyce, trawy, sioła. Nieocien.	piasek z kamien. pod deluwiami lessowymi	z ocembrowanego kociołka, odpływ do rowu melio- racyjnego	studnia gosp., dość intensywnie	1.IX. 1959	6,7	14,0°	12,3°	0,11	6,6	j.w.
6	Wilczyce - źródło mniejsze przy stawach	j.w.	161,5	j.w.	j.w.	z ocembrowanego kociołka, odpływ do stawku bez- pośrednio	-	1.IX. 1959	6,7	14,0°	12,3°	0,025	1,5	j.w.
7	Wilczyce - źródło na S od stawów	u podnóża sbo- cza doliny, eksp. W	162	łąka lekko wilgot- na; turzyce wyso- kie, trawy, knieć błotna, koniczyna. Nieocienione.	deluwia lessow- e	z płytkiej misy, odpływ niewyraź- ny	-	1.IX. 1959	-	-	-	-	bardzo mała	j.w.
8	Wilczyce - źródło przy drodze pod sbo- czem dol. Opat., nad rowem melioracyjnym	u podnóża N zbocza doliny	161	łąka wilgotna; turzyce, knieć błot- na, skrzypy. Nieocienione.	deluwia lessow- e na piasku	z ocembrowanego kociołka, odpływ besp. do rowu melioracyjnego	studnia gosp. i do pojenia in- wentarza	1.IX. 1959	6,8	14,0°	11,8°	-	-	j.w.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9	Wiloszyce - źródło przy tręśawisku	u podnóża posio- ma lessowego, eksp. S.	158,8	łaka świeża; trawy, sioła, turzyce	deluwia lesso- we	z ocembrowana- go kociołka, od- pływ naturalny	-	1.IX. 1959	-	-	-	bardzo mała	j.w.	
10	Łukawa - źródło pod krawędzią posio- ma lessowego	u podnóża pos. lessowego eksp. S.	157,8	łaka b.wilgotna; tu- rzyce wysokie, skrzyp knieć błotna. Niszczeni.	deluwia lesso- we	z kociołka od- pływ do rowu melioracyjnego, powoli	do pojenia in- wentarza	12.VII. 1960	-	-	-	bardzo mała	j.w.	
11	Ociniek - źródło pod tarasem Opatówki przy szosie Sando- mierz - Ożarów	u podnóża ta- rasu Opatówki eksp. W	158,5	wierszy, olchy, tu- rzyce, trawy, roślin. sialna wilgoci- lubna. Ocienione.	deluwia lesso- we	z wykopanego kociołka, po- woli, odpływ wykopanym rów- kiem	do pojenia in- wentarza	12.VII. 1960	7,5	-	-	0,053	3,18	nasarmacki
12	Łukawa - źródło pod W szosą doliny, na E od posio- ma lessowego	u podnóża stro- wego zbocza doli- ny Opat., eksp. S	162	łaka lekko wilgot- na; wys. turzyce, trawy, sioła. Niszczeni.	deluwia lesso- we	z płytkiej mi- sy, odpływ do rowu mel., po- woli	do pojenia in- wentarza	12.VII. 1960	6,9	-	-	bardzo mała	sarmacki	
13	Źródła pod szosą S Radowski - źródło pod Łysą Górą	u podnóża stro- wego zbocza dol. Opat., eksp. H	160	łaka świeża, miej- scami wilgotna; tu- rzyce, skrzyp knieć błotna, wierszy, topole, Ocienione.	piasek pod lessem i delu- wiami	z głębokiej mi- sy, odpływ na- turalny, dość wolno	-	1.IX. 1959	6,7	14,0°	11,9°	0,14	8,4	połączony lub oswar- torszadowy górzny
14	Radowski - źródło przy zakręcie szosy /"pod lipą"/	u podnóża łagodn. zbocza dol.Opat. eksp. H	161,5	łaka świeża, trawy, sioła, Ocienione.	deluwia lesso- we	z płytkiej, sze- rokiej misy, bez odpływu wyraźne- go	-	12.VII. 1960	-	-	-	bardzo mała	j.w.	
15	Radowski - źródło nad bocznym rowem melioracyjnym	j.w.	161	j.w. Niszczeni.	deluwia lesso- we na piasku	z głębokiej mi- sy, odpływ do rowu meliora- cyjnego	do pojenia in- wentarza	12.VII. 1960	7,2	-	-	0,33	19,8	j.w.
16	Dacharów - źródło pod stromym S zbo- czem dol. Opatówki	na dnie doliny u podnóża stro- wego zbocza dol. Opat., eksp. H	162	łaka turzycowa, wilgotna. Niszczeni.	deluwia lesso- we	z płytkiej misy, odpływ powolny, koryto odpływo- we wykopane	-	18.VI. 1959	-	-	-	-	-	j.w.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	<u>źródła poza dol. Opat.</u> <u>źródła na N od doliny Opatówki</u> Wilczyce - źródło w wąwozie przy drodze do Bugaja	w dnie wąwozu	178,5	dno wąwozu; turzyce, knieć błotna, wierzyby, Nieocienione.	piasek pod deluwiami lessowymi	ocembrowana studzienka, odpływu brak	studnia gospodarska, b. intensywnie	30.VI. 1960	6,5	14,3 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	0,041	2,46	czwartorzędowy górny
18-20	Łukawa Kościelna - 3 źródła pod zboczem wąwozu	u podnóża zach. zbocza głębokiego wąwozu	175	zbocze powyżej źródeł - akacje, dno wąwozu - trawy /pastwisko/. Nieocienione.	zlep sarmacki pod lessem	ocembrowane kociołki, odpływu brak.	studnie gospodarskie	12.VII. 1960	6,6	25,8 <sup>o</sup>	12 <sup>o</sup>	0,0175	1,05	dotyczy źródła największego nasarmacki
21	<u>źródła na S od dol. Opatówki</u> Wąwóz Pachulna Odnoźka	u podnóża S zbocza wąwozu, eksp. N	190	pastwisko; trawy, sioła łąk świeżych	obecnie źródło nie istnieje, zasypane									czwartorzędowy górny
22	Radoski-Wąwóz Mały Zagóra	u podnóża W zbocza wąwozu	184	turzyce wysokie, sitowie, knieć błotna, wierzyby. Nieocienione.	deluwia lessowe	z wykopanego kociołka, odpływ powolny koryto odpływu wykopane	do pojenia inwentarza	12.VII. 1960	-	-	-	bardzo mała	-	czwartorzędowy górny
23-24	Radoski-Wąwóz Zapasć, 2 źródła	dno płytkiego wąwozu	185,6	turzyce, knieć błotna, sioła wilgociolubne. Ocienione.	deluwia lessowe	z pyłkowej masy, odpływ powolny, koryto odpływu wykopane	do pojenia inwentarza	12.VII. 1960	7,0			0,07	4,2	wydajno 6 łączna czwartorzędowy górny
25	Dacharszów - Wąwóz Stoki	pod E zboczem głównego wąwozu i w dnie wąwozu boczne-go	173	turzyce, sioła wilgociolubne, wierzyby, wyżej sosna. Ocienione.	złagły litotamn. tortońskie pod lessem	z kociołka w wapieniu litotamnicya odpływ naturalny, powolny	do pojenia inwentarza	13.VII. 1960	6,8-7,0			-	-	czwartorzędowy górny



a przy niższym stanie wód gruntowych niekiedy nawet zanikają np. źródło w Dacharszowie. Źródło w Wilczycach dostarcza wody przez cały rok jedynie dlatego, że zostało pogłębione, obudowane i pozbawiono swobodnego odpływu. Z małą wydajnością tych źródeł, formami ich ujęcia oraz nikłym odpływem wiąże się nieco wyższa temperatura wody, podobnie jak ma to miejsce w źródłach doliny Opatówki.

W wyniku zróżnicowania intensywności erozji wąwozowej w różnych dolinach, a także na skutek pewnej współkształtności zwierciadła poziomu wodonośnego z rzeźbą terenu, wysokość bezwzględna źródeł poza doliną Opatówki wykazuje znaczną rozpiętość: od 173 do 190 m npm, wahając się jednak w pobliżu średniej wartości 180 m npm. Te same czynniki w połączeniu z budową geologiczną warunkują także różnorodność materiału, z którego wypływają źródła. Przeważnie są to deluwia lessowe lub występujący pod nimi piasek, w przypadku jednak, gdy poziom wodonośny występuje lokalnie pod lessem na zlepiach tortonu lub sarmatu, źródła wypływają ze stropu tych utworów.

W dolinie Opatówki i w dolinach bocznych źródłom towarzyszą liczne wysięki, które odprowadzają wodę z tych samych co i one poziomów. Wysięki ciągną się niekiedy pasami o długości do 300 m /zwłaszcza u podnóża poziomu lessowego/, zabagniają teren i przyczyniają się do powstania specyficznych zbiorowisk roślinnych.

### Mokradła

Mokradła zajmują dużą powierzchnię w dolinie Opatówki i występują we wszystkich jej rozszerzeniach. Największy ich pas ciągnie się na N od starego koryta rzeki między Wilczycami i Ocinkiem. Na S

od koryta, między Dacharzowem i Wysiadkowem, mokradka występują tylko niewielkimi płatami, przeważnie u podnóża zbocza doliny lub pozioma tarasowego albo między stożkami a wałem brzegowym rzeki. Małe płaty mokradek znajdują się także w zwięzieniu doliny pod Dacharsowem i istnienie ich tam związane jest z rozbudowanym stożkiem napływowym oraz wysiękami podzboczowymi. W rozszerzeniu doliny między Tułkowicami, Jankowicami i Zagrodami, mokradka zajmują dużą powierzchnię, lecz granice ich nie zostały dokładnie oznaczone.

W dolinach bocznych i wąwozach, mokradka spotyka się sporadycznie. Małe płaty znajdują się w Wilczycach, a jeszcze mniejsze towarzyszą źródłom i wysiękom w wąwozach dacharzowskich i radoszkowskich.

Wymienione tu obszary podmokłe składają się z mokradek stałych i okresowych. Mokradka stałe mają większą powierzchnię ogólną niż okresowe i zajmują centralne, najniższe położone części obniżen. Na glebach mułowo-bagiennych rosną tu zwykle łąki łęgowe zastoiskowe z przewagą wysokich turzyc, skrzypu błotnego /*Equisetum palustre*/ i bagienne-go /*Eq. limosum*/, bobrka trójlistkowego /*Menyanthes trifoliata*/, knieci błotnej /*Caltha palustris*/, a miejscami skrzypowiska ze skrzypem błotnym i porostnicą /*Marchantia polymorpha*/. Na mokradkach stałych woda utrzymuje się na powierzchni lub tuż pod nią przez cały rok.

Mokradka okresowe położone są na terenie wyższym niż stałe i otaczają te ostatnie wąskimi pasmami. Nieco większą przestrzeń zajmują one na S od starego koryta rzeki. Na glebach mułowo-bagiennych rosną tu zwykle łąki łęgowe rozlewiskowe z przewagą turzyc oraz z obfitymi trawami i inną



roślinnością zielną.

Oprócz tych dwóch typów wyróżniono jeszcze mokradła o nierównej powierzchni, stanowiące lokalną grupę pośrednią między mokradłami stałymi i okresowymi. Występują one w olsie, położonym na dnie doliny Opatówki w pobliżu Wilczyce oraz na niewielkim, bezleśnym obszarze, przylegającym do niego od północy i jeszcze pod koniec XIX w. pokrytym lasem. Powierzchnia mokradeł jest nierówna, usiana płytkimi dołami o średnicy około 1m, między którymi znajdują się niewielkie kępy. Istnienie tych nierówności związane jest z typem samego lasu łośchowego, jednak na terenie bezleśnym może być również skutkiem wyrąbywania i karczowania lasu.

W lesie pod obniżeniami woda występuje na głębokości około 20 cm, zaś pod kępami - na ponad 50 cm. W podobny sposób kształtują się głębokości na terenie bezleśnym. W związku z tym roślinność wykazuje pewne zróżnicowanie. W lesie jest to zróżnicowanie właściwe olsowi, zaś na terenie bezleśnym w obniżeniach występują gatunki najczęściej spotykane na łąkach łęgowych zastoiskowych, podczas gdy na kępach gatunki łąk grądowych.

Powstanie mokradeł w dolinie Opatówki stanowi wynik specyficznego układu wielu wzajemnie związanych komponentów krajobrazu. Wśród nich na pierwsze miejsce wysuwa się rzeźba dna doliny. Ponieważ ogólny spadek dna jest stosunkowo mały /ok. 1°/00/, istnienie nawet niedużych nierówności może spowodować utrudnienie odpływu wód opadowych i roztopowych tak lokalnych jak i allochtonicznych. W rzeźbie dna doliny Opatówki najważniejszą rolę odgrywiają stożki napływowe z dolin bocznych i wąwozów oraz naspy wzdłuż naturalnego koryta rzeki.



Stożki napływowe, szczególnie liczne i dobre wykształcone pod południowym zboczem doliny, prawie całkowicie przegradzają dolinę i tylko w pobliżu koryta rzeki istnieje wąska rynna dla odpływu wód. Widać to dobrze w zwężeniach doliny pod Zagrodami i Jankowicami oraz blisko Radoszek, gdzie potężne stożki dochodzą do starego koryta rzeki, po przeciwnej stronie którego znajduje się zbocze doliny lub inny stożek. Na dnie doliny, położonym pomiędzy stożkami i pozbawionym tym samym swobodnego spływu powierzchniowego, występują mokradła stałe i okresowe. To samo zjawisko zachodzi i wówczas, gdy stożek nie przylega bezpośrednio do zbocza doliny, lecz między nim a zboczem znajduje się niewielkie zagłębienie, do którego spływają wody okresowe ze zboczy oraz z podstokowych wysięków i źródeł. Mokradła tak usytuowane są dobrze widoczne w Zagrodach, Dacharzewie, Radoszkach, Wysiadkowie i Wilczycach.

Na utrudnienie spływu wód powierzchniowych wpłynęła również działalność człowieka, który usypał w różnych miejscach w poprzek doliny groble. Wielokrotnie przeprowadzana melioracja spowodowała powstanie gęstej sieci rowów oraz towarzyszących im nasypów. Mimo, że rowy uległy już znacznemu zamuleniu, to jednak wały, nawet najstarsze, zachowane są dobrze i skutecznie utrudniają spływ powierzchniowy. Szczególnie duże nasypy znajdują się wzdłuż nowego koryta rzeki i większych rowów melioracyjnych. W wielu przypadkach między nimi powstały zagłębienia bezodpływowe z mokradłami, z których woda ubywa tylko drogą parowania i wsiąkania.

Podobną rolę jak nasypy sztuczne odgrywa naturalny wał brzegowy Opatówka. Pomiedzy nim a stożkami napływowymi lub łagodnymi zboczami doliny

powstały zagłębienia zajęte przez mokradła /Radoszki/.

Oprócz nierówności dna doliny, możliwość spływu wód ogranicza rośliność porastająca mokradła. Zachodzi to zwłaszcza na skrzypowiskach, gdzie mchy, wątrobowce i pozostawione po sianokosach ściernisko łąkowe tworzy kożuch nasycający się wodą. W miejscach popławianych między źdźbłami roślinnymi osadza się muł, hamujący ruch wody. Rowy odwadniające nie spełniają swego zadania między innymi również na skutek zarastania i zamulania.

Duży wpływ na istnienie mokradek wywiera budowa geologiczna dna doliny. Obszar mokradek budują kilkunastometrowej miąższości szare, aluwialne muły z dużą ilością słabo rozłożonych szczątków roślinnych zawierające większą domieszkę iłu oraz kilkudziesięciocentymetrowej grubości przewarstwienia mulisto-ilaste. Utwory te są słabo przepuszczalne, zwłaszcza warstewki mulisto-ilaste.

Występujący na powierzchni terenu poziom darniowy gleb mułowo-bagiennych składa się z mułu oraz gęstej masy korzeni i podziemnych pędów roślin łąkowych, głównie skrzypów i turzyc. Na skrzypowiskach, to znaczy na łąkach na których dominuje skrzyp /*Equisetum palustre*/, mchy oraz porostnica /*Marchantia polymorpha*/, w skład warstwy darniowej wchodzi również obumarłe pędy mchów, plechy porostnicy oraz te części pędów skrzypu, które pozostały po skoszeniu łąki i tworzą swoiste ściernisko. Domieszka mułu jest tu mniejsza i cały utwór przypomina słabo rozłożony torf. Poziom darniowy leży na szarym, oglejonym mułu, podścielonym warstwą mulisto-ilastą, znajdującą się na głębokości kilkadziesiąt cm.



Mokradełka zasilane są w znacznej mierze wodami atmosferycznymi; spadającymi bezpośrednio na obszar mokradeł, spływającymi wprost ze zboczy doliny, spływającymi z terenu całej zlewni korytami cieków i rowami, które w przypadku gwałtownego opadu lub tajania śniegu szybko wypełniają się wodą i wylewają. Słaba przepuszczalność szarych mułów, zwłaszcza warstwy mulisto-ilastej powoduje, że wody, które dostaną się na teren mokradeł, przesiakają w głąb z trudnością i gromadzą się nad warstwą mulisto-ilastą nasycając poziom darniowy gleby oraz muły leżące nad tą warstwą. Z małą przepuszczalnością utworów wiąże się także słaby ruch zawartej w nich wody w kierunku poziomym. Rowy melioracyjne drenują aluwia tylko w pasie szerokości paru metrów po obu stronach rowu, podczas gdy dalej zwierciadło wody pozostaje prawie bez zmian.

Dużą rolę w zawilgoceniu terenu odgrywa obfity poziom wody gruntowej zalegający na głębokości kilkudziesięciu centymetrów, już pod wspomnianą warstwą mulisto-ilastą. Występuje on w całej serii aluwów doliny Opatówki i eksploatowany jest w studniach gospodarskich. W tej sytuacji, utwory mułowe budujące teren mokradeł, są całkowicie zawodnione. Górna ich część nad warstwą mulisto-ilastą - przez zgromadzone wody pochodzenia atmosferycznego oraz wody ze źródeł i wysięków, część dolna zaś - przez wody gruntowe. Warstwa mulisto-ilasta jest również bardzo wilgotna, lecz nieco suchsza niż osady leżące pod nią i nad nią. Przepuszcza ona powoli wody z powierzchni terenu w głąb, a z drugiej strony, w czasie dużych susz może dzięki dobrym właściwościom kapilarnym zapewnić podsiąkanie wody gruntowej ku powierzchni.

Jak widać, geneza mokradeł jest dość złożona i



wiąże się z całym krajobrazem omawianego terenu, zwłaszcza dna doliny Opatówki, a nie tylko z jednym jego komponentem. Najważniejszą rolę w powstaniu i dalszym istnieniu mokradeł odgrywają: naturalne i sztuczne nierówności w rzeźbie dna doliny, umożliwiające gromadzenie się wód powierzchniowych w zagłębieniach dna; słaba przepuszczalność utworów budujących dno doliny, utrudniająca podziemny odpływ wód oraz drenaż terenu przez rzekę i rowy melioracyjne; płytki, obfity poziom wód gruntowych. Należy tu również wymienić rozległą powierzchnię zlewnię mokradeł, dostarczającą znaczne ilości wody i wraz z wodą duże ilości materiału unoszonego, który zamula drogi spływu i zmniejsza tym samym skuteczność ich działania.

Na zakończenie tych rozważań trzeba wspomnieć, że S. Ziemiński /1956a, 1963/ za główną przyczynę istnienia mokradeł nad Opatówką uważał istnienie stożka napływowego, usypanego u wylotu jednego z wąwozów gałkowickich i utrudniającego spływ wód. Być może, stożek ten, dość niewielki powierzchniowo, niewysoki i nieprzegradzający całej doliny, zmniejszył w jakiejś mierze szybkość przepływu wody z tej części doliny Opatówki i wpłynął na spłykanie koryta rzecznej, jednakże nie wydaje się słuszne uważać go za przyczynę powstania mokradeł w szerokiej dolinie rzecznej od Pielaszowa do Ocinka.

### Rowy melioracyjne

Z występującymi na dnie doliny Opatówki mokradłami wiąże się istnienie rowów melioracyjnych jako środka który ma na celu zlikwidowanie zabagnień oraz regulację stosunków wodnych.

Jak podaje A. Bastrzykowski /1925/, w roku 1646 na dnie doliny Opatówki znajdowały się turzycowo-skrzypowe, bagniste łąki dostępne jedynie zimą. Rzeka płynęła przez nie rozlewając się szeroko, ponieważ "pod powódz iako y czasu suszy ma tu pewnego y oczywistego nie miewa" /op. cit. str. 115/.

Pierwsze rowy melioracyjne wykopane zostały w r. 1897 na łąkach należących do dworu i wsi Wilczyce. Melioracje objęły niewielki obszar 37 ha i miały na celu odwodnienie jak również sezonowe nawadnianie łąk. Wykonano wówczas rowy, nasypy, zastawę główną, upust, skrzynię upustową i kanał kryty.

Drugi raz podjęto prace melioracyjne w latach międzywojennych. W wyniku robót, które objęły całe dno doliny na omawianym terenie, powstał rów główny położony na północ od koryta rzeki i przechodzący przez najbardziej zabagnione miejsca oraz liczne mniejsze rowy doprowadzające.

W latach 1950-1955 zmeliorowano dolinę na odcinku Jankowice-Kichary. Przesunięto wówczas rzekę do nowego koryta o bardziej wyprostowanym biegu, wybudowano dwa stopnie betonowe i dwa jazzy kozłowe. Założono nową sieć rowów melioracyjnych, niezależną od starych kanałów. Na nowych rowach pobudowano przepusty z zastawkami, mnichy, przejazdy itd.

Prace melioracyjne, wykonane w okresie międzywojennym miały na celu jedynie odwodnienie zabagnionych terenów, natomiast pierwsza melioracja uwzględniała również nawadnianie łąk. Jak podaje A. Bastrzykowski /1925/ opracowano nawet specjalną, szczegółową instrukcję nawadniania i kon-

szerwacji systemu irygacyjnego, przeznaczoną do użytku dworu w Wilczycach.

Trudno jest dziś ocenić wyniki omawianych dwóch melioracji, ponieważ nie ma odpowiednich materiałów. Mieszkańcy jednak twierdzą, że poziom wody został obniżony i dzięki temu łąki stały się bardziej dostępne.

Powojenne prace melioracyjne miały na celu odwodnienie oraz okresowe nawadnianie łąk. Na powierzchni 320 ha zaplanowano więc nawadnianie podsiąkowe, z możliwością zastosowania nawadniania zalewowo-nawożącego, zaś w pobliżu Kichar na powierzchni 7,1 ha projektowano nawodnienie stokowe, a na 7,3 ha - zalewowe. Mimo starannego wykonania robót, melioracja nie przyniosła spodziewanych rezultatów. Osiągnięto wprawdzie znaczne osuszenie łąk ale ciągle, planowa regulacja stosunków wodnych nie została dotychczas w pełni zrealizowana. Przyczyna tego tkwi w braku zainteresowania wśród większości użytkowników nawadnianiem łąk oraz w usterkach samego projektu melioracji.

Projekt melioracji nie był poprzedzony dokładnym poznaniem środowiska geograficznego terenu, obliczenia hydrologiczne oparto tylko na wzorach, nie wykonując żadnych pomiarów, przeprowadzono jedynie pobieżną analizę szaty roślinnej łąk, a gleby badano do głębokości 40 cm. W wyniku tego ekspertyza była niewystarczająca i niedokładna. Zarówno projekt jak i wyniki melioracji poddano krytyce na Zjeździe Naukowo-Technicznym w Sandomierzu, w czerwcu 1956 r.

Według S.Ziemińskiego /1956a, 1965b, 1963/ najważniejszą wadą projektu jest nie uwzględnienie charakteru zlewni, a szczególnie potężnych procesów erozji gleb, jakie tu mają miejsce. Konsekwencją tych



procesów jest uruchomienie olbrzymich ilości materiału lessowego, który spływa ze zboczy dolin i z wąwozów, a następnie osadza się na dnie doliny w postaci stożków napływowych oraz w korycie rzeki i w rowach melioracyjnych. Jak stwierdzono, zamulanie rowów jest bardzo szybkie i wynosi 60-70 cm na rok. Normalne funkcjonowanie rowów jest więc tylko możliwe przy dobrej ich konserwacji, przy częstym czyszczeniu, co do niedawna nie było wykonywane.

Według S.Ziemnickiego /1956a/ regulacje nad Opatówką przeprowadzono w oparciu o schematy stosowane na torfowiskach lub na glebach mułowo-torfowych, występujących w dolinach rzek nizinnych o bardzo małym spadku. Ani gleby w dolinie Opatówki, ani rzeka i jej spadek nie są typu nizinnego. Projekt melioracji objął jedynie tereny zabagnione dna doliny, pominał natomiast obszary przesuszone na dnie, zamienione na pola orne. Nie zajęto się również melioracją całej zlewni, co na terenach o żywej erozji gleb jest sprawą konieczną.

Według projektu, przeważającą część łąk zmeliorowano na drodze odwodnienia i nawodnienia podsiąkowego, a w miejscach wilgotniejszych założono drenaż kreci. S.Ziemnicki uważa, że zabiegi te nie dadzą pożądanego efektu ze względu na mały spadek terenu i słabą przepuszczalność gleb namytych, jakie występują na dnie doliny. Sądzi on, że w tych warunkach trudno mówić o krzywej depresji i jej spadku, a zatem rowy melioracyjne nie wpływają bezpośrednio na odwodnienie gleby. Wpływ rowów może sięgać na odległości najwyżej kilku metrów /obecny rozstaw rowów około 110 m/ i zasadniczo mogą one mieć znaczenie przy odprowadzaniu wód deszczowych oraz ochronie łąk przed stagnacją wody. Można byłoby to również osiągnąć prowadząc rowy znacznie rzadziej, w najniższych miejscach i łącząc je bezpo-

średnio z rzeką. Odwadnianie drenażem krecim, w tych warunkach krótkotrwałym, także zawodzi. Mała przepuszczalność gleby uniemożliwia również stosowanie nawadniania podsiąkowego, tym bardziej że gleba jest przesycona wodą. S.Ziemnicki sądzi, że prawdopodobnie najbardziej celowe byłoby tu nawadnianie zalewowe, które spowodowałoby osuszanie łąk przez ich podniesienie, nawożenie gleby żyznymi namułami i zwilżenie warstwy darni korzeniowej. Temu rodzajowi nawadniania przeszkadza jednak zbyt duża szerokość koryta rzeki, co chroni wprawdzie łąki przed wylewami lecz z drugiej strony - uniemożliwia zalewy nawożące. Poza tym S.Ziemnicki wypowiada się przeciwko budowie progów na wyprostowanym korycie rzeki, gdyż stwarzają one bodźce do szkodliwej akumulacji materiału powyżej nich, a erozji - poniżej. Trasa rzek powinna być kręta i na tyle długa aby usunąć konieczność budowy progów.

Henryk Kern /1956, 1963/, który badał łąki już po melioracji, wyciąga wnioski analogiczne do omówionych powyżej. Uważa on, że melioracja powinna uwzględnić proces erozyjny w całej zlewni. Opanowanie tego procesu zmniejszy ilość namulów osadzanych na dnie doliny. Stosowany dotąd system melioracji nie zdaje egzaminu, gdyż nie uwzględnia procesu kolmatacji osadzającego materiał w czasie wysokich stanów wód. Jedynie słusznym sposobem melioracji jest wprowadzenie całkowitych lub częściowych zalewów doliny w celu wyrównania i podwyższenia jej dna.

#### Zbiorniki wodne

Zbiorniki wodne są na omawianym terenie bardzo nieliczne. Jeżeli pominie się zastoiska powstające



okresowo w wymokach/ i zostały utworzone przez człowieka.

Stawy znajdują się w Wilczycach i Łukawie Środkowej. Pierwszy z nich, położony przy zasilającym go źródle i wysiękach oraz odgradzony od łąk groblą, jest obecnie nieczynny i prawie zupełnie zarośnięty trzciną. Staw w Łukawie, większy od poprzedniego, założony został w wymoku, pogłębionym przy wybieraniu materiału na wał szosy. Ponieważ otrzymuje on wodę wyłącznie z opadów zasilających niewielką zlewnię doliny, powierzchnia jego okresowo się zmienia, jednak staw nigdy nie wysycha.

W dnach dolin lub pod ich zboczami w pobliżu źródeł i wysięków, wykopano kilka małych sadzawek, użytkowanych dla celów gospodarstwa domowego.

### Elementy hydrograficzne na obszarach położonych poza doliną Opatówki

#### Wymiękliska

Wymiękliska powstają w wymokach, które występują licznie na płaskiej wysoczyźnie po obu stronach północnego działu wodnego dorzecza, a sporadycznie spotykane są na płaskich grzbietach rozdzielających doliny oraz w górnych odcinkach dolin nieckowatych.

Proces, który doprowadził do powstania wymoków - infiltracja wód opadowych w głąb grubego podkładu lessu i wymywanie zeń węgla wapnia oraz cząstek mineralnych - wpłynął również na zmianę właściwości fizycznych lessu. Dużą rolę odegrała także akumulacja na dnie wymoku deluwiów, znoszonych przez wody



okresowe z okolicznych pól. W wyniku tych procesów wytworzył się na dnach wymoków utwór lessowy, zbity, silnie próchniczny, niestrukturalny, przez który z trudem przenikają w głąb wody opadowe, zbierające się w zagłębieniach.

Na wiosnę, a także po większych ulewach, we wszystkich wymokach gromadzi się woda utrzymująca się tu przez dłuższy czas. W przypadku, gdy mają one większe rozmiary i położone są w górnej części płytkiej, nieckowatej dolinki, wobec małej przepuszczalności osadów w dnie i braku odpływu powierzchniowego, tworzą się w nich długo niewysychające jeziora /np. przy drodze z Łukawy Średniej do Zakrzaczniej/.

Wymoki występują na omawianym terenie wyłącznie na polach ornych, toteż podlegają ustawicznemu niszczeniu przez orkę oraz są spłycane w wyniku akumulacji produktów erozji gleb. Nawet jednak, gdy forma zagłębienia bezodpływowego jest już mało dostrzegalna, w miejscach wymoków tworzy się po opadach płytkie rozlewisko, powodujące wymiękanie zbóż. Zanikanie wody w wymoku odbywa się poprzez wsiąkanie i parowanie. W okresie bezdeszczowym wymoki są suche, lecz jednak zawsze wilgotniejsze niż otoczenie.

### Cieki epizodyczne z wyraźnym korytem

Cieki epizodyczne z wyraźnym korytem występują w dolinach płaskodennych, większych formach nieckowatych oraz w wąwozach wciosowych. Rozmiary koryt są bardzo zróżnicowane: od płytkich, wąskich bruzd erozyjnych w dolinach nieckowatych, do wcięć o parometrowej głębokości i szerokości w dolinach płaskodennych i wąwozach.

Powstanie wcięć związane jest z erozyjnym działaniem wód burzowych i roztopowych. Wody mają dużą siłę erozyjną, gdyż spływają z terenu o znacznym spadku i są bardzo obfite. Koncentracja na dnie doliny wód spadających na powierzchnię jej zlewni powoduje powstawanie cieków epizodycznych o znacznym przepływie. Pomiar wykonany po burzy w dn. 5.VI, 1960 r. na cieku w Dacharzowie wykazał przepływ ok.  $1,5 \text{ m}^3/\text{sek}$  tzn. 5 razy więcej niż przepływ na Opactówce w Ocinku w czasie suchego lata. Tak obfite strumienie płyną przez krótki okres czasu, jednak jest on wystarczający do wyłobienia koryta. W okresie między opadami i roztopami koryta cieków są suche.

W tworzeniu się koryt cieków epizodycznych dużą rolę odgrywa działalność człowieka, który utrwała koryto pogłębiając je, umacniając i prostując jego bieg w celu uniknięcia szkód wyrządzanych przez wodę.

### Cieki epizodyczne o zaorywanych korytach

Cieki epizodyczne o zaorywanych korytach występują na omawianym terenie w wielu nieckowatych formach dolinnych, wziętych pod uprawę. Wyróżnienie ich jako osobnej kategorii zjawisk hydrograficznych wydaje się konieczne ze względu na specyfikę ich rozwoju, gęstą sieć oraz powszechność występowania na terenie badanym i w ogóle na obszarach lessowych. Będąc jednym z przejawów erozji liniowej gleb, cieki te powstają we wszystkich obniżeniach terenu pod wpływem erozyjnej działalności wód roztopowych i deszczowych, które spływają ze zboczy formy i koncentrują się na jej dnie. Płynąc dalej, wody te zło- bią w materiale lessowym różnej wielkości koryta, za-

leżnie od ilości wody, spadku terenu itd. Do tego momentu omawiane ciekі w rozwoju swym niczym nie różnią się od zwykłych cieków epizodycznych. Na dalszy ich rozwój wpływa działalność człowieka. W czasie orki niszczy on wytworzone koryta, spulchnia glebę i wyrównuje teren. Z dawnego koryta zostaje jedynie ślad w postaci pasa o nieco ciemniejszej barwie gleby lub o grubszej warstwie spulchnionego gruntu, niekiedy tylko zaznacza się ono jako niewyraźne, płytkie zagłębienie.

W czasie pierwszego po zaoraniu intensywniejszego deszczu, wody odnajdują zniszczone koryto i odnawiają je wynosząc duże ilości materiału, który odkładają w postaci stożka napływowego u wylotu doliny. W czasie następnych opadów koryto powiększa się i pogłębia. Jeśli jest ono płytkie - zostaje powtórnie zaorane, jeśli zaś rozmiary jego są znaczniejsze i ciągle tworzy się ono w tym samym miejscu - wówczas pozostawia się je, wprowadzając jedynie drobne zmiany. Obejmują one wyprostowanie biegu, zasypanie wyrw, usunięcie przeszkód itd. W ten sposób powstaje koryto zwykłego ciekę epizodycznego - stała droga odpływu wód deszczowych i roztopowych. Człowiek w dobrze pojętym interesie własnym, utrzymuje je w porządku i reguluje.

Ciek epizodyczny o zaorywanym korycie stanowi więc jakby wcześniejsze stadium rozwojowe niektórych cieków epizodycznych. Charakteryzuje się ono pewną zmiennością usytuowania koryta, wynoszeniem dużych ilości materiału, a przede wszystkim ingerencją człowieka, którego działalność doprowadziła do powstania tego typu cieków.



## Cieki epizodyczne bezkorytowe

W południowej części omawianego fragmentu dorzecza Opatówki istnieją tak zwane cieki epizodyczne bezkorytowe, których występowanie ściśle związane jest z wawozami płaskodennymi. Woda, spływająca po ulewie i w czasie wiosennych roztopów ze zboczy wawozów oraz ich bezpośredniego otoczenia, gromadzi się w dnach form wawozowych i odpływa w kierunku doliny. Płynąc po płaskich dnach wawozów warstwą grubości niekiedy kilkudziesięciu cm /zależnie od intensywności opadu lub szybkości tajania śniegów/ zajmuje ona całe dno nie żłobiąc w nim głębokiego koryta. Jedynie tam, gdzie dno wawozu jest węższe ze względu na wychodzące na powierzchnię utwory starsze, bardziej odporne na erozję, można zaobserwować tworzenie się wcięcia cieku. Widzimy to również na progach wawozów, gdzie woda spadając z pewnej wysokości, żłobi w materiale lessowym poniżej progu na odcinku kilkudziesięciu metrów dość głębokie koryto. Płaskość dna jest wynikiem akumulacyjnej działalności wód, która w każdym wawozie tego typu wyraźnie przeważa nad ich działalnością erozyjną. Odcinki, na których woda osadza materiał niesiony są znacznie dłuższe od odcinków erodowanych. O intensywności procesu akumulacji może świadczyć fakt, że pnie młodych drzew rosnących na dnach wawozów są zamulone niekiedy do 2/3 swej wysokości. Zjawisko to można łatwo wytłumaczyć biorąc pod uwagę ilość zawiesiny transportowanej w wodzie. Pomiar ilości zawiesiny w wodzie płynącej dnem wawozu dacharzowskiego w czasie ulewy w dn. 5.VI.1960 r. wykazał zawartość 153,152 g suchej masy w 1 litrze wody, t.zn. 15,3% wagi próbki.

Należy podkreślić, że cieki epizodyczne bezko-

rytowe występują jedynie w większych wąwozach płaskodennych. Natomiast ich drobne odgałęzienia boczne i najwyższe odcinki wierzchołkowe znajdują się w młodszych stadiach rozwoju, mają duże spadki oraz nierówny profil podłużny, co upoważnia do zaklasyfikowania ich do grupy cieków epizodycznych korytowych.

### WODY PODZIEMNE

Na podstawie wyników badań wszystkich studni znajdujących się na omawianym fragmencie dorzecza oraz w oparciu o wykreślone przekroje hydrogeologiczne /ryc. 2-6/, wyróżniono na tym obszarze następujące poziomy wód podziemnych /od najgłębszych do naj płytszych/:

- 1 - poziom tortoński
- 2 - " czwartorzędowy dolny
- 3 - " sarmacki
- 4 - " nasarmacki
- 5 - " czwartorzędowy górny
- 6 - " połączony.

Wydzielenie poziomów wodonośnych stanowi główny problem hydrogeologiczny badanego terenu. Rozwiązanie tego problemu było ułatwione dzięki wykonaniu map hydroizobat i hydroizohips, lecz z drugiej strony narzuciło ono ostateczną koncepcję opracowania tych map.

Mapa hydroizobat została wykonana w skali 1 : 10 000. Przedstawiono na niej głębokości do zwierciadła wody pierwszego użytkowanego na danym terenie poziomu wodonośnego. W przypadku występowania



nia nad sobą dwóch obfitych poziomów wodonośnych wykreślono izolinie tylko dla horyzontu wyższego, użytkowanego. Jeśli poziom górny zanika, a eksploatowany jest poziom dolny, wówczas hydroizobaty dotyczą horyzontu położonego niżej.

Hydroizobaty wykreślono w zasadzie oddzielnie dla każdego poziomu wodonośnego. Jedynie horyzont czwartorzędowy górny i połączony mają izolinie wspólne.

Granice poziomów przeprowadzono tam, gdzie poziomy wodonośne przypuszczalnie zanikają lub łączą się ze sobą. Ponieważ dokładne wyznaczenie strefy zanikania lub połączenia napotyka na olbrzymie trudności i jest niewykonalne przy rzadkim i nieregularnym rozmieszczeniu studni, dlatego zasięg poziomów oznaczono linią przerywaną. Tam gdzie stopień pewności był większy - użyto linii ciągłej. Należy dodać, że w stosunku do poziomów wodonośnych głębszych: tortońskiego i czwartorzędowego dolnego, poprowadzone linie graniczne oznaczają nie zasięgi poziomów, lecz granice obszarów na których poziomy te eksploatowane są jako pierwsze użytkowe. Horyzonty te bowiem występują prawdopodobnie w sposób ciągły na większej części omawianego terenu, lecz użytkowane są tylko tam, gdzie nie ma obfitych poziomów wyższych. Jeśli takie istnieją, wówczas studnie docierają tylko do nich i nie eksploatują horyzontów niżej położonych.

W przypadku, gdy studnia przebiła słabo wydajny poziom wyższy i czerpie wodę z jakiegoś niższego horyzontu, przy znaku studni na mapie hydroizobat podano również głębokość do poziomu pierwszego.

Hydroizobaty poprowadzono zasadniczo w cięciu 2 metrowym. Jedynie do głębokości 8 m zastosowano odstęp co 1 metr, aby bardziej precyzyjnie przed-



stawić grubość warstwy suchej na terenach niższych, a przede wszystkim na dnach dużych dolin.

Mapa hydroizobat zawiera ponadto dodatkowe oznaczenia. Są to: źródła i wysięki, granice obszaru z wodami żelazistymi, zasięg występowania kurzawki /"rzygawca"/ w studniach i grubość warstwy wody. Wprowadzenie tych oznaczeń miało na celu wskazanie związków między poziomami wód gruntowych i ich właściwościami oraz wypływami w postaci źródeł i wysięków. Wzbogaciło to treść mapy i uczyniło z niej w połączeniu z profilami hydrogeologicznymi mapę wód gruntowych, która może mieć zastosowanie gospodarcze.

Wykreślenie mapy hydroizohips dla całego badanego obszaru jest niemożliwe ze względu na trudności związane z oznaczeniem wysokości bezwzględnej zwierciadła wody. Przyczyna tego tkwi w niedokładnym rysunku na mapie topograficznej. Na stromszych zboczach dolin poziomicie zostały sztucznie porozsuwane i poprowadzone zbyt rzadko. Urozmaicona rzeźba den dolin oraz strefy podzboczowej również nie znalazła odzwierciedlenia na mapie, gdyż przyjęte cięcie warstwic /4,26 m/ jest za duże. W wyniku tych usterek określenie rzeczywistej, bezwzględnej wysokości zwierciadła wody w studniach położonych na zboczach form i ich dnach stało się niemożliwe w oparciu o mapę topograficzną. Trudno jest również wprowadzić jakieś poprawki, gdyż rozsuwanie poziomic nie było oparte prawdopodobnie na żadnych wzorach matematycznych. Własnej niwelacji studni nie prowadzono.

Znacznie lepiej wygląda sytuacja na płaskich wysoczyznach, gdzie deniwelacje są małe i poziomicie poprowadzone w sposób właściwy. Wykreślenia mapy hydroizohips dla tych terenów jest możliwe do

wykonania. Dlatego też w pracy niniejszej ograniczono się do załączenia mapy ukształtowania zwierciadła wód gruntowych tylko dla północnej części badanego obszaru, gdzie przeważają płaskie tereny wysoczyznowe. Hydrozohipsy na tej mapie poprowadzono w cięciu 2 metrowym.

Wydaje się, że w oparciu o wartości otrzymane z mapy topograficznej, można byłoby skonstruować mapę hydroizohips dla całego opracowanego obszaru, ale przy zachowaniu 5 metrowego ich cięcia. Stało by to jednak w rażącej dysproporcji ze szczegółową skalą mapy /mapa 2/ i w niczym nie ułatwiłoby rozwiązania problemów zalegania poziomów wód gruntowych.

### Poziom tortoński

Najgłębszym poziomem wodonośnym na omawianym terenie jest poziom tortoński. Istnieje on prawdopodobnie na całym obszarze objętym opracowaniem, lecz jako pierwszy użytkowany horyzont wodonośny występuje tylko w jego części. Najbardziej zwarty obszar jego eksploatacji znajduje się w pobliżu północnego działu wodnego Opatówki i obejmuje wsie Łukawę Środkową i Zakrzaczną, Bugaj oraz kolonię Wilczyce. Prawdopodobnie przekracza on swym zasięgiem północny powierzchniowy dział dorzecza Opatówki i wchodzi w zlewnię Czyżówki, na co wskazują studnie w Łukawie Zakrzacznej oraz w Sobótce.

Mniejsze tereny użytkowania poziomu tortońskiego występują w pobliżu doliny Opatówki, w koloniach wsi Wilczyce. Poza tym z horyzontu tego czerpie wodę studnia nr 89 w kolonii wsi Lenarczyce, a więc blisko południowego powierzchniowego działu dorzecza Opatówki. Przepuszczalnego zasięgu poziomu w tej części terenu ustalić nie można ze względu na brak danych.



Poziom tortoński jest pierwszym użytkowanym horyzontem wodonośnym głównie na terenach położonych wysoko, zazwyczaj w pobliżu działów wodnych dorzeza Opatówki lub na grzbietach, rozdzielających boczne formy dolinne, uchodzące do doliny rzeki /mapa 2/. Wyjątek pod tym względem stanowi studnia nr 208 /PGR Wilczyce/ położona w dolnej części zbocza doliny rzecznej. Jest to studnia wiercona, o głębokości 36 m, przebijająca wyższy poziom wodonośny, który powszechnie jest użytkowany w najbliższej okolicy. Wprawdzie, czerpie ona wodę z piasków tortonu, ale z poziomu jeszcze niższego niż omawiany horyzont wodonośny. Analogiczne położenie pod zboczem doliny ma również studnia nr 25, lecz ona przebija poziom wyższy i pobiera wodę z horyzontu tortońskiego. Takie rozmieszczenie obszarów, na których poziom tortoński stanowi pierwszym poziomem eksploatowaną, pozostaje w związku z ich budową geologiczną. Na terenie położonym w pobliżu północnego działu wodnego, leży pod lessem gruba, plejstocenska seria akumulacyjna, złożona z mułów, glin a przede wszystkim z różnoziarnistych piasków z kamieniami. Są to przeważnie utwory dość przepuszczalne. Jedynie tam gdzie przepuszczalność niektórych warstw jest mniejsza, występują lokalnie niewielkie soczewki wyższych poziomów.

Bliżej Opatówki, na grzbietach rozdzielających boczne doliny sytuacja jest podobna, lecz z innych przyczyn. Zamiast grubej serii osadów plejstocenu występują tu tortońskie wapienie litotamniowe i piaski, bowiem plejstocen został w znacznym stopniu usunięty przez denudację. Tam gdzie niszczenie było słabsze i warstwy trudniej przepuszczalne zachowały się, występuje wyższy poziom wodonośny. Zagadnienia te dość wyraźnie ilustrują profile D-D<sub>1</sub> i E-E<sub>1</sub>. Poziom wodonośny o którym mowa, wykształcony



jest zasadniczo w drobnoziarnistych, kwarcowych piaskach tortońskich o dużej miąższości, przykrytych wapieniami litotamniowymi, co doskonale widać w studni nr 18 na profilu D-D<sub>1</sub>. Warstwa nieprzepuszczalna podściekająca piaski i utrzymująca wodę jest nieznana, co zwykle się zdarza przy badaniach hydrograficznych, opartych na wywiadach studziennych. Warstwa ta, być może jakieś iły, leży jednak dość nisko, gdyż w przeciwnym przypadku zwierciadło wody kształtowało by się inaczej.

Nie wszystkie jednak studnie tego poziomu czerpią wodę z piasków tortońskich. Studnie nr 13, 273 i 274 nie doszły do trzeciorzędu, lecz biorą wodę z utworów dolnego plejstocenu - piasków gruboziarnistych z głazami. Mimo to, zwierciadło wody w tych studniach doskonale odpowiada wysokościowo zwierciadłu wody w studniach z trzeciorzędu i należy niewątpliwie do tego samego poziomu wodonośnego. Fakt ten wskazuje, że na ukształtowanie zwierciadła wody wpływają tu przede wszystkim czynniki hydrodynamiczne. Jest to możliwe jedynie w tym przypadku, gdy utwory geologiczne odznaczają się podobną przepuszczalnością oraz dość dużą miąższością.

Zwierciadło wody poziomą tortońskiego najwyżej wzniesione jest w pobliżu powierzchniowych działów wodnych dorzecza. W studni nr 10, położonej blisko działu północnego, leży ono na wysokości 170 m npm., a w studni nr 89 usytuowanej w pobliżu południowego działu - na 186 m npm. W kierunku doliny Opatówki zwierciadło stopniowo obniża się tak, że studnia nr 23, znajdująca się prawie na krawędzi doliny, ma wodę na wysokości 159 m npm. W dnie doliny Opatówki zwierciadło leży prawdopodobnie na około 156 m.

Jak widać na przekroju D-D<sub>1</sub>, zwierciadło obniża się początkowo łagodnie, lecz w pobliżu doliny zwiększa swe nachylenie, tworząc krzywą podobną do pa-

boli. Spadek łagodniejszej części krzywej wynosi  $2,44\%$  /studnie 10 - 20/, a części stromszej -  $8,5\%$  /studnie 20 - 25/. Zbliżone wartości otrzymano z obliczeń na profilu C-C, gdzie występuje tylko łagodniejsza część krzywej, mająca nachylenie  $2,03\%$  /studnie 179 - 169/. Z profilu D-D, wynika, że krzywa, którą tworzy zwierciadło poziomu tortońskiego ma charakter krzywej depresji, a zatem mamy tu do czynienia z takim rodzajem równowagi hydrodynamicznej, jaki H. Więckowska /1957, 1960/ nazwała równowagą depresyjną.

Uwagi powyższe dotyczą jedynie północnej części terenu; na południe od Opatówki sprawa jest trudniejsza ze względu na brak materiału. Istnieją jednak pewne przesłanki wskazujące na to, że studnia nr 89, położona nieco na S od działu wodnego dorzecza, czerpie wodę z iłów lub z nad iłów, prawdopodobnie helweckich, zalegających pod piaskami, być może tortońskimi. Jeśli tak, to iły te wyściełają trzeciorzędową nieckę Opatówki, a więc zapadają ku północy. Można zatem przypuszczać, iż woda spływa po nich ku dolinie i zwierciadło poziomu pozostaje tu w równowadze geologicznej. Po osiągnięciu odpowiedniej wysokości, kąt spadku zwierciadła zmniejsza się; zwierciadło wody przechodzi w piaski tortońskie i tworzy krzywą depresji, podobnie jak to ma miejsce na terenie położonym na północ od doliny Opatówki. Sprzyja temu jednolity charakter piasków i ich znaczna miąższość.

W dnie doliny Opatówki występuje powszechnie w szarych aluwialnych mułach poziom wodonośny połączony, który zostanie omówiony w odpowiednim rozdziale.

Wiercenia w dnie doliny w Ocinku wykazały, że poniżej 14 m serii mułów leżą piaski tortońskie /?/ z warstwą piasków plejstocenijskich w stropie /pro-



fil E-E<sub>1</sub>/. W utworach tych występuje woda pod ciśnieniem, która podczas wiercenia wybiła gwałtownie z otworu na wysokość około 3 m ponad poziom wody w rzece, stopniowo później opadając. Wiercenie o głębokości 33 m nie dotarło jeszcze do warstwy podciągającej. Fakty te świadczą, że piaszczyste osady miocenu doliny Opatówki wypełnione są całkowicie wodą. Zalegające nad piaskami szare muły są również zawodnione, podobnie jak i wapienie sarmackie, które występuje pod mułami w pobliżu zbocza doliny. Zwierciadło jest w nich jednak swobodne, ale woda łączy się prawdopodobnie z niżej leżącą wodą pod ciśnieniem. Występowanie wód pod ciśnieniem na dnie doliny związane jest zatem z różnicą przepuszczalności między piaskami i szarymi mułkami.

Z tego co zostało dotychczas powiedziane wynika, że prawie cała seria piasków tortońskich, trzeciorzędowej niecki Opatówki jest wypełniona wodą, której zwierciadło ma charakter łagodnej krzywej depresyjnej, a tylko lokalnie - w dolinie rzeki - pozostaje pod ciśnieniem.

Z ukształtowaniem zwierciadła poziomu wodonośnego wiąże się głębokość do wody. W przypadku poziomu tortońskiego, gdzie zwierciadło ma niewielkie nachylenia i jest prawie wyrównane, hydroizobaty w dużej mierze powtarzają kształt poziomej mapy topograficznej. Oznacza to, że głębokość do wody jest tu w większym stopniu uzależniona od form rzeźby terenu niż to ma miejsce przy równowadze wsiąkowej.

Na badanym obszarze największe głębokości do zwierciadła tortońskiego występują w pobliżu działów wodnych i wynoszą 54 do 56 m na działle północnym oraz około 50 m w niewielkiej odległości od działu południowego. Jak wynika z profilu D-D<sub>1</sub>, w północnej części terenu głębokości do wody stopnio-



wo maleją w kierunku doliny Opatówki tak, że studnia nr 23 osiąga zwierciadło na 30,2 m a studnia 25 - na 13,1 m. W podobny sposób układają się głębokości również na innych profilach. W południowej części obszaru, sytuacja głębokościowa jest niejasna. Jeśli przyjmiemy, że zwierciadło wody poziomu tortońskiego znajduje się tam częściowo w równowadze depresyjnej, a częściowo w geologicznej - wówczas maksymalne głębokości do wody wynosić będą około 50 m i należy się ich spodziewać nieco na północ od działu wodnego dorzecza Opatówki, na terenie rozciętym przez wąwozy. Bliżej ku Opatówce głębokości do wody prawdopodobnie szybko zmniejszają się. W kierunku południowym od działu - głębokości również bardzo prędko maleją do wartości około 25 m, co uwarunkowane jest zaleganiem ilów helweckich lub kambru. Wydaje się, że na terenie położonym na S od doliny Opatówki, poziom tortoński nie jest pierwszym eksploatowanym, lecz występuje nad nim jeszcze wyższy poziom wodonośny.

Studnie czerpiące wodę z poziomu tortońskiego mają warstwę wody z reguły nie grubszą niż 50 cm. Rzadko zdarza się, aby studnia miała 1 m wody, a zupełnie wyjątkowo - do 2 m. Nie znaczy to jednak by poziom był ubogi, gdyż podczas czyszczenia i kopania studni woda napływa zazwyczaj szybko i utrudnia dalszą pracę studniarza. Wahania zwierciadła bądź nie istnieją, bądź amplitudy ich są niewielkie, zazwyczaj 30-60 cm. Bywa jednak, że wody nie starcza dla potrzeb domowych, a to w przypadku gdy studnia była dawno czyszczona.

Niektóre studnie /nr 23, 17, 251, 253, 256, 260/ wykazują istnienie zależności między grubością warstwy wody a ciśnieniem atmosferycznym. Wody w studni ubywa, gdy następuje wzrost ciśnienia przejawiający się zazwyczaj przez wiatry wschodnie, ładną słonecz-

ną pogodę lub mroźny dzień. Kiedy ma miejsce obniżenie ciśnienia - wody przybywa. Wahania są niewielkie, ale wystarczające aby ludność je zaobserwowała. Podczas takich zmian, w studni niekiedy huczy i zwierciadło wody drga.

Związek między ciśnieniem, a ilością wody w studni nie jest wyjaśniony, lecz zdaje się świadczyć o niewielkim nadkopaniu poziomu wodonośnego oraz o swobodzie poruszania się wody w utworze geologicznym.

Temperatura wody z omawianego horyzontu jest stała i dość niska wynosi bowiem około  $9,5^{\circ}\text{C}$ . Odczyn /pH/ oznaczony przy pomocy papierka wskaźnikowego, kształtuje się między 6,0 i 6,8 co wskazuje na słabe zakwaszenie. Poza tym wodę cechuje całkowita przezroczystość, brak jakichkolwiek zanieczyszczeń i domieszek.

#### Poziom czwartorzędowy dolny

Głębszy poziom wodonośny w starszych utworach plejstocenijskich występuje prawdopodobnie w całej północnozachodniej części omawianego obszaru i ciągnie się dalej na zachód w kierunku wsi Daromin, Sadkowice i Zopata. Jako pierwszy horyzont użytkowany jest na większym terenie w Borzęcinie i jego okolicach. Wyspowo poziom ten występuje również na kolonii wsi Sobótka i na północnym krańcu Żukawy - w pobliżu działu wodnego dorzecza Opatówki, gdzie znajduje się ponad zwierciadłem tortońskim. Świadczy o tym studnia nr 10, w której poziom ten został przekopany, oraz studnie nr 101, 264 i inne, a także profil D-D<sub>1</sub> i E-E<sub>1</sub>.

Omawiany poziom wodonośny znajduje się w okoli-



cach Borzęcina na przedłużeniu ku zachodowi poziomu tortońskiego, jednakże granica między nimi jest trudna do uchwycenia. Charakter w pewnym stopniu przejściowy mają studnie nr 13, 273 i 274 czerpiące wodę z horyzontu tortońskiego, który zalega tu jednak w utworach czwartorzędowych. Interesujący nas głębszy poziom wód gruntowych występuje wyłącznie w osadach plejstocenu, przeważnie w podmorenowych piaskach z kamieniami lub wprost w spiaszczonej glinie zwałowej. Ponad tymi utworami zalega less na ogół o bardzo dużej miąższości, podestłany niekiedy cienką warstwą piasków. Jest to, materiał dość przepuszczalny i tym tylko należy tłumaczyć brak wyższego horyzontu wodonośnego w pobliżu Borzęcina. Warstwa podpierająca ten poziom nie jest dokładnie znana. Być może, stanowią ją ły z piaskiem, występujące w studni nr 291. Zwierciadko wody znajduje się na wysokości 176-182 m npm. Układa się na ogół niezależnie od rodzaju osadów i nie powtarza szczegółów rzeźby terenu. Przebieg jego jest dość regularny, spadek równomierny w kierunku doliny Opatówki. Średnie nachylenie obliczone między studniami nr 299 i 291 na profilu A-A<sub>1</sub> wynosi 5,8 ‰.

W Łukawie Średniej z omawianego poziomu korzystają tylko 4 studnie. Jak widać na profilu E-E<sub>1</sub>, zwierciadko wody wykazuje tu mały spadek w kierunku północnym, a więc przeciwnie do nachylenia terenu.

Omówiony powyżej charakter zwierciadła sprawia, że głębokości do wody zależą w największym stopniu od rzeźby terenu. W pobliżu Borzęcina skrajne ich wartości wynoszą 42 m na wysoczyźnie i 21 m w dnie doliny. W kolonii Sobótka głębokość do wody kształtuje się w pobliżu 45 m, w Łukawie od 35 do 38 m. Studnie posiadają zazwyczaj warstwę wody



grubości od 50 cm do 1 m, a tylko w paru wypadkach ponad 1,5 m. Jest to jednak poziom obfity, woda napływa szybko. Temperatura wody wynosi od 9,2°C do 10,2°C, podobnie jak w innych studniach głębszych. Wartość pH waha się od 6,2 do 7,0, co wskazuje na odczyn obojętny lub lekkie zakwaszenie.

### Poziom sarmacki

Poziom wodonośny sarmacki związany jest z utworami tego wieku i prawdopodobnie występuje na całym obszarze ich zalegania. Jako pierwszy horyzont użytkowy eksploatowany jest na terenie położonym na S od Łukawy Środkowej oraz w okolicy wschodniego odgałęzienia wąwozów wysiadłowskich.

Poziom ten występuje w drobnoziarnistych, kwarcowych i wapnistych piaskach, przeławiconych piaskowcami złożonymi z tego samego materiału. Warstwy piaskowca mają różną grubość: od kilkadziesiąt cm do paru metrów, są spękane i nieciągłe. Miejscami pod tą serią zalegają margle lub iły, a niekiedy, zwłaszcza bliżej doliny Opatówki, występują zlepy litotamniowe, złożone ze scementowany h okruców tortońskich wapieni litotamniowych. Zlepy są pocięte szczelinami i uskokami, a i niezależnie od tego, stanowią skałę dość przepuszczalną.

Ze względu na takie warunki geologiczne i znaczną przepuszczalność utworów, zwierciadło wody może układać się dość swobodnie, według praw hydrodynamiki. Budowa geologiczna wpływa na jego kształt tylko w niewielkim stopniu, modyfikując w szczegółach ogólną jego formę.

Generalny przebieg zwierciadła widać wyraźnie na profilu E-E<sub>1</sub>. Ma tu ono charakter prawie linii

próstej, równomiernie nachylonej w stronę doliny Opatówki pod kątem 7,1 ‰ /spadek obliczone między studniami nr 252 i 280/. Jak wynika z przekroju, zwierciadło to nie powtarza mniejszych form rzeźby terenu, jednakże obniża się ku zachodowi w kierunku doliny położonej między Łukawą Kościelną a Wilczycami. Jest to spowodowane prawdopodobnie granicą zasięgu występowania utworów sarmackich. Horyzont wodonośny wychodzi tu ze skał sarmatu i przenika do osadów czwartorzędowych, wypełniających dolinę oraz, być może, łączy się z niżej leżącym poziomem tzw. połączonym. Z zasięgiem utworów sarmackich wiąże się również zanikanie poziomu wodonośnego w południowej części Łukawy Środkowej. Zwierciadło wody osiąga tu największą wysokość bezwzględną: 180,0 m npm /w studni nr 252/ i na północ od tego punktu zanika lub przechodzi w niżej położony horyzont tortoński.

Na wysoczyźnie po przeciwnej stronie doliny Opatówki znajduje się mało studni, dlatego też znajomość ukształtowania zwierciadła na tym terenie jest słabsza. Z profilu E-E<sub>1</sub> wynika, że prawdopodobnie obniża się ono stopniowo w kierunku doliny i poziom wodonośny sarmacki przechodzi w horyzont połączony, występujący w utworach czwartorzędowych. Kształt zwierciadła nie jest dobrze znany, można tylko sądzić, że podobnie jak w okolicy Łukawy, przybrało ono formę krzywej depresji jednak nieco stromszej /średni spadek 9 ‰/. Przypuszczenie to można oprzeć na podobieństwie utworów, w których zwierciadło występuje na obu obszarach. W jednym i drugim wypadku są to piaski przeławiczone piaskowcami.

Głębokości do wody tego poziomu kształtują się również w zależności od rzeźby terenu, jednak z pewną poprawką, wynikającą z większego nachylenia zwierciadła. Jak widać na profilu E-E<sub>1</sub>, maksimum



głębokości występuje na wysoczyznach w pobliżu krawędzi doliny Opatówki i osiąga wartości 47 m. W kierunku działów wodnych głębokości maleją; na działale północnym do 33 m, na południowym do 39-44 m. Szczególnie szybko zmniejszają się głębokości do zwierciadła na północnym zboczu doliny Opatówki, co związane jest wyłącznie z dużą deniwelacją terenu. U podnóża zbocza, z poziomu sarmackiego, który przechodzi tu w deluwia lessowe, wypływają mało wydajne źródła i wysięki.

Studnie użytkujące omawiany poziom mają warstwę wody grubości przeważnie do 50 cm, a niekiedy do 1 m. W czasie kopania studni woda napływa dość szybko, podobnie jak i obecnie po większym zecerpaniu. Wahania zwierciadła nie są znane, w przypadku gdy studnia jest niedokopana wynoszą około 1 m.

Woda z poziomu sarmackiego niczym nie różni się od wody z innych poziomów, temperatura jej wynosi 9,8 - 9,9 C, pH mierzone papierkiem wskaźnikowym ma wartość 6,5 - 6,8.

### Poziom nasarmacki

Nasarmacki poziom wodonośny występuje lokalnie i tylko we wsi Łukawa Kościelna oraz jej najbliższych okolicach.

Jak wynika z profilu geologicznego studni nr 248 i 279, horyzont ten leży na utworach sarmackich lub w ich części górnej. Świadczą o tym również źródła w Łukawie, związane z omawianym poziomem wodonośnym i wypływające ze stropowej części zlepu sarmackiego. Poziom ten występuje także w utworach czwartorzędowych, leżących na sarmacie; na wysoczyźnie lub zboczu doliny Łukawy



Kościelnej są to piaski z drobnymi kamykami i żwir, a na dnie doliny - szary muł w spągu lessu. Warstwa podściekająca nie jest dobrze znana. W przypadku dwóch wyżej wymienionych studni jest to ławica mocno scementowanego, szarego piaskowca lub zlep-  
pu litotamniowego. Być może występuje ona także w pozostałych studniach, ale należy przypuszczać, że w niektórych przypadkach rolę warstwy podściekającej może również pełnić podplejstocieńska powierzchnia utworów sarmackich, powstała w wyniku długotrwałych procesów denudacji. Produkty wietrzenia nie tylko znoszone były w dół zbocza, ale przedostawały się także w głąb piaskowców czy zlepów i zatykały ich pory, co mogło uczynić strop obu warstw słabo przepuszczalnym. W późniejszym okresie utworzy te przykryte zostały na dnie doliny szarymi mułami, które dodatkowo je uszczelniły.

Zwierciadło poziome wodonośnego powtarza w zła-  
godzony sposób formy terenu. W świetle powyższych uwag zjawisko to można tłumaczyć zarówno zależnością od rzeźby podłoża czwartorzędu jak i równowagą hydrodynamiczną o typie wsiąkowym. Wysokości bezwzględne zwierciadła maleją od 188 m na wysoczyźnie /studnia 248/ do 175 m w dolinie /źródełko/, co daje dość znaczny spadek około 12 ‰. Taki charakter i kształt zwierciadła powoduje, że głębokości do wody stopniowo wzrastają od dna doliny ku wysoczyźnie, lecz znacznie wolniej niż miało to miejsce w przypadku poziomów głębszych /maksymalna głębokość do wody wynosi około 25 m/. W dolinie Łukawy Kościelnej, poniżej źródła, głębokości do wody nieznacznie zwiększają się i omawiany poziom wodonośny łączy się prawdopodobnie z horyzontem sarmackim, a następnie przechodzi w "poziom połączony",

Z tym ostatnim poziomem związane jest również zwierciadło wody w studni nr 279 w Ocinku, mimo że

woda występuje tu w stropie utworów trzeciorzędowych. Także źródółko i wysięk w pobliżu mostu są zapewne zasilane z tego samego horyzontu.

Zwierciadko wody w studniach eksploatujących poziom nasarmacki wykazuje dość znaczne wahania roczne i to większe na dnie doliny niż na zboczu. Na dnie osiągają one wartość 2 m, a na stoku 1m.

Z tej krótkiej charakterystyki omawianego horyzontu nasarmackiego wynika, że jest on pod wieloma względami bardzo podobny do poziomu czwartorzędowego górnego. Dlatego też wydaje się stosowne traktować go jako pewnego rodzaju odmianę tego ostatniego poziomu.

#### Poziom czwartorzędowy górny i połączony

Poziom czwartorzędowy górny zostanie scharakteryzowany razem z poziomem połączonym, ponieważ zwierciadła wody obu tych horyzontów łączą się ze sobą, a strefy przejścia lub granice między nimi są w wielu przypadkach niemożliwe do ustalenia. Na mapie wykreślono hydroizobaty również wspólne dla obu poziomów. Tam, gdzie zasięg poziomu czwartorzędowego jest wyraźniejszy, narysowano na mapie jego przypuszczalne granice, nie wprowadzając jednak żadnych zmian w układzie i wartościach hydroizobat, a to ze względu na istniejący, dobrze widoczny związek między zwierciadłami.

Oba omawiane poziomy wodonośne występują na stosunkowo niewielkiej głębokości i dlatego też najczęściej podlegają eksploatacji. Jeśli wydajność ich, a szczególnie horyzontu czwartorzędowego, okaże się nie wystarczającą, wówczas studnie sięgają do innych poziomów głębszych.



Poziom czwartorzędowy występuje zazwyczaj na terenach położonych wyżej, a więc na wysoczyźnie lub w górnych odcinkach dolin bocznych. W pierwszym przypadku spotykamy go na północnym i południowym działach dorzecza Opatówki, a bliżej rzeki - na płaskich grzbiętach rozdzielających doliny boczne /szczególnie w zachodniej części opracowywanego terenu/. Eksploatowany jest on na koloniach wsi Borzęcin, Jankowice, Sobótka, Różki i Wierzbiny oraz w Darominie, Wilczycach i Przewodach. Poza tym omawiany horyzont napotkano na głębokości nieco ponad 20 m w studniach Łukawy i Bugaja, lecz nie mógł on tam być użytkowany ze względu na małą wydajność. Wyjątek stanowi studnia nr 347, gdzie warstwa wody ma grubość 1 m.

W drugim przypadku poziom czwartorzędowy występuje w górnych odcinkach większych dolin bocznych na terenie wsi Wilczyce i Przewody. Jest on jednak również w wierzchołkowych partiach dolin rozciętych siecią wąwozów, znajdują się tam bowiem źródła i wysięki odprowadzające z niego wodę.

Horyzont połączony występuje także w dolinie Opatówki oraz w ujściowych odcinkach dolin bocznych i dostarcza wody osiedlom: Wilczyce, Jankowice, Dacharzew, Radoszki, Wysiadków i Ocinek.

Opisane powyżej rozmieszczenie obu poziomów ma swe uzasadnienie w budowie geologicznej terenu oraz w występowaniu utworów wodonośnych. Na terenie położonym w pobliżu północnego działu wodnego, poziom czwartorzędowy górny leży w miąższych plejstocenijskich osadach piaszczysto-mulistych, przykrytych utworami dość przepuszczalnymi: gliną zwałową, piaskami i lesssem /profil A - A<sub>1</sub>/. Warstwę podścielającą stanowią muły lub glina. Na południowym działle wodnym omawiany horyzont występuje w zalegających pod lesssem piaskach i żwirach. Pod nimi znajdują się łupki kambryjskie, których cienka, górna zwietrzała część za-



wiera wodę na równi z piaskami, a dolna, niezwietrzała stanowi warstwę nieprzepuszczalną /studnia nr 278/. Ku północy kambr gwałtownie zapada, a w trzeciorzędowej niecce Opatówki pojawia się terton, którego piaski, wapienie litotamniowe i margle zalegają grubą warstwą na całym terenie aż prawie do doliny rzeki. Jeśli na obszarze między południowym działem wodnym a doliną Opatówki poziom czwartorzędowy górny istnieje, to ma charakter lokalny i znajduje się w stropowej, zwietrzałej części wapieni litotamniowych lub margli albo w piaskach plejstocenijskich i jest bardzo ubogi. Świadczyłyby o tym zanotowane w wąwozach mało wydajne i okresowe źródła i wysięki, które wypływają z wapieni lub w pobliżu miejsc ich występowania.

Na płaskich grzbietach rozdzielających doliny boczne oraz w górnych partiach tych dolin poziom czwartorzędowy występuje w piaskach lub innych osadach plejstocenijskich pod lessem, a na zboczach dolin nawet w lessie. Warstwą podścielającą są zazwyczaj muły lub iły warwowe podmorenowe, a niekiedy mniej przepuszczalna glina zwałowa.

Poziom połączony występuje w dnach dolin bocznych w piaskach pod lessem, są to nisko leżące piaski rzeczne lub fluwioglacjalne, powstałe przed nasunięciem zlodowacenia środkowo-polskiego/. W ujściowych odcinkach dolin oraz w dnie doliny Opatówki poziom ten znajduje się w deluwjach lessowych i mułkowatych aluwjach rzecznych.

Z powyżej dokonanego krótkiego przeglądu warunków geologicznych wynika, że oba poziomy wykształciły się w dość różnorodnych lecz zawsze przepuszczalnych utworach i dlatego też ich zwierciadło wykazuje zależność nie tylko od budowy geologicznej, lecz również, i to chyba większą, od praw

hydrodynamiki wód gruntowych.

Jak widać na profilach A-A<sub>1</sub>, B-B<sub>1</sub>, C-C<sub>1</sub> i D-D<sub>1</sub>, zwierciadło poziomu czwartorzędowego przebiega dość regularnie, nie wykazując żadnych istotnych zakłóceń związanych ze zmianami budowy geologicznej. W pewnym stopniu powtarza ono rzeźbę terenu, co szczególnie wyraźnie występuje na zboczach większych dolin uchodzących do doliny Opatówki. Oprócz uwarunkowania hydrodynamicznego, wyrazistość ta ma jednak również przyczyny geologiczne. Kopalne, podlessowe zbocza dolin wycięte są w różnych utworach między innymi w iłach nad- i podmorenowych oraz w glinie zwakowej. Tym samym na stokach form przecięta została warstwa podściełająca poziom czwartorzędowy górny dzięki czemu woda z tego horyzontu może swobodnie przenikać w głąb aż do napotkania zwierciadła poziomu niższego. Przenikanie to nie zachodzi w kierunku całkowicie pionowym, gdyż do głosu dochodzą prawa, pochodząca z dynamiki w wyniku czego zwierciadło wody jest na tym odcinku mniej więcej równoległe do zbocza doliny. Poziom czwartorzędowy łączy się więc z niżej położonym horyzontem wodonośnym, stanowiącym przedłużenie poziomu tortońskiego lub czwartorzędowego dolnego. Ponieważ poniżej miejsca styku, poziom niższy zasilany jest wodą z obu horyzontów, dlatego też uważano za słuszne wydzielić go pod nazwą poziomu połączonego. Poziom połączony jest to więc ta część poziomu wodonośnego tortońskiego lub czwartorzędowego dolnego, która występuje w utworach czwartorzędowych i zasilana jest dodatkowo wodami z horyzontu czwartorzędowego górnego.

Zjawisko łączenia się poziomów dość dobrze ilustrują podane wyżej profile, a zwłaszcza C-C<sub>1</sub>. Na tym ostatnim przekroju widać położoną na dnie wąwozu studnię nr 175, będącą w istocie pogłębionym



źródłem, w którym głębokość do wody wynosi 0,4 m. Poniżej tej studni, a więc w kierunku ujścia doliny, głębokości początkowo znacznie wzrastają /7,6 i 10,1 m/ a następnie prawidłowo maleją. Wzrost głębokości do wody wiąże się z tym fragmentem zwierciadła, gdzie jeden poziom przechodzi w drugi, zaś zmniejszanie się tej głębokości stanowi zjawisko normalne i prawidłowe w miarę przesuwania się w dół doliny; tu już mamy do czynienia z horyzontem połączonym.

Zmiany głębokości do wody związane z przejściem poziomu czwartorzędowego w połączony można zaobserwować również w głównych wąwozach: dacharzewskim, radoszkowskim i wysiadłowskim /patrz profil D-D<sub>1</sub>/ . Podobne zjawisko łączenia się położonych na różnych wysokościach poziomów wodonośnych zaobserwował na Wyżynie Lubelskiej T. Wilgat /1957/, lecz tam występują one w utworach kredowych, przekawionych warstwami o mniejszej przepuszczalności. Wydaje się, że zjawisko to jest dość częste na obszarach z wieloma poziomami wodonośnymi /gwałtowne spadki zwierciadła na mapach hydroizohips/, lecz wykrycie go wymaga gęstych pomiarów studni oraz opracowania przekrojów hydrogeologicznych.

Zwierciadło wody poziomu połączonego odznacza się bardzo małym średnim spadkiem i przebiega prawie horyzontalnie. Ze względu na niewielką głębokość zalegania, powtarza ono w pewnym stopniu rzeźbę terenu, podobnie jak i zwierciadło poziomu czwartorzędowego. Ponieważ jednak współkształtność obu zwierciadeł z rzeźbą nie wszędzie jest wyraźna i profil lustra wody niekiedy układa się według regularnej krzywej, dlatego też można chyba sądzić, że z punktu widzenia równowagi hydrodynamicznej oba zwierciadła znajdują się na pograniczu między równowągą depresyjną i wsiąkową. Należy jednak pamiętać, że



pewien wpływ na kształt zwierciadła poziomu czwartorzędowego posiada budowa geologiczna, co uwydatnia się na krawędziach i zboczach dużych dolin poprzez występowanie wyraźnego załamania zwierciadła i brak większych głębokości do wody w strefie krawędziowej/profile B-B<sub>1</sub> i D-D<sub>1</sub>/.

Głębokości do wody poziomu czwartorzędowego górnego i połączonego pozostają w zależności od rzeźby terenu i ukształtowania zwierciadła. W związku z tym kształt hydroizobat jest mniej więcej zbliżony do przebiegu poziomicy. W środkowej części badanego obszaru głębokość do wody poziomu czwartorzędowego nigdzie nie przekracza 24 m /ryc. 2-6, mapa 2/. Na północnym i południowym dziale wodnym dorzecza Opátówki głębokości są większe i wynoszą 35,3 m oraz 28,6 m, co jest w pełni zrozumiałe biorąc pod uwagę hipsometrię terenu. Hydroizobaty poziomu czwartorzędowego łączą się harmonijnie w jeden wspólny układ z hydroizobatami horyzontu połączonego. Granica między oboma poziomami jest niewyraźna i zaznaczono ją na mapie tylko tam, gdzie udało ją się ustalić z większą pewnością. Przebieg izoliny zwierciadła horyzontu połączonego jest również regularny. Występuje to bardzo wyraźnie zwłaszcza w Wilczycach, gdzie wyodrębniono płytsze wody pod stronszymi zboczami doliny i głębsze na jej dnie. Z głębokością do zwierciadła oraz z utworami w jakich ono się znajduje wiąże się ściśle jakość wody: w studniach pod zboczami jest woda czysta, natomiast w dnie doliny - żelazista. Zagadnienie to zostanie szczegółowiej omówione niżej.

Na uwagę zasługują miejsca, gdzie hydroizobaty przebiegają bardzo gęsto, co niekiedy uniemożliwia wprost ich narysowanie: w Wilczycach, Jankowicach, Dacharzewie i Radoszkach. Zjawisko to związane jest z występowaniem grubej warstwy suchej w krawędziowej strefie stromych zboczy dolin, w obrywach, wy-

sokich odkrywkach i wszędzie tam, gdzie na niewielkiej odległości znajdują się duże deniwelacje przy jednocześnie dość płaskim zwierciadle jednego horyzontu wód gruntowych. Zagęszczenia izolinii nie należy więc w naszym przypadku wiązać ze zmianą poziomu wodonośnego.

Na mapie hydroizobat /a także na innych mapach hydrograficznych/ zaznaczono istniejące na kolonii wsi Przewody studnie pod ciśnienie. Jest to zjawisko lokalne, związane z budową geologiczną lewego, stronszego zbocza doliny. Na zboczu tym, pod lessem leży piasek, pod którym występuje warstwa gliny zwałowej podścielonej również piaskiem. Głina zwałowa jest dość tłusta, ma miąższość około 7 m i warstwa jej prawdopodobnie cienieje w kierunku wysoczyzny. Studnie, położone na zboczu, przebiły glinę i otrzymały wodę pod ciśnieniem, której zwierciadło ustaliło się na wysokości odpowiadającej rzędnej swobodnego lustra wody w okolicznych studniach. Oczywiście, w studniach pod ciśnieniem warstwa wody ma dużą miąższość, niekiedy nawet około 8 m /ryc. 7/. Zjawisko to można wytłumaczyć tylko w ten sposób, że czwartorzędowy górny poziom wodonośny, występujący na wysoczyźnie w utworach nadmorenowych, przy zejściu w dolinę napotyka na grubą warstwę słabo przepuszczalnej gliny zwałowej i dzieli się. Górne odgałęzienie horyzontu ukształtowało się w utworach leżących nad gliną to jest w lessie lub piaskach, a dolne odgałęzienie w piaskach pod gliną. Nieprzepuszczalność gliny stanowi więc czynnik warunkujący ciśnienie. Po przekopaniu moreny, woda w studni podniosła się do takiego poziomu, jaki miałyby w tym miejscu, gdyby zwierciadło było swobodne. Ponieważ zwierciadło górnego odgałęzienia horyzontu jest właśnie wolne, dlatego też lustro wody pod ciśnieniem ustala się na głąbo-



kości jego występowania. W wyniku tego, hydroizobaty układają się na mapie prawidłowo, lecz w przypadku, gdy górna część poziomu jest mało obfita lub zupełnie jej brak, izolinie nie przedstawiają stamatu rzeczywistego. Aby usunąć tę niedokładność, na mapie podano w nawiasie głębokość do spągu warstwy nieprzepuszczalnej.

Mówiąc o stasunkach wodnych we wsi Przezwoły należy dodać, że czwartorzędowy górny poziom wodonośny, występujący na wysoczyźnie oraz w środkowej części doliny przezwołyckiej, w ujściowym odcinku tej doliny łączy się prawdopodobnie z czwartorzędowym dolnym horyzontem, jak to przedstawiono na profilu A-A<sub>1</sub>. Powstały w wyniku tego poziom połączony nie jest zupełnie równoznaczny z omawianym w tym rozdziale horyzontem w dolinie Opatówki, gdyż w skład jego nie wchodzi poziom tortoński.

Szczególnie trudne do rozwiązania zagadnienie poziomów wodonośnych występuje we wsi Radoszki. Wieś ta położona jest u podnóża zbocza doliny Opatówki na poziomie lessowym, miejscami na jej dnie, przeważnie jednak na stożku napływowym z doliny wąwozów radoszkowskich. To zróżnicowanie elementów rzeźby idzie w parze z różnorodnością budowy geologicznej, co z kolei wpływa na zwierciadło wody.

Większa część wsi czerpie wodę z poziomu połączanego. W studniach położonych wyżej /st. nr 39, 48, 128, 129 a także 85, 87, 88/ występuje on w podmorenowych piaskach rzecznych drobnoziarnistych, przeławionych mułkami. Studnie leżące niżej - u podnóża zbocza lub na poziomie lessowym, natrafiają na tenże horyzont wodonośny lecz istniejący w lessie lub jego deluwjach, co powoduje, że w studni zjawia się kurzawka zwana "rzygawcem". Utrudnia ona kopanie studni i stanowi zasadniczą przy-



czynę mętności wody, której użytkowanie na skutek tego jest ograniczone. Poza tym, studnie z "rzygawcem" są silnie zamulane, wymagają częstego czyszczenia i posiadają z reguły mało wody. O związku poziomu wodonośnego w piaskach pod lessem i w lessie pisze J. Samsonowicz /1924/, jednak nieskutecznie uważa, że poziom wody w lessie występuje tylko podczas obfitych opadów, dzięki którym zwierciadło wody w niżej leżących piaskach podnosi się i przenika do lessu. W rzeczywistości jest to poziom stały, istniejący nawet w czasie suszy. Nieco dalej od zbocza doliny, na stożku napływowym, poziom wodonośny występuje w deluwialnych lessach i produktach akumulacji rzecznej. W profilu studni widzimy na górze warstwę brązowo-żółtych, lessowych deluwialnych osadów o miąższości około 2m, a niżej - serię złożoną z szarych lub czarnych mułków, często zawierających w partii spągowej rozłożone szczątki organiczne - pędy skrzypów, mchy i inne. W utworach tych spotyka się również cienkie przewarstwienia piasku różnoziarnistego a także warstwy złożone z ciemnoszarych mułków ilastych, prawie iłów, bardzo zbitych i suchszych niż osady położone nad nimi i pod nimi. Wiercenia wykonane na dnie doliny Opatówki wykazały, że na głęb. około 5 m pod wyżej opisaną serią, występuje utwór mulisty z bardzo dużą ilością słabo rozłożonych części roślinnych - rodzaj torfu z domieszką substancji mineralnej.

Studnie, które dochodzą do poziomu wodonośnego znajdującego się w utworach torfiastych mają wodę niezdatną do użytku. Jest ona nieco mętna, żółtordzawa, niesmaczna po pewnym czasie tworzy się na jej powierzchni tęczowa błonka. Cechy takie posiadają wody zawierające dużą domieszkę żelaza. Analiza chemiczna wykazała, że w żółtordzawych wodach Radoszek i Wysiadłowa żelazo znajduje się w ilości od 40,5 do 47,3 mg/litr, co w porównaniu z 0,6 mg/litr. Fe w wodzie czystej stanowi bardzo dużo.

Obecność żelaza w tak znacznych ilościach związana jest najprawdopodobniej z występowaniem wody w utworach mulisto-torfiastych. Szczegółowiej zagadnienie to omówione zostało w dalszej części rozdziału.

Znamienny jest fakt, że wszystkie studnie posiadające wodę żelazistą kopane były do dość dużej głębokości: od 5 m do 7,5 m. Woda napływała szybko i obecnie w tych studniach warstwa jej wynosi ok. 2 m grubości a miejscami i więcej. Głębokość do zwierciadła waha się w granicach od 2 m do 5 m. Zamulanie studni jest niewielkie, gdyż "rzygawiec" jest tu znacznie słabszy ze względu na silniejszą spoiłość szarych mułów niż żółto-brązowych deluwów lessowych. Widać z tego, że woda pozostaje jakby pod niewielkim ciśnieniem.

W północnej części wsi Radoszki, tuż przy łąkach, znajdują się płytkie studnie nr 56, 57 i 58, w których występuje woda czysta, dobra do picia. Jest to lokalny poziom wodonośny, wyższy niż omówiony poprzednio. Świadczą o tym studnie nr 51, 53, 55 i 71. gdzie poziom ten został przekopany na głębokości około 2 m i osiągnięto niższy horyzont z wodą żelazistą. Studnie nie zatrzymały się na poziomie z wodą czystą, gdyż nie był on wystarczająco obfity. W profilu geologicznym studni tego poziomu występują brązowo-żółte deluwia lessowe zalegające na szarych mułkach, podosłanych czarnym utworem mulistoilastym. Niekiedy deluwia i muły rozdzielone są warstwą piasku o miąższości kilkudziesięciu cm /studnia nr 55/, innym razem piasek występuje w serii szarych mułków. Poziom wodonośny, o którym mowa, znajduje się właśnie w tych piaskach, a jeśli ich nie ma - na kontakcie szarych mułów z deluwiami albo z czarnym utworem mułowo-ilastym. /studnia nr 53, studnia nr 57 i 58/. Warstwą podpierającą są zawsze słabo przepuszczalne, niekiedy nawet dość suche muły /studnia 68/. Studnie czer-



piące wodę z tego poziomu kopane były płytko, najwyżej do 3,5 m. Woda napływała dość szybko i warstwa jej wynosi obecnie od 0,2 do 1,8 m. Głębokość do wody około 2 m.

Pozostaje do rozważenia kwestia stosunku poziomu wyższego z wodą czystą do niżej leżącego poziomu z wodą żółtordzawą. Zagadnienie to byłoby łatwe do rozwiązania, gdyby istniała możliwość wykreślenia wiarygodnych hydroizohips. Wykonać tego jednak nie można ze względu na błędne przeprowadzenie poziomicy na mapie topograficznej, o czym mówiono już wyżej. Należy dodać, że w przypadku Radoszek przebieg warstwic 162 i 166 m jest niezgodny z rzeczywistością i fałszywie przedstawia rzeźbę terenu. Ponieważ plan niwelacyjny, wykonany dla potrzeb melioracji łąk, nie obejmuje obszaru wsi, dlatego też praktycznie brak nam podstaw do obliczenia wysokości bezwzględnej wszystkich studni w Radoszkach. Własnej niwelacji studni nie prowadzono. Przy rozważaniach możemy się więc oprzeć tylko na wiadomościach o budowie geologicznej terenu oraz na mapie hydroizobat /mapa 2/. Głębokości do zwierciadła poziomu połączonego, a więc i horyzontu z wodą żelazistą, kształtują się bez zakłóceń. We wschodniej części Radoszek występują większe głębokości /do 5,3 m / i można je wytłumaczyć położeniem tych studni nad krawędzią stożka napływowego. Nieco na S od nich spotykamy głębokości mniejsze /ok. 1 m/ wystarczająca chyba uzasadnione lokalizacją u podnóża zbocza doliny oraz w niewielkim, otwartym ku E obniżeniu, które znajduje się między zboczem i stożkiem napływowym. W studni nr 51, położonej w tym obniżeniu, występuje na głębokości 2 m woda czysta a pod nią - żelazista, oddzielona od niej warstwą związków szarych mułków. Zwierciadło wody żółtordzawej kształtuje się na 2,6 m poniżej terenu. Płytki stoczek, położony wyżej, pod



zboczem doliny, ma wodę czystą na głębokości 1m, a studnia nr 52 znajdująca się już na zboczu, bierze również czystą wodę z "rzygawca" lessowego, ale z głębokości 6,2 m.

Wydaje się więc, że połączony poziom wodonośny przy przechodzeniu z lessu do materiału deluwialnego i produktów akumulacji rzecznej napotyka na poziomo leżącą warstwę szarych lub czarnych, trudno przepuszczalnych mułów i dzieli się na dwie części. Poziom górny występuje nad mułami, na ich kontakcie z żółto-brązowymi deluwiami lub w warstewkach piasku, który spotykany jest czasem na pograniczu obu warstw. Poziom dolny natomiast znajduje się pod spoistymi mułami w utworach torfiastomulistych /ryc.8/. Pomimo, że komunikacja między obiema gałęziami połączonego poziomu wodonośnego jest utrudniona, pewien związek między nimi istnieje. Wyrazem jego jest możliwość połączenia hydroizobat obu zwierciadeł w jeden wspólny układ, jak to ma miejsce w zachodniej części Radoszek. Oznacza to wysokościowe wyrównywanie się zwierciadeł wody obu poziomów. We wschodniej części wsi podobne komplikacje nie występują. Przypuszczalnie odgrywa tu większą rolę budowa geologiczna, a mianowicie - obecność piasku, co sprawia, że poziom górny "trzyma się" warstewek piaszczystych i leży jakby za wysoko.

Zagadnienie wód gruntowych znacznie prościej przedstawia się w Wysiadkowie, Dacharzowie i Wilczycach, gdzie występuje tylko jeden poziom wodonośny połączony i brak jest jego górnego odgałęzienia. W Wysiadkowie, mającym położenie analogiczne do Radoszek, zwierciadło wody zalega w piaskach pod lessem na zboczu doliny i na poziomie lessowym. Na stożku napływowym występuje ono w deluwialnych powodujących kurzawkę, natomiast w dnie doli-

ny i w dolnej części stożka znajduje się w mulistych utworach akumulacji rzecznej. Podobnie jak w Radoszkach, muły przewarstwione są tu osadami torfiastymi, toteż studnie wykopane w tych utworach mają wodę żelazistą. We wschodniej części wsi Wysiadków oraz w Ocinku istnieją studnie, które mimo że położone są u podnóża zbocza doliny, czerpią wodę z piasku. Występowanie utworów piaszczystych jest tu bowiem związane z tarasem doliny Opatówki.

Dacharzów, usytuowany na dnie doliny bocznej i na jej stożku napływowym oraz u podnóża stromego zbocza doliny Opatówki, czerpie wodę również z poziomu połączonego. Podobnie jak w Wysiadkowie i Radoszkach, zwierciadło występuje w piaskach pod lessiem, w lessie, w deluwiach i utworach akumulacji rzecznej z torfem. Te ostatnie zalegają w dolinie Opatówki w zachodniej części wsi i dlatego też studnie tam położone mają wodę żelazistą. U podnóża stromego, zbudowanego z utworów tortoru, zbocza doliny Opatówki i doliny dacharzowskiej znajduje się wyraźna strefa czystych wód płytkich, której towarzyszą liczne wysięki. Odprowadzają one wodę z poziomu połączonego, występującego na zboczu doliny w piaskach tortońskich. Na wysoczyźnie, w tychże piaskach znajduje się poziom tortoński i łącząc się z horyzontem czwartorzędowym górnym tworzy poziom połączony, który dopiero na dnie doliny przechodzi do osadów holocenijskich.

W Wilczycach u podnóża stromych zboczy ujściowych odcinków dolin bocznych występują strefy wód płytkich w piaskach podmorenowych lub w utworach lessowych, co sprawia że wody te są czyste i dobre do użytku. W osiowych częściach den dolinnych, zwierciadło tegoż poziomu leży głębiej i woda znajduje się w deluwiach złożonych z brązowych i szarych mułów z przewarstwieniami torfiastymi. Związane z tymi utworami



wody żelaziste mają zasięg zgodny z rozmieszczeniem omawianych osadów i występują wąskim pasem, ciągnącym się środkiem dna doliny, bocznej aż do doliny Opatówki.

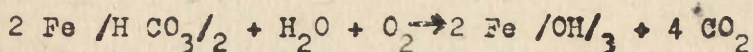
Oddzielnym problemem jest żelazistość wód w studniach Dacharzowa, Radoszek, Wysiadłowa i Wilczyc. Wyniki analizy chemicznej tych wód oraz porównanie ze składem wody czystej przedstawione są w tabeli 2. W wodach tych występuje bardzo duża ilość żelaza, która stanowi zasadniczą przyczynę żółtordzawego ich zabarwienia. Pozostaje do rozwiązania kwestia pochodzenia żelaza oraz postaci w jakiej ono znajduje się w wodzie. Można byłoby przypuszczać, że w wodach poziomu połączonego znajdują się w ogóle duże ilości żelaza lub że do wód w studniach czterech wymienionych wsi zostało ono przyniesione z warstw, w których poziom ten występuje na terenach wyższych, a więc z piasków lub lessu. Przypuszczenie to jest jednak niesłuszne, ponieważ analiza wody ze studni nr 128, czerpiącej wodę z piasku i lessu z tego samego horyzontu wodonośnego i położonej na wysoczyźnie wykazała, że żelazo znajduje się tam w niewielkiej ilości 0,6 mg/litr. Wynika z tego wnioszek, że żelazo nie mogło być przyniesione z wysoczyzny, lecz dostało się z utworów, w których woda występuje bezpośrednio na dnie doliny, a więc z szarych mułów lub osadów mulisto-torfiastych.

Według J. Justa i W. Hermanowicza /1955/ "Żelazo w wodzie naturalnej znajduje się najczęściej w postaci rozpuszczonego kwaśnego węglanu żelazawego lub siarczamu żelazawego w wodach z torfowisk". K. Wóycicki /1954/ dodaje, że w wodach pochodzących z terenów błotnistych żelazo występuje również w postaci związków organicznych, humusowych.

Wody zawierające żelazo są w stanie świeżym czyste i bezbarwne, gdyż wobec braku dostępu powietrza a w obecności wolnego CO<sub>2</sub> dwuwęglan żelaza znajduje



się w nich w postaci rozpuszczonej. Z chwilą zetknięcia się wody z powietrzem,  $\text{CO}_2$  wydziela się, a dwuwęglan żelaza ulega hydrolizie według wzoru:



Powstaje wówczas nierozpuszczalny wodorotlenek żelaza, wskutek czego woda stopniowo przybiera barwę brunatną i jednocześnie mętnieje. Po jakimś czasie wytrącają się z niej brązowe kłaczkki, które następnie opadają na dno, tworząc rodzaj brunatnego szlamu.

Opisane zjawiska zachodzą również w wodzie żelazistej na omawianym terenie. Z uzyskanych informacji wynika, że woda z utworów torfiasto-mulistych bezpośrednio po wykopaniu studni jest czysta i bezbarwna a dopiero po pewnym czasie mętnieje i przybiera kolor żółtordzawy. W niektórych studniach otrzymano jednak od razu wodę brunatną, co wytkumaczyć można wcześniejszym wytrąceniem się wodorotlenku żelaza. Niezbędne do tego powietrze mogło się dostać przez liczne sąsiednie studnie, położone bardzo blisko siebie. Należy dodać, że niekiedy podczas kopania wydzielają się gaz utrudniający pracę i oddychanie /prawdopodobnie  $\text{CO}_2$ /.

Dużej ilości żelaza towarzyszy znaczna zawartość amoniaku, którego pochodzenie należy wiązać chyba z rozkładem roślinnych związków organicznych. Amoniak powstały z rozkładu odpadków zwierzęcych może występować w studni nr 78, na co wskazuje bardzo duża ilość chlorków. Studnie takie są nieliczne na badanym terenie i nie mogą być uważane za typowe. W pozostałych analizowanych próbach wody żelazistej, zawartości chlorków są znacznie mniejsze: 170 i 200 mg/litr i nigdzie nie przekraczają 250 mg/litr. Woda czysta ze studni nr 128, dość głębokiej i na-

Tabela 2

## Wyniki analiz chemicznych wody żelazistej

Miejscowość i nr studni	pH	Twardość w °n			Fe	Ca	Mg	Chlorki	Fosforany	Amoniak	Sucha pozostałość
		całkowita	przemijająca	stała							
Wilczyce studnia 211	7,5	41,5	33,6	7,9	19,2	204,06	56,42	200,6	0,636	0,5	1133
Radoszki studnia 78	7,7	49,0	45,6	3,4	47,3	254,89	58,16	494,0	0,455	6,7	2188
Wysiadków studnia 120	7,7	42,0	34,2	7,8	40,5	110,26	115,44	170,0	0,232	1,6	1763
Radoszki studnia 128 /woda czysta/	7,9	49,8	22,1	27,7	0,6	242,0	69,44	196,0	0,28	brak	1066





pewno pozbawionej jakichkolwiek zanieczyszczeń organicznych, posiada chlorki w ilości 196 mg/litr. Zestawienie tych cyfr pozwala wyprowadzić wnioski, że wody żelaziste nie są zabrudzone ściekami ani odchodami zwierzęcymi. Biorąc to pod uwagę, można stwierdzić, że również analiza zawartości fosforanów wykazuje związek wód żelazistych z utworami zawierającymi roślinne substancje organiczne. Tylko w wodach pochodzących z terenów bogatych w związki humusowe może występować tak duża ilość soli kwasu fosforowego.

Przeprowadzone w terenie badania twardości wody żelazistej przy pomocy mydła Clarka wykazały, że woda ta odznacza się bardzo dużą twardością, gdyż po dodaniu nawet 20 cm<sup>3</sup> mydła do 25 cm<sup>3</sup> wody nie można było uzyskać piany, lecz występowało nagromadzenie białych kłaczków. Laboratoryjna analiza twardości potwierdziła wyniki oznaczeń terenowych. Jak widać z tablicy, twardość ogólna tych wód wynosi około 45° n, z tego twardość węglanowa stanowi około 38° n. Przyczyna tak dużej twardości węglanowej jest dość jasna. Wody żelaziste występują bowiem w aluwjach, które z racji swego pochodzenia z lessu, zawierają dużo węglanu i pod działaniem kwasu solnego nawet burzą. Odczyn aluwiiów nigdy nie jest kwaśny, lecz przeważnie obojętny a nawet nieco alkaliczny.

W przeciwieństwie do wód żelazistych, wody czyste odznaczają się dużą twardością niewęglanową /27,68 n/ przy podobnej twardości ogólnej /49,8 n/. Związane to jest prawdopodobnie z występowaniem wód czystych w materiale nielessowym, piaszczystym, zawierającym mniej węglanu wapnia niż less. Piaski mogą natomiast posiadać więcej siarczanów, krzemianów wapnia lub magnezu oraz innych związków, które warunkują większą twardość niewęglanową.

Z powyższych rozważań dość jasno wynika, że cechy wody żelazistej związane są ze środowiskiem, w jakim ona występuje, a więc z rodzajem i charakterem lokalnych utworów wodonośnych. Czysta i nadająca się do użytku woda poziomu połączonego na zboczach doliny zmieniła swe właściwości chemiczne pod wpływem osadów dna doliny, zawierających duże ilości roślinnych szczątków organicznych, żelaza, wapnia i innych substancji mineralnych. W rezultacie, powstała woda zanieczyszczona, niesmaczna, raczej szkodliwa dla zdrowia. Zmiany te ułatwiła mała prędkość ruchu wody, spowodowana bardzo małym spadkiem zwierciadła, co pozostaje w związku z niewielkimi deniwelacjami terenu na dnie doliny Opatówki.

Na zakończenie omawiania wód gruntowych kilka uwag na temat wpływu budowy geologicznej omawianego terenu i na kształtowanie się horyzontów tych wód.

Jak wynika z charakterystyki poziomów wodonośnych oraz załączonych do opracowania rycin i profili, właściwie każdy horyzont wodonośny znajduje się w utworach różnowiekowych lecz podobnych litologicznie i o zbliżonej przepuszczalności. Nazwa poziomu np. tortoński czy czwartorzędowy dolny, wskazuje więc tylko na to, że poziom ten występuje przeważnie w osadach tego wieku, ale nie wyłącznie. Sytuacja taka jest spowodowana skomplikowaną budową geologiczną utworów plejstoceniowych i holoceniowych oraz powierzchni podczwartorzędowej na tym obszarze. W wyniku przedczwartorzędowej denudacji osady mioceniowe i kambryjskie zostały ścięte, a na ówczesnej powierzchni terenu odsłoniły się zróżnicowane litologicznie rozmaite poziomy miocenu. Akumulacja osadów związanych ze zlodowaczeniem krakowskim i środkowo-polskim nie była również na całym omawianym obszarze jednolita facjalnie. Ponadto sytuację skom-



plikowały procesy erozji i denudacji, zachodzące kilkakrotnie w przerwach między kolejnymi nasunięciami lodowca i przed sedymentacją lessu. Wreszcie akumulacja lessu, przedzielająca ją okresy denudacji oraz procesy denudacyjne, które zachodziły w późnym plejstocenie i wczesnym holocenie wprowadziły istotne zmiany w i tak już złożonej budowie geologicznej terenu.

O budowie tej właściwie dotąd niewiele wiemy, mamy tylko orientację ogólną, zaś szczegóły pozostaną jeszcze długo nieznanymi. Jedno jest pewne: warstwy utworów, które mogą stawić poziom podpierający horyzont wodonośny nie są na większej przestrzeni ciągłe, lecz poprzerywane, pościanane. Ponadto ich cechy litologiczne nie są jednakowe, toteż w jednych miejscach te same osady mogą być nieprzepuszczalne, w innych zaś - przepuszczalne, w zależności od lokalnych różnic w składzie mechanicznym /np. glina zwalowa/. W związku z tym warstwy wodonośne jednego poziomu nie są również jednakowe i jednowiekowe. Jeden horyzont wodonośny kształtuje się w różnych osadach porowatych, zalegających nad utworem względnie nieprzepuszczalnym, który w różnych punktach terenu może składać się z innego materiału, zalegać na nieco innej głębokości i wysokości, mieć inną miąższość, wiek i genezę. Taka niehomogeniczna "warstwa podścielająca" powstaje wszędzie tam, gdzie wsiąkająca woda natrafi na jakikolwiek utwór względnie nieprzepuszczalny.

W przypadku, gdy warstwa utworu nieprzepuszczalnego zanika i dalej ciągnie się już osad bardziej przepuszczalny, woda zgromadzona ponad warstwą nieprzepuszczalną, w jej strefie brzeżnej, jakby przelewa się w głąb /w materiale przepuszczalnym/, dążąc do niżej zalegającego utworu nieprzepuszczalnego. Bardzo często na tym niższym utworze istnieje



inny horyzont wodonośny i w ten sposób następuje zjawisko połączenia się dwóch poziomów wodonośnych /profil C - C<sub>1</sub> i inne/. Jak już wspomniano, podobną sytuację, co prawda w szczelinowych utworach kredowych, zaobserwował T. Wilgat na Wyżynie Lubelskiej. Wydaje się jednak, że zjawisko to występuje dość powszechnie, zwłaszcza na terenach z wodami w osadach czwartorzędowych, lecz jest trudne do wykrycia, bowiem wymaga szczegółowych badań na profilach hydrogeologicznych.

Istnieją również sytuacje odwrotne, a mianowicie dzielenie się poziomu wodonośnego. Zachodzić to może w przypadku, gdy utwór wodonośny obfitego poziomu rozdzielony jest warstwą nieprzepuszczalną, tak jak to ma miejsce lokalnie w Przewodach i Radoszkach. Górna część takiego poziomu ma zwierciadło swobodne, lecz jest uboższa w wodę, czasami nawet prawie zupełnie zanika. Odgałęzienie dolne ma wodę pod pewnym ciśnieniem, jest zwykle bardzo wydajne, a w studniach, które do niego dotarły warstwa wody jest gruba. W studniach tych, jeśli położone są na zboczu lub u jego podnóża, zwierciadło wody ustala się mniej więcej na takiej wysokości, jaką ma w tym miejscu górne zwierciadło swobodne. Dzięki temu można bez trudu wykreślić hydroizobaty i hydroizohipsy, lecz wnioskowanie z nich o grubości warstwy suchej i głębokości zalegania pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego może dać fałszywy wynik. W takich przypadkach konieczne są na mapach dodatkowe informacje o głębokości występowania zwierciadła pod ciśnieniem.

Uwagi powyższe dotyczą tylko wzajemnego stosunku poziomów wodonośnych oraz ich związku z utworami nieprzepuszczalnymi. Sprawy te mają niewątpliwie wpływ i na kształt zwierciadła wody gruntowej, lecz ten ostatni, jak wykazała H. Więckowska / 1957, 1960/

zależy nie tylko od warunków geologicznych, lecz także od wielu innych, ważnych czynników.

### UWAGI O BILANSIE WODNYM BADANEGO TERENU

Stosunki hydrologiczne omawianego fragmentu dorzecza Opatówki nie mogą być ujęte w postaci bilansu wodnego ponieważ brak jest na tym terenie stałych punktów obserwacji dla badania poszczególnych składników bilansu. Stacje meteorologiczne: Sandomierz, Mokoszyn, Opatów położone są w dużej odległości od badanego terenu, stacje Zdanów i Smików leżą wprawdzie bliżej, lecz również poza dorzeczem Opatówki. Jedyny wodowskaz na Opatówce znajduje się przy jej ujściu w Dwikożach / 6 km poniżej Ocinka / i obejmuje całą zlewnię. Najbliższy punkt pomiaru głębokości wód podziemnych założony jest w Rożkach w dorzeczu Polanicy dopływ Koprzywianki i ze względu na położenie jak i poziom wodonośny nie może być uznany za reprezentatywny dla badanego terenu.

Globalny i szczegółowy bilans wodny dla całego dorzecza Opatówki za pięciolecie 1953-1958 obliczony został przez Błażejczyka /1960/. Bilans ogólny przedstawia się następująco:

opad P	2667,0 mm	415 mil m <sup>3</sup>
odpływ H	602,6 mm	99 mil m <sup>3</sup>
straty P-H	2064,4 mm	326 mil m <sup>3</sup>

Bilans szczegółowy dorzecza przedstawia tabela 3.

Na podstawie podanych tu wartości bilansu trudno jednak wnioskować o stosunkach hydrologicznych badanego terenu, ponieważ:

1. Obszar omawiany stanowi jedynie fragment dorzecza Opatówki. Powierzchnia tego fragmentu wynosi



44,32 km<sup>2</sup> co stanowi 17,3 % powierzchni całego dorzecza. Długość rzeki w granicach opracowania wynosi 7,4 km tzn. 14,6 % długości Opatówki i 5,2% długości wszystkich cieków stałych dorzecza.

2. Zlewnia Opatówki nie jest jednolita pod względem hydrologicznym, lecz składa się z wielu części różniących się warunkami naturalnymi i warunkami odpływu. W porównaniu z całym dorzeczem, omawiany jego fragment odznacza się dużą powierzchnią zmeliorowanych łąk, małym stopniem zalesienia, istnieniem systemów wawozowych o specyficznym odpływie powierzchniowym, występowaniem licznych zagłębień bezodpływowych. Utwory budujące ten teren są przepuszczalne, wody podziemne zalegają głęboko, źródła są dość liczne lecz mało wydajne.

Nie ulega wątpliwości, że bilans wodny tej części zlewni będzie kształtował się nieco inaczej niż bilans całego dorzecza.

Ponieważ nie ma możliwości opracowania bilansu wodnego badanego terenu, ograniczę się tylko do wskazania zmian powstałych pod wpływem warunków lokalnych, jakich należy się spodziewać w składnikach bilansu wodnego tego obszaru w porównaniu z bilansem wodnym całego dorzecza obliczonym przez Błażejczyka.

O p a d. W rocznym przebiegu opadów w dorzeczu, obliczonych metodą wieloboków z 6 okolicznych stacji występują dwa maksima: w grudniu i w lipcu. Na pierwsze z nich składają się opady jesienne i zimowe, na ogół długotrwałe, na drugie maksimum, znacznie wyższe - opady letnie, głównie burzowe. Na przewagę tych ostatnich w opadach letnich wskazują obserwacje terenowe i pomiary na polowej stacji opadowej, zainstalowanej w Wilczycach w warunkach przeciętnych dla zlewni. Pomiarów dokonywano



Szczegółowy bilans wodny dorzecza Opatówki wg. J. Błażejczyka  
/średnie miesięczne z pięcioletnia 1954-1958/

Treść	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Zima	Lato	Rok
Opad P	24,2	36,1	26,7	23,5	29,5	33,9	44,6	68,5	103,9	66,1	43,2	33,3	173,9	359,6	533,5
Odpływ H	5,9	7,8	6,2	10,0	36,4	19,9	6,4	5,5	6,9	5,0	5,2	5,4	86,2	34,4	120,6
Różnica /P-H/ +	18,3	28,3	20,5	13,5	.	14,9	38,2	63,0	97,0	61,1	38,0	27,9	94,6	325,2	419,8
/P-H/ -	.	.	.	.	6,9	.	.	.	.	.	.	.	6,9	.	6,9
Parowanie S	11,1	8,0	10,2	10,7	16,6	32,2	62,1	72,5	65,5	63,3	40,3	23,4	88,8	324,1	412,9
Przyrosty retencji															
+ R	7,2	20,0	10,3	2,8	.	.	.	.	31,5	0,8	.	4,5	-	-	-
- R	.	.	.	.	23,5	18,2	23,9	9,5	.	.	2,3	.	-	-	-
Przebieg retencji	42,0	62,0	72,3	75,1	51,6	33,4	9,5	0,0	31,5	32,3	30,0	34,5	-	-	-



uzyskane stąd dane z odpowiednimi danymi ze stacji opadowych w Gierczycach, Opatowie, Zdanowie i Mokoszynie stwierdzić można, że w Wilczycach opad burzowy jest na ogół mniejszy niż w dwóch ostatnich stacjach. W stosunku do Opatowa, ilość opadu w Wilczycach nie wykazuje zmian jednokierunkowych. Terminy wystąpienia opadu burzowego w Wilczycach są na ogół zgodne z terminami zanotowanymi na innych stacjach.

O d p ły w. Z dokonanej przez Błażejczyka /1960/ analizy odpływu z całego dorzecza wynika, że średni odpływ miesięczny ze zlewni Opatówki z wyłączeniem okresu wiosennego /luty - kwiecień/ kształtuje się podobnie i jest względnie wyrównany. Wartości wskaźnika odpływu dla bilansowanego pięcioletcia wynoszą od 5,0 do 7,8 mm. W miesiącach wiosennych wskaźnik wzrasta i osiąga maksimum 36,4 mm, co spowodowane jest tajaniem śniegów. W średnich miesięcznych wartościach wskaźnika dla okresu letniego, odpływ z opadów burzowych uwidacznia się raczej słabo.

Ze względu na charakter badanego terenu, wartości wskaźnika odpływu będą się tu kształtowały nieco inaczej niż w całym dorzeczu Opatówki. Przyczynę różnic stanowi przede wszystkim brak stałych cieków oraz obfitość źródeł zasilających rzekę przez cały rok. Istnieją tu natomiast rozległe mokradła oraz gęsta sieć drenujących je rowów melioracyjnych, a w dolinach bocznych - dobrze rozwinięta sieć cieków epizodycznych, które funkcjonują w czasie roztopów i po ulewnych deszczach. Jak już wspomniano, ciekami te w ciągu krótkiego okresu niosą duże ilości wody, niekiedy nawet większe niż Opatówka w porze letniej. Wody te poprzez rowy dopływają do rzeki, lecz nierzadko wylewają na najniższej położone partie doliny. W związku z istnieniem licznych cieków okresowych należy się spodziewać,



że wskaźnik odpływu na omawianym terenie będzie w porównaniu ze wskaźnikiem dla całego dorzecza wyższy w okresie wiosennym i w miesiącach z ulewными deszczami zaś niższy w pozostałej części roku. Jednakże w odpływie znaczną rolę odgrywa także drenaż mokradek przez rowy melioracyjne, na co rzucają pewne światło wykonane przez Błażejczyka pomiary przepływów. Wynika z nich, że na odcinku Tułkowice - Ocinek objętość przepływu na Opatówce, po odjęciu ilości wody niesionej przez strumień lisowski i komorniański, zwiększa się o kilkadziesiąt litrów na sekundę. Należy dodać, że pomiary te, wykonywane w maju i we wrześniu 1958 r., były tylko jednorazowe i w związku z tym wyciąganie w oparciu o nie szerszych wniosków dotyczących roli mokradek w odpływie nie jest celowe.

W czasie wezbrań, wody mieszczą się w całości w korycie powodziowym rzeki /na odcinku uregulowanym/ i Opatówka na łąki nie wylewa. Wylewy mogą jedynie nastąpić wtedy, gdy w korycie powstaną zatory lodowe.

S t r a t y. Największe różnice w składnikach bilansu całego dorzecza i omawianego jego fragmentu istnieją przypuszczalnie w stratach. Jak wspomniano, na badanym terenie prawie całe dno doliny Opatówki zajmują łąki, tworzące zwarty kompleks o powierzchni 4,4 km<sup>2</sup>, co stanowi 10,0% powierzchni tej części zlewni. Mokradła stałe i okresowe połączone gęstą siecią rowów melioracyjnych, w których woda utrzymuje się przez cały rok zajmują 46,5% obszaru łąk. Istnienie terenów podmokłych przyczynia się z jednej strony do wzrostu retencji, z drugiej zaś do zwiększenia strat na skutek parowania. Jak podaje Lambor /1957/, parowanie z bagien i łąk podmokłych jest duże, a nawet większe niż ze swobodnej powierzchni wodnej, przy czym najwyższą war-

tość osiąga w okresie wegetacji roślin. Zdaniem Kerna /1963/, roślinność łąkowa w dolinie Opatówki może się utrzymać tylko dzięki dużym zapasom wody gruntowej i wysiękom. Powoduje to niewątpliwie obniżenie wskaźnika odpływu z omawianego fragmentu dorzecza. Należy więc sądzić, że na badanym terenie straty w bilansie wodnym, rozumiane jako parowanie + retencja będą wyższe niż pozostałej części dorzecza, gdzie lasy, łąki i obszary podmokłe zajmują stosunkowo niewielki procent powierzchni /wg ziemnickiego /1963/ łąki w całym dorzeczu Opatówki pokrywają 4 % ogólnej powierzchni zlewni, a lasy 2,5 %].

Bilans wodny opracowywanej części dorzecza Opatówki będzie kształtował się nieco inaczej niż obliczony przez Błażejczyka bilans całej zlewni. O ile wielkość opadów i ich rozkład w czasie są na ogół zbliżone do opadów w całym dorzeczu, to odpływ i straty będą pozostawały w innym stosunku wzajemnym.

### Zakończenie

Wody powierzchniowe i podziemne odgrywają dosyć istotną rolę w dzisiejszym krajobrazie geograficznym badanego lessowego terenu.

Woda stagnująca w mokradłach wywiera decydujący wpływ na ich szatę roślinną, gleby, budowę geologiczną warstw powierzchniowych. Wytwarza się tu swoisty klimat, który oddziałuje także na obszary sąsiednie. Ingerencja człowieka w stosunki wodne mokradeł jak np. kopanie rowów, osuszanie powoduje zmiany także innych komponentów ich krajobrazu.

Cieki stałe i epizodyczne spełniają ważną rolę

odprowadzając z dorzecza wody gruntowe, deszczowe i roztopowe. Duże znaczenie ma zwłaszcza odprowadzanie wód okresowych, które są w istocie narzędziem denudacji. W wyniku ich niszczącego działania powstają wąwozy, wcięcia, całe obszary pozbawiane są najurodzajniejszej części gleby; wskutek osadzania niesionego przez nie materiału powstają stożki, równiny deluwialne itd. Wody okresowe stanowią więc czynnik rzeźbotwórczy; koryta cieków epizodycznych - to inicjalne formy wąwozowe lub wprost rodzaj młodych wąwozów.

Rola wód podziemnych w krajobrazie tego terenu jest zróżnicowana i w znacznej mierze zależy od głębokości ich występowania. Na wysoczyźnie lessowej, gdzie wody leżą na głębokości kilkudziesięciu metrów, nie mają one bezpośredniego wpływu na kształtowanie się elementów krajobrazu. Można tu raczej mówić o wpływie braku obfitych, płytkich wód na krajobraz, skutkiem czego jest pewne wysuszenie terenu, występujące wyraźnie na zboczach o większych spadkach. Całkowite wysuszenie jednak nie zachodzi, gdyż w lessie znajdują się wody kapilarne, dostarczające glebie potrzebnej wilgoci.

Rola wody podziemnej wzrasta szybko w miarę przybliżania się zwierciadła do powierzchni terenu. Wypływy wód pod zboczami w postaci źródeł i wysięków stwarzają nowe warunki kształtowania się gleb i roślinności. Na obszarach niższych, w dnach dolin woda gruntowa jest już elementem w poważnym stopniu wpływającym na charakter pozostałych komponentów krajobrazu. Od bliskości wód zależy rodzaj zbiorowiska roślinności łąkowej czy leśnej, powstawanie mokradeł i zabagnień, co z kolei wpływa na charakter gleb. Płytkie występowanie wody stanowi jeden z warunków tworzenia się oglejenia, a więc zmian we właściwościach chemicznych i fizycznych gleby, zmian jej



wartości użytkowej.

Należy tu dodać, że na dnie doliny Opatówki, zwierciadło wody podziemnej układa się prawie płasko, a mimo to głębokości do wody są zróżnicowane. Przyczyna tego tkwi w rzeźbie dna doliny, w istnieniu stożków napływowych, zagłębień, wałów brzegowych i nasypów. One wpływają na głębokość zalegania wody pod powierzchnią, a głębokość ta wpływa na kształtowanie się innych komponentów krajobrazu dna doliny. Jeśli na terenie obecnie podmokłym usypany zostałby stożek napływowy, to zwierciadło wody podniosłoby się jedynie minimalnie, teren stałby się suchszy, powstałyby na nim inne gleby, wykształciłyby się inna roślinność. Na tej właśnie zasadzie opiera się wysuwana przez Ziemińskiego /1956a/ propozycja osuszenia łąk doliny Opatówki na drodze kolmatacji.

Badanie wód podziemnych dna doliny ułatwia wykrycie prawidłowości i związków między komponentami jej krajobrazu, pozwala poznać przyczyny występowania wielu zjawisk hydrograficznych, botanicznych i glebowych. Badanie wód podziemnych na wysoczyźnie lessowej pozwala wykryć poziomy płytkich wód mających znaczny, bezpośredni wpływ na inne komponenty krajobrazu i gospodarkę oraz ustalić jak ten wpływ się dokonuje. Ważne jest przy tym określenie głębokości zalegania wód, zbadanie ich rozpoziomowania, obfitości i właściwości. Jeśli bowiem wyniki badań fizyczno-geograficznych i podział terenu na jednostki naturalne mają być przydatne dla gospodarki narodowej, to niezbędne jest uwzględnienie tak ważnego w gospodarce elementu jakim jest woda. Dotyczy to w największej mierze żyznych, mających pierwszorzędną wartość dla rolnictwa terenów lessowych, gdzie problem dostarczenia dużej ilości dobrej wody do użytku gospodarczego nie jest wcale prosty. Tym

należy właśnie tłumaczyć usytuowanie większości wsi na obszarach lessowych w dolinach rzek lub cieków, gdzie woda gruntowa występuje płytko. Dopiero udoskonalenie techniki kopania studni pozwoliło na zakładanie osiedli na terenach wyższych, w miejscach suchszych i bardziej odpowiednich do zamieszkania niż dna dolin.

## LITERATURA

- Bastrzykowski A. Monografia historyczna parafii Jankowice Kościelne Sandomierskie, Warszawa 1925.
- Błażejczyk J. Hydrologia dorzecza Opatówki. Praca magisterska. Maszynopis w posiadaniu Katedry Geografii Fizycznej Uniwersytetu Warszawskiego 1960.
- Czarnecki R. Środowisko geograficzne wschodniej części dorzecza środkowej Opatówki. Praca magisterska. Maszynopis w posiadaniu Katedry Geografii Fizycznej Uniwersytetu Warszawskiego 1955.
- Czarnecki R. Studia nad krajobrazem fizycznogeograficznym środkowej części dorzecza Opatówki. Praca doktorska. Maszynopis w posiadaniu Katedry Geografii Fizycznej Uniwersytetu Warszawskiego 1965.
- Czarnecki R. Z badań krajobrazu fizycznogeograficznego w dorzeczu Opatówki. Przegl. Geogr. t. 40, z. 4, Warszawa 1968.
- Instrukcja do opracowania szczegółowej mapy hydrograficznej Polski Biul. Geogr. z.7, PAN Instytut Geografii, Warszawa 1954.
- Instrukcja do zdjęcia hydrograficznego Polski. Dokumentacja Geograficzna z.3, PAN Instytut Geografii, Warszawa 1958.
- Just J., Hermanowicz W. Fizyczne i chemiczne badanie wody do picia i potrzeb gospodarczych PZWL, Warszawa 1955.
- Kern H. Charakterystyka i szkic florystyczny łąk doliny rzeki Opatówki w Sandomierskim, Maszynopis w posiadaniu Autora, WSR. Olsztyn 1956.





Ziemiński S. Wpływ erozji gleb w zlewni na stosunki wodne rzeki Opatówki. Wiadomości ILUZ, t.3, z.2, Warszawa 1963.

OBJAŚNIENIA DO PRZEKROJÓW  
HYDROGEOLOGICZNYCH

1. Żwir z domieszką piasku
2. Piasek ze żwirem
3. Piasek z kamieniami
4. Piasek
5. Muł z piaskiem i kamieniami
6. Muł z piaskiem
7. Muł z kamieniami
8. Muł
9. Less
10. Less próchniczny, warstwa próchniczna gleby ko-  
palnej
11. Utwór lessowy z przewarstwieniami piasku
12. Deluwia lessowe z kamieniami
13. Deluwia lessowe, szarżółte, warstwowane
14. Ił z piaskiem
15. Ił z kamieniami
16. Ił
17. Glina zwałowa
18. Piaskowiec
19. Piaskowiec z przewarstwieniami piasku
20. Detrytyczny wapień lititamniowy
21. Wapień marglisty



22. Wapień litotamniowy
23. Utwory sarmackie
24. Utwory tortońskie
25. Utwory helweckie
26. Utwory środkowego i górnego kambru
27. Zwierciadła wód podziemnych, eksploatowane
28. Zwierciadła wód podziemnych mało obfite, nie eksploatowane
29. Zwierciadła wód podziemnych pod ciśnieniem
30. Źródła
31. Wysięki
32. Numer studni
33. Głębokość do zwierciadła wody podziemnej
  - Podziątka pozioma przekrojów 1 : 10 000
  - Podziątka pionowa przekrojów 1 : 500

## SPIS RYCIN

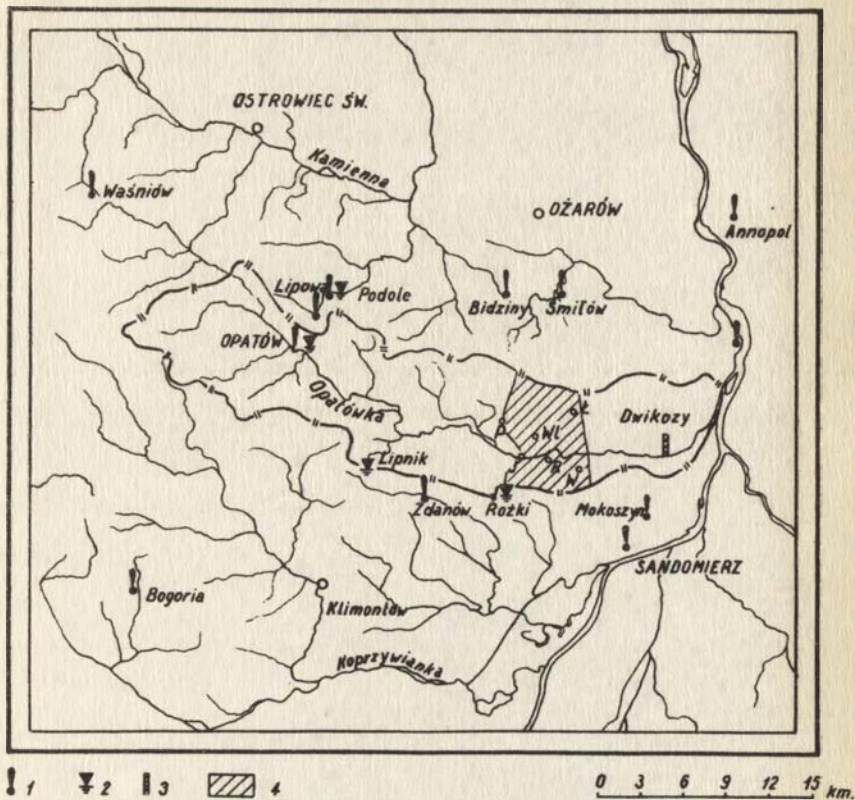
- Ryc. 1. Mapka sytuacyjna
- Ryc. 2. Profil hydrogeologiczny A - A<sub>1</sub>
- Ryc. 3. Profil hydrogeologiczny B - B<sub>1</sub>
- Ryc. 4. Profil hydrogeologiczny C - C<sub>1</sub>
- Ryc. 5. Profil hydrogeologiczny D - D<sub>1</sub>
- Ryc. 6. Profil hydrogeologiczny E - E<sub>1</sub>
- Ryc. 7. Schemat występowania wód pod ciśnieniem we wsi Przewody - kolonie
- Ryc. 8. Schemat układu wód gruntowych we wsi Radoszki

## SPIS TABEL

- Tab. 1. Zestawienie wiadomości o źródłach
- Tab. 2. Wyniki analiz chemicznych wód żelazistych
- Tab. 3. Szczegółowy bilans wodny dorzecza Opatówki wg. J. Błażejczyka /średnie miesięczne z pięciolecia 1954 - 1958/

## SPIS MAP

- Mapa hydrograficzna - wody powierzchniowe  
1 : 25 000
- Mapa hydrograficzna - hydroizobaty i poziomy wód podziemnych 1 : 25 000
- Mapa hydrograficzna - hydroizohipsy 1 : 25 000



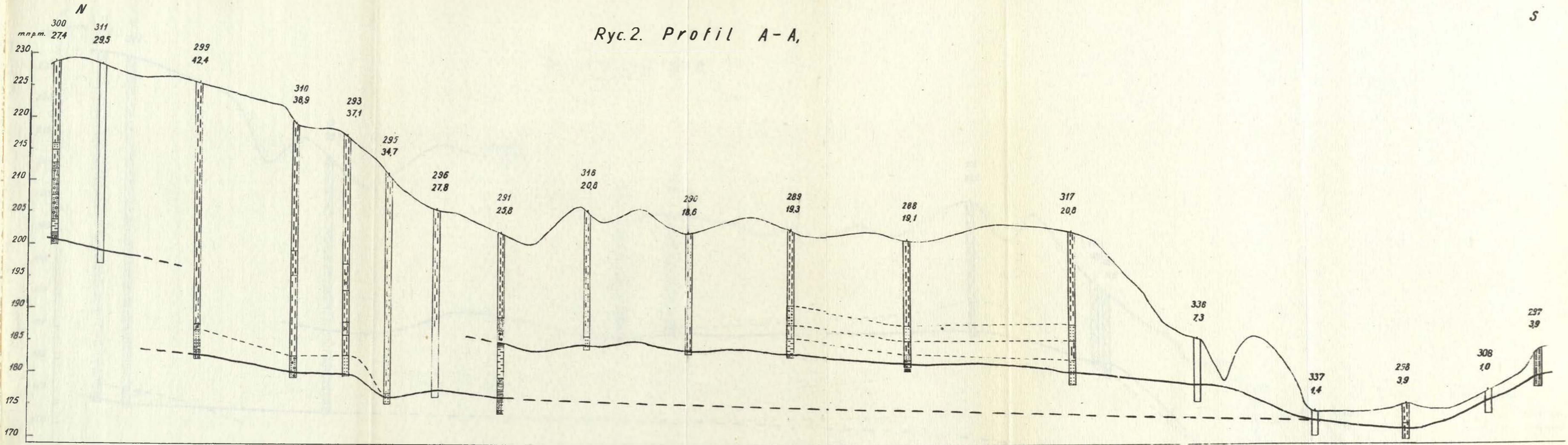
RYC.1. MAPA SYTUACYJNA

1 - stacja opadowa; 2 - stacja pomiaru wód gruntowych; 3 - wodowkaz;  
4 - teren objęty opracowaniem.

J - Jankowice; L - Lukawa; P - Przeswody; R - Radoszki; W - Wysiadłów;  
W1 - Wilczyce.

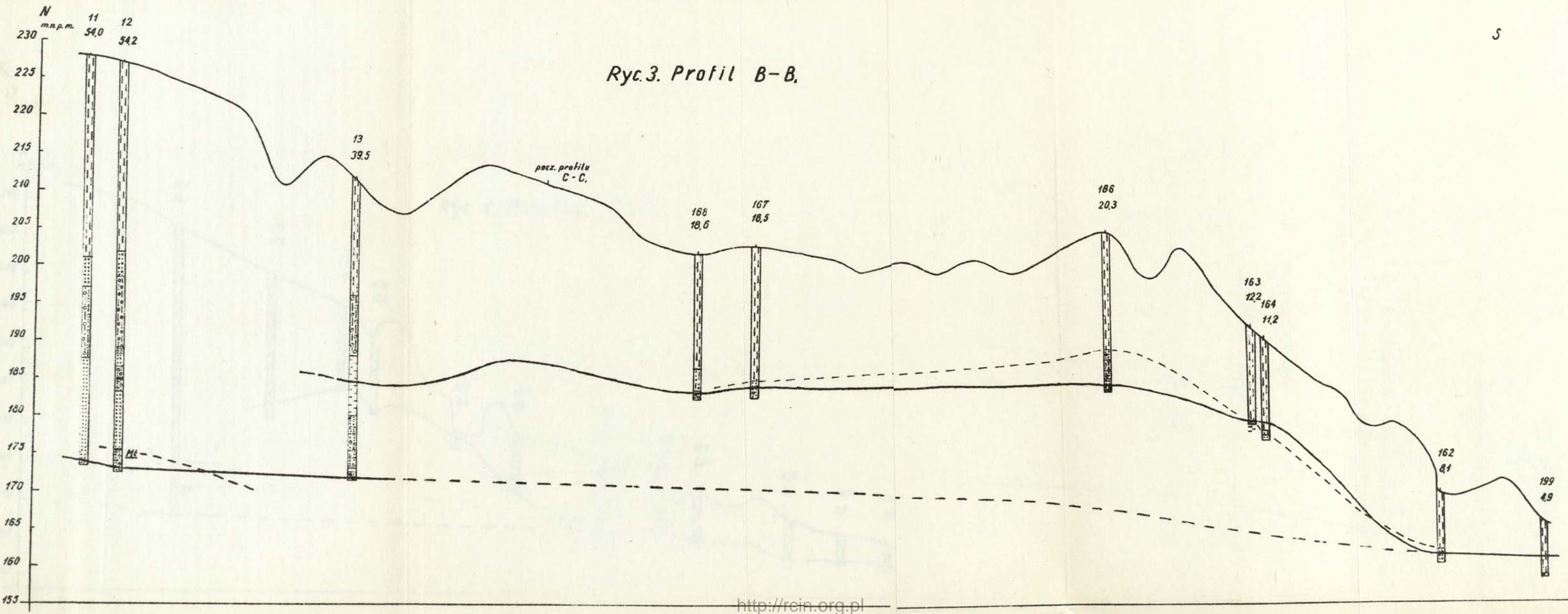


Ryc. 2. Profil A-A,



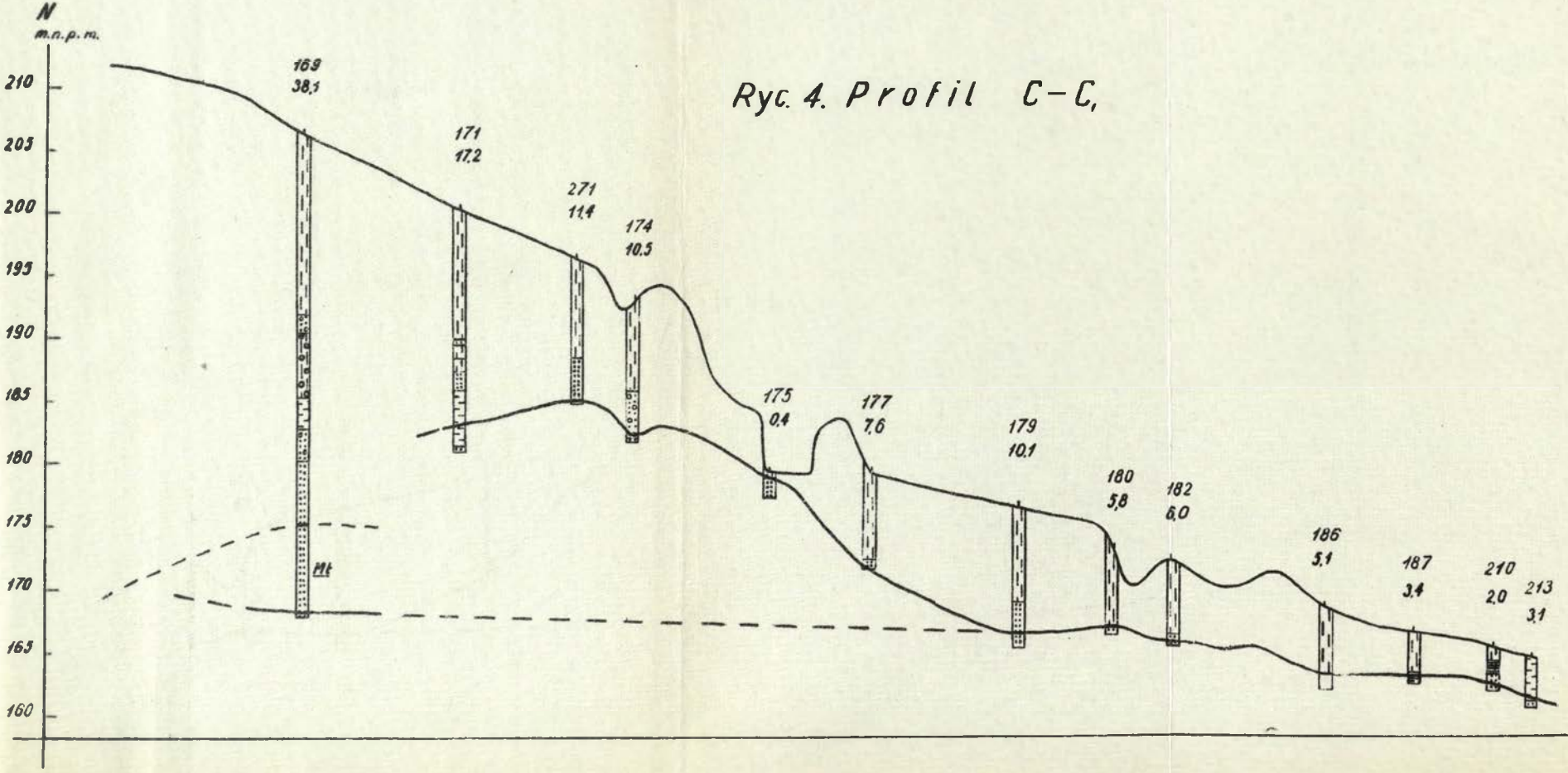
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- M<sub>s</sub> 23
- M<sub>l</sub> 24
- M<sub>h</sub> 25
- E<sub>2-3</sub> 26
- 27
- ∇ 28
- ∇ 29
- Q 30
- ∪ 31
- 101 32
- 34.6 33

Ryc.3. Profil B-B.



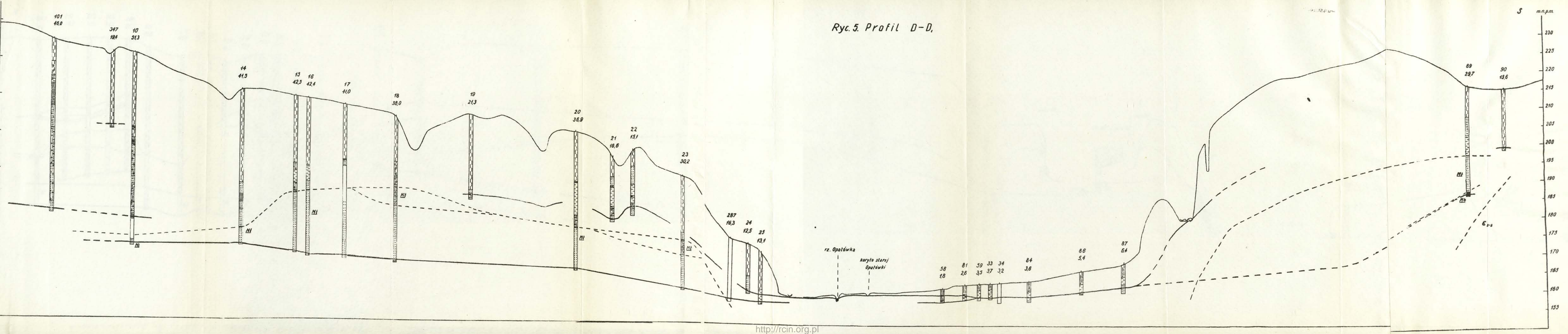


Ryc. 4. Profil C-C,

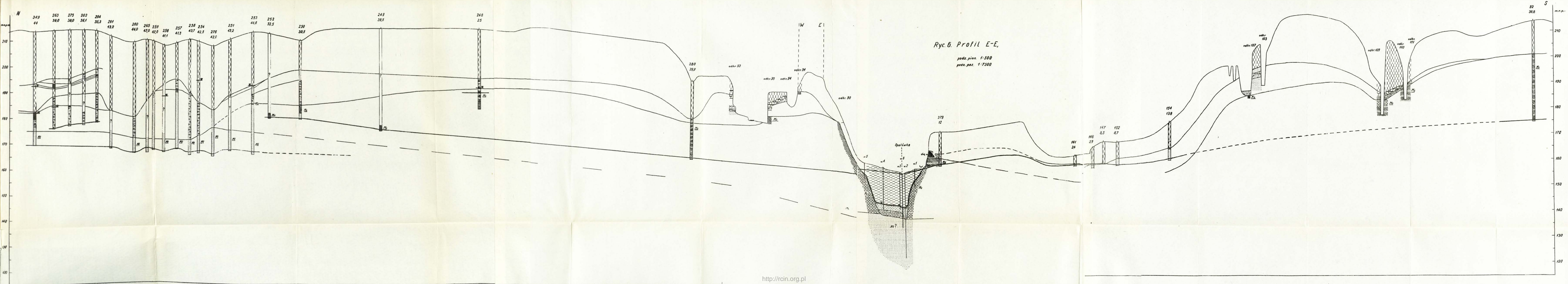




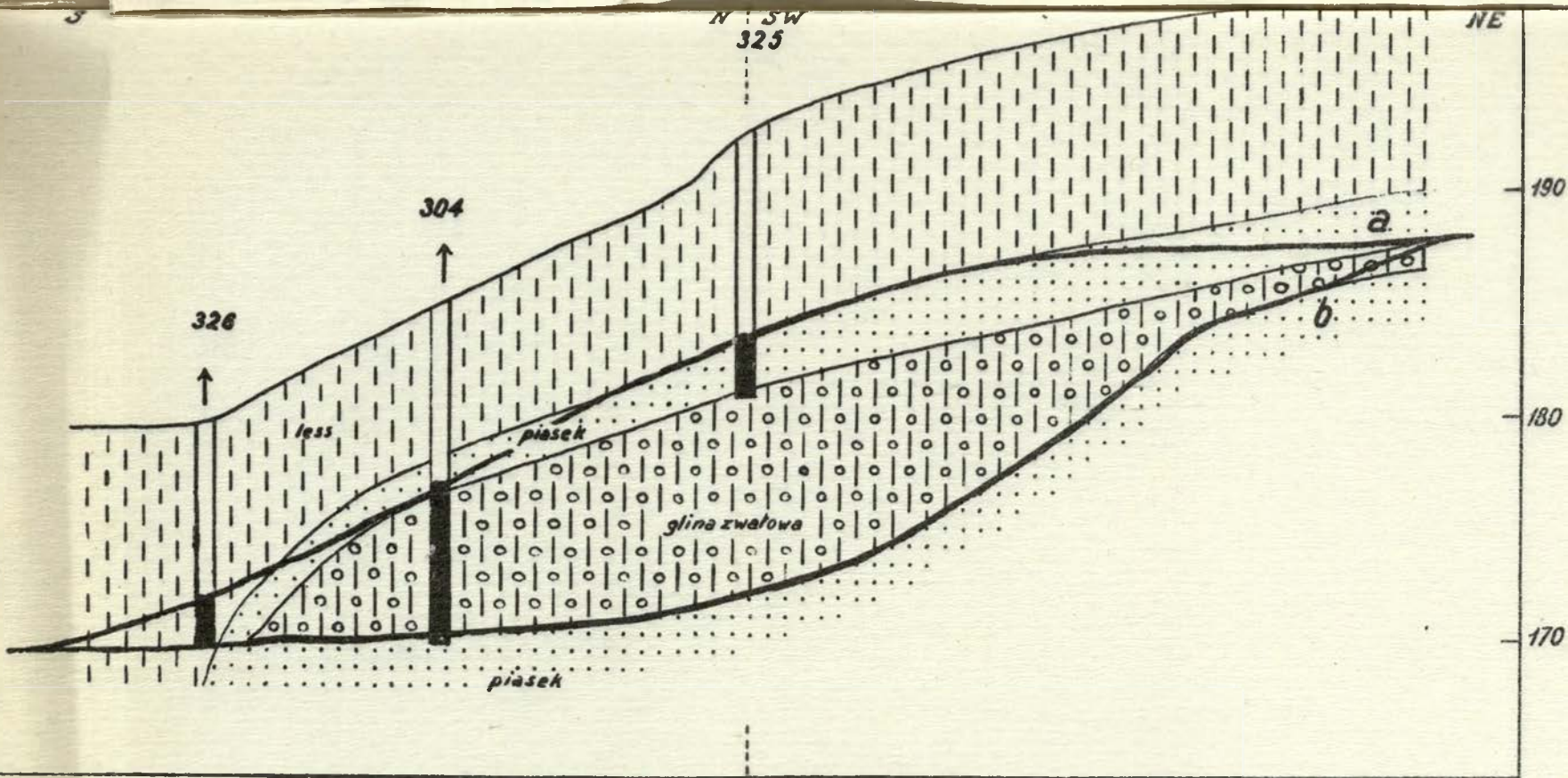
Ryc. 5. Profil D-D,











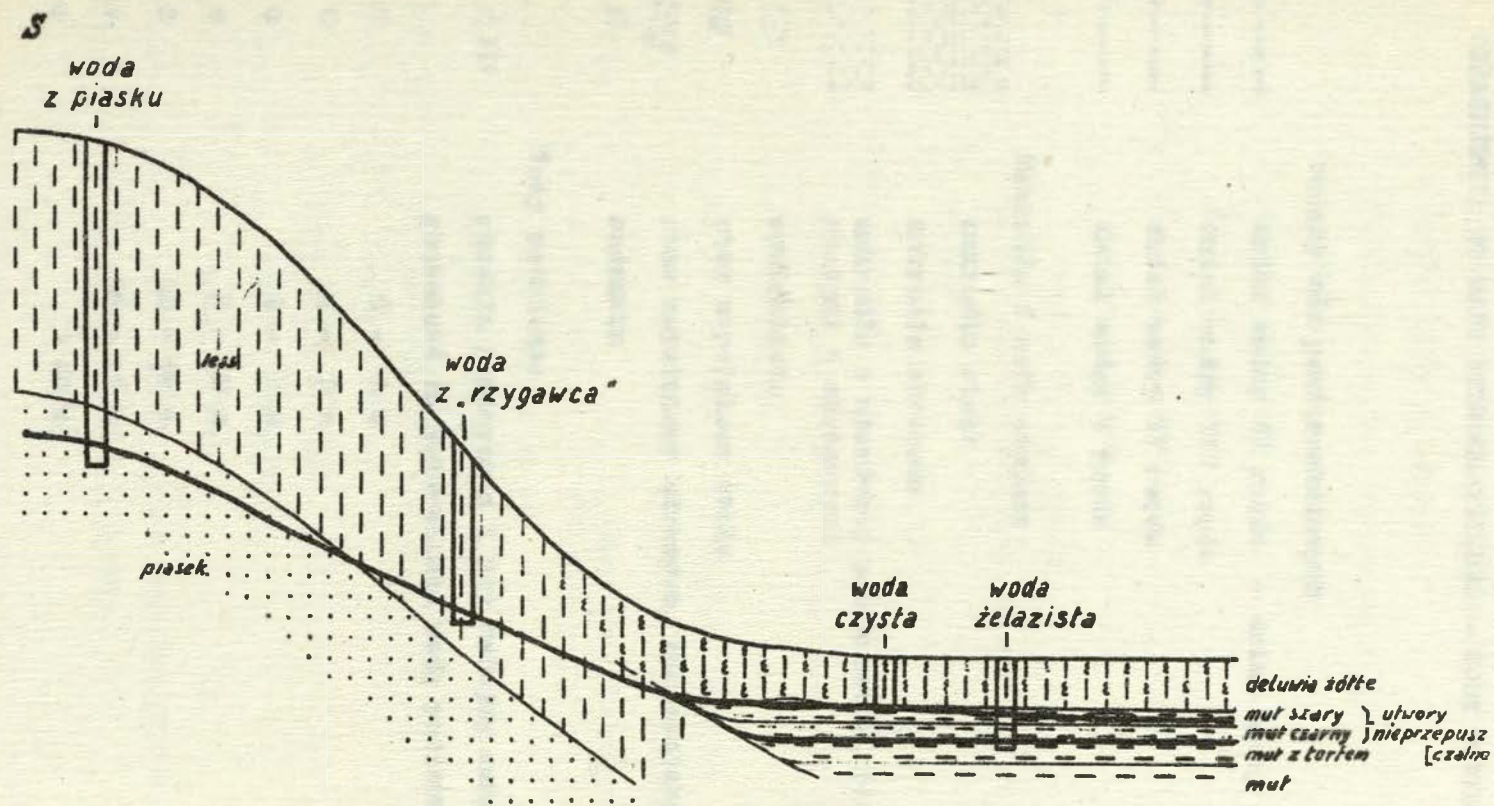
Ryc.7. Schemat występowania wód pod ciśnieniem we wsi Przewody - kolonie

- a - zwierciadło wolne  
 b - zwierciadło pod ciśnieniem

skala pozioma 1:2000

skala pionowa 1:400





Ryc.8. Schemat układu wód gruntowych we wsi Radoszki

# OBJASNIENIA DO MAPY HYDROGRAFICZNEJ - WODY POWIERZCHNIOWE

## Działy wód powierzchniowych

— — — — —	dział wodny II rzędu - dział wodny dorzecza Opatówki
— · — · — · —	dział wodny III rzędu
· — · — · — ·	dział wodny IV rzędu
· · · · · · · · ·	dział wodny V rzędu

## Mokradła i wody stojące



mokradła stałe

mokradła okresowe



mokradła o nierównej powierzchni, pośrednie między stałymi i okresowymi



wymięklisko



staw napełniony stale



staw napełniony okresowo, zarastający



sadzawka

## Wody podziemne

○ 235

studnia pomierzona i jej kolejny numer

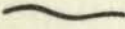











głębokość do zwierciadła wody poziomu użytkowanego

○	0 - 1 m
○	1 - 2 m
⊙	2 - 5 m
○	5 - 10 m
○	10 - 20 m
⊙	20 - 40 m
●	> 40 m

## Naturalne wypływy wód podziemnych









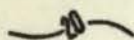
- o źródło stałe z odpływem
- o źródło stałe bez wyraźnego odpływu
- o źródło okresowe z odpływem
- o źródło ze skały
- o źródło z pokrywy
- o źródło o wydajności
  - do 0,1 l/sek
  - od 0,1 do 0,5 l/sek
- p źródło użytkowane przez ludność
- c wysięk

## Sieć rzeczna

-  ciek stały o szerokości koryta od 3 do 10 m
-  ciek okresowy
-  ciek epizodyczny z wyraźnym korytem
-  " " o zaorywanych korytach
-  " " bezkorytowe /w wąwozach płaskodennych/
-  wcięcie koryta cieku
- zagespedowanie cieku:**
  -  jaz kosłowy
  -  próg betonowy
- rowy melioracyjne:**
  -  stare, nieczynne
  -  nowe, czynne
-  nastawki na rowach melioracyjnych
-  wały ochronne i greble



OBJASNIENIA DO MAPY HYDROGRAFICZNEJ -  
 HYDROIZOBATY I POZIOMY WÓD PODZIEMNYCH

- — — — Dział wodny /powierzchniowy/ dorzecza Opatówki
- Granice zasięgów poziomów wodonośnych:
-  torteńskiego
  -  sarmackiego
  -  nasarmackiego
  -  oswarzędowego dolnego
  -  oswarzędowego górnego
-  Południowa granica zasięgu płytkiego poziomu z wodą czystą w Radoszkach
-  Granica zasięgu poziomu z wodą żelazistą: w Wilosycach - granica północna, w Dacharnowie, Radoszkach i Wysiadłowie - południowa
-  Granice zasięgu studni z "rzygawcem"
- 23,0 Głębokość do wody poziom użytkowanego
  - [44,0] Głębokość do wody poziom przebitego, nieużytkowanego, mało wydajnego
  - δ (19,5) Studnie z wodą pod ciśnieniem. Liczby w nawiasie oznaczają głębokość do spągu warstwy nieprzepuszczalnej
-  Hydroizobaty - do 8 m cięcie ce 1 m  
 powyżej 8 m cięcie do 2 m
- ♀ ∪ Źródła i wysięki
- Grubość warstwy wody w studni
- 0 - 50 cm
  - 51 - 100 cm
  - 101 - 150 cm
  - 151 - 200 cm
  - 201 - 300 cm
  - > 300 cm
- A — A, Przekroje hydrogeologiczne

**OBJAŚNIENIA DO MAPY HYDROGRAFICZNEJ - HYDROIZCHIPSY**

○ 170.2 **Wysokość bezwzględna zwierciadła wody poziomemu użytkowanego**

○ [180.9] " " " " " **przebitego,**

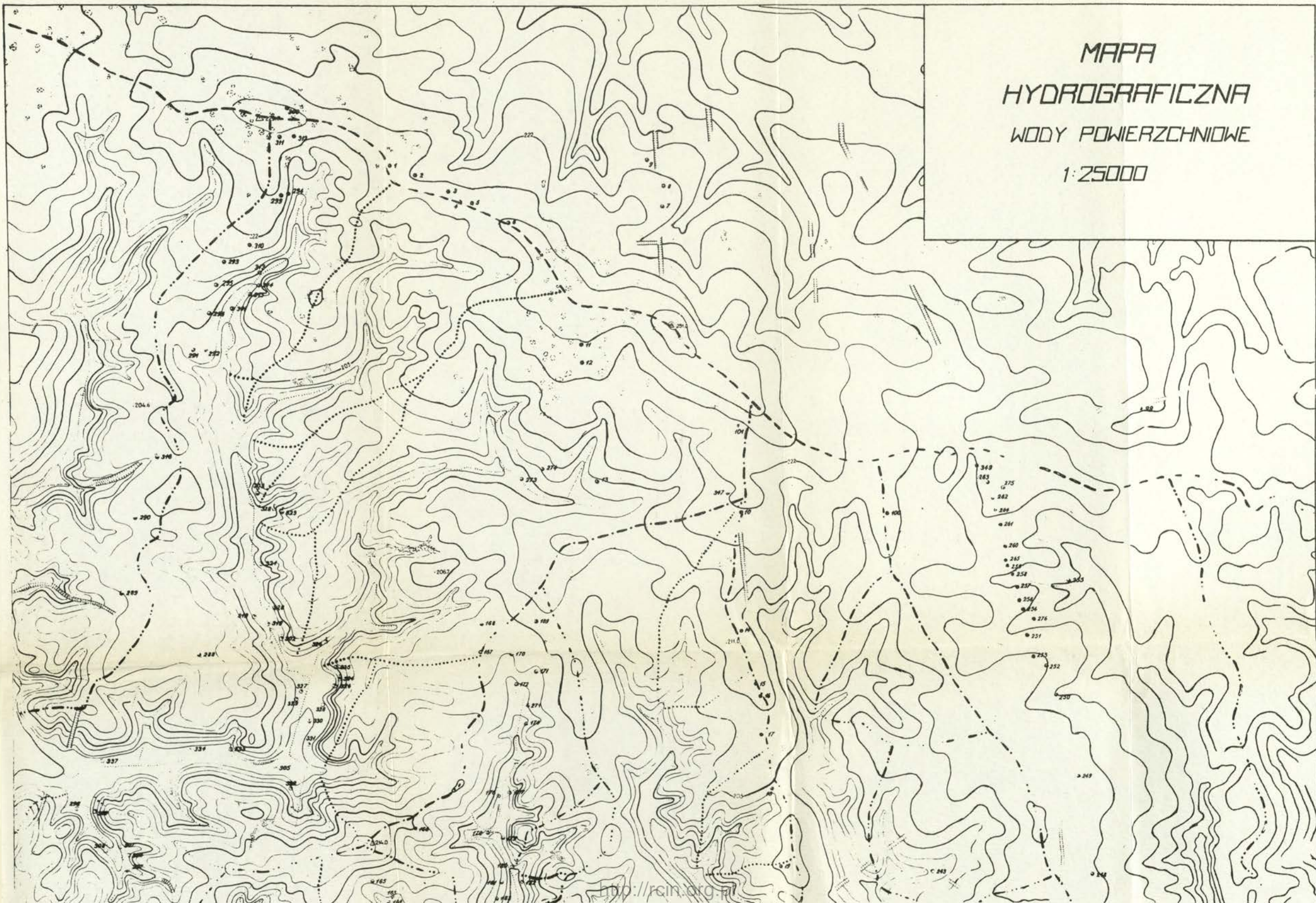
**nieużytkowanego, mało wydajnego**

δ (174.1) **Studnie pod ośnieniem. Liczby w nawiasie oznaczają wysokość bezwzględną spągu warstwy nieprzepuszczalnej**

**Pozostałe oznaczenia - jak na mapie hydroizohal**

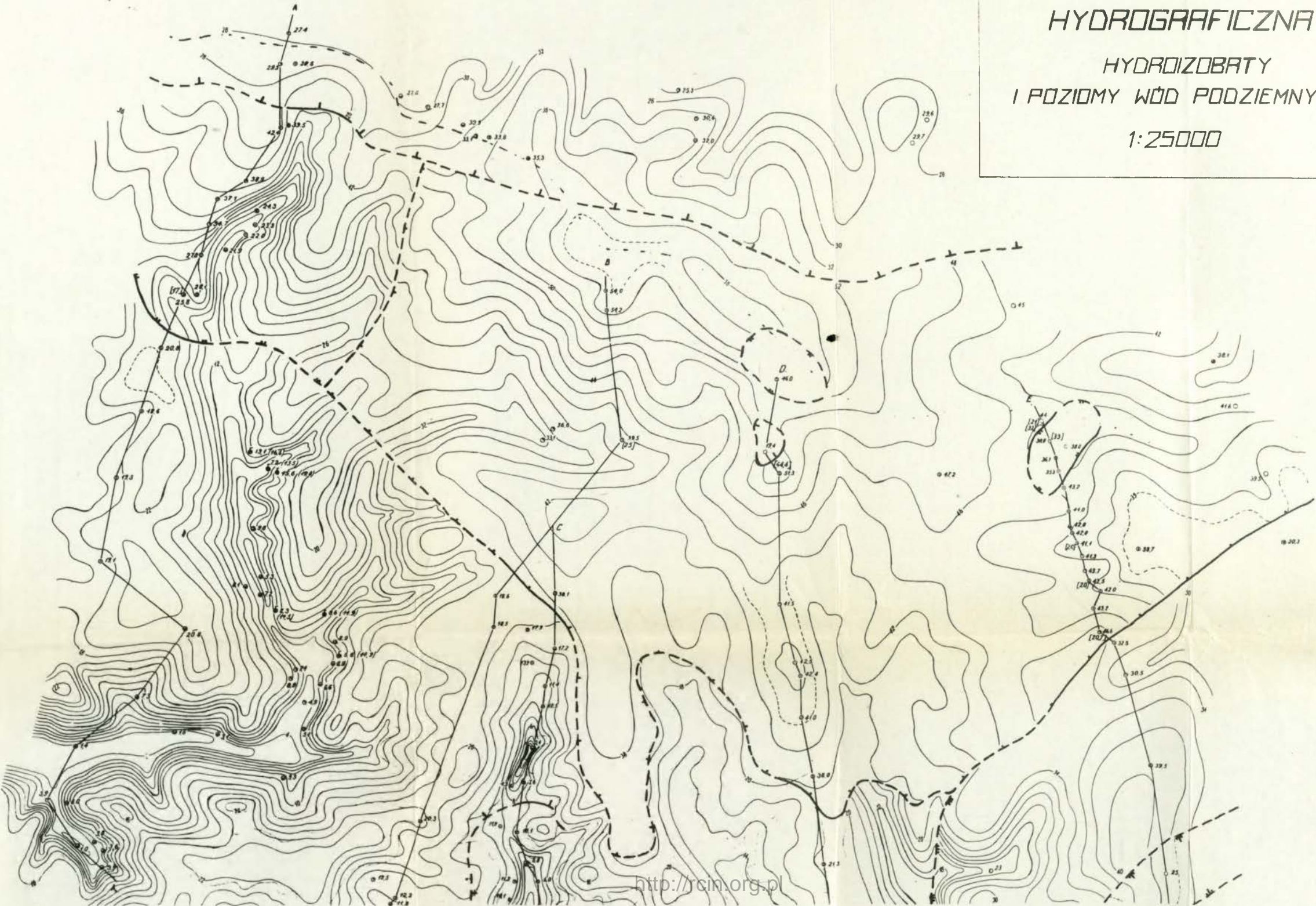


MAPA  
HYDROGRAFICZNA  
WODY POWIERZCHNIOWE  
1:25000





MAPA  
HYDROGRAFICZNA  
HYDROIZOBATY  
I POZIOMY WÓD PODZIEMNYCH  
1:25000

















## SPIS TREŚCI

	str.
WSTĘP	1
WODY POWIERZCHNIOWE	11
<u>Elementy hydrograficzne w dolinie Opatówki</u>	
Koryto rzeki Opatówki	13
Zróżka i wysięki	15
Mokradła	17
Rowy melioracyjne	23
Zbiorniki wodne	27
<u>Elementy hydrograficzne na obszarach po-</u>	
<u>łożonych poza doliną Opatówki</u>	
Wymiękliska	28
Cieki epizodyczne z wyraźnym korytem	29
Cieki epizodyczne o zaorywanych kory-	30
tach	
Cieki epizodyczne bezkorytowe	32
WODY PODZIEMNE	33
Poziom tortoński	36
Poziom czwartorzędowy dolny	42
Poziom sarmacki	44
Poziom nasarmacki	46
Poziom czwartorzędowy górny i połączony	48



UWAGI O BILANSIE WODNYM BADANEGO TERENU str.  
67

Zakończenie

Literatura

Spis rycin

Spis tabel

---

Instytut Geografii PAN  
Warszawa, Krakowskie Przedmieście 30  
30 grudnia 1967 r. - nr 155  
GP.IV/317/67

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**, arkusz STREKOWA 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-agrarnej wsi powiatu proszowickiego od połowy XIX wieku do 1960 r.**, s. 159 + ryc. nlb., zł 24,—

(poz. 3 do użytku służbowego)

1966

- 1 J. SZUPRYCZYŃSKI — **Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000**, arkusz SZAMOCIN
- M. BOGACKI — **Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000** arkusz 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**, arkusz REPTOWO
- U. URBANIAK, J. KOTARBIŃSKI — **Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1 : 50 000**, arkusz GĄBIN, s. 110 + ryc. nlb., zł 18,—
- 6 B. TCHORZEWSKA — **Zagadnienia bilansu wodnego rzek Nizin Środkowopolskich na przykładzie dorzecza Wilgi**, s. 86 + ryc. i tab. nlb., zł 18,—

(poz. 1, 5, 6 do użytku służbowego)

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 —** arkusz CHELMNO
- A. TOMCZAK — **Objaśnienia do mapy geomorfologicznej —** arkusz 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.** (w druku)
- 5 Praca zbiorowa — **Rozwój komunikacji kolejowej i autobusowej w Polsce w okresie 1946—1965** (w druku)
- 6 R. CZARNECKI — **Stosunki wodne środkowej części dorzecza Opawy** (w druku)

(poz. 2 i 6 do użytku służbowego)