

ADAM CHOIŃSKI

ANALIZA ZMIAN UKŁADU SIECI WÓD POWIERZCHNIOWYCH I WÓD PODZIEMNYCH, W POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI KONIŃSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

ZARYS TREŚCI

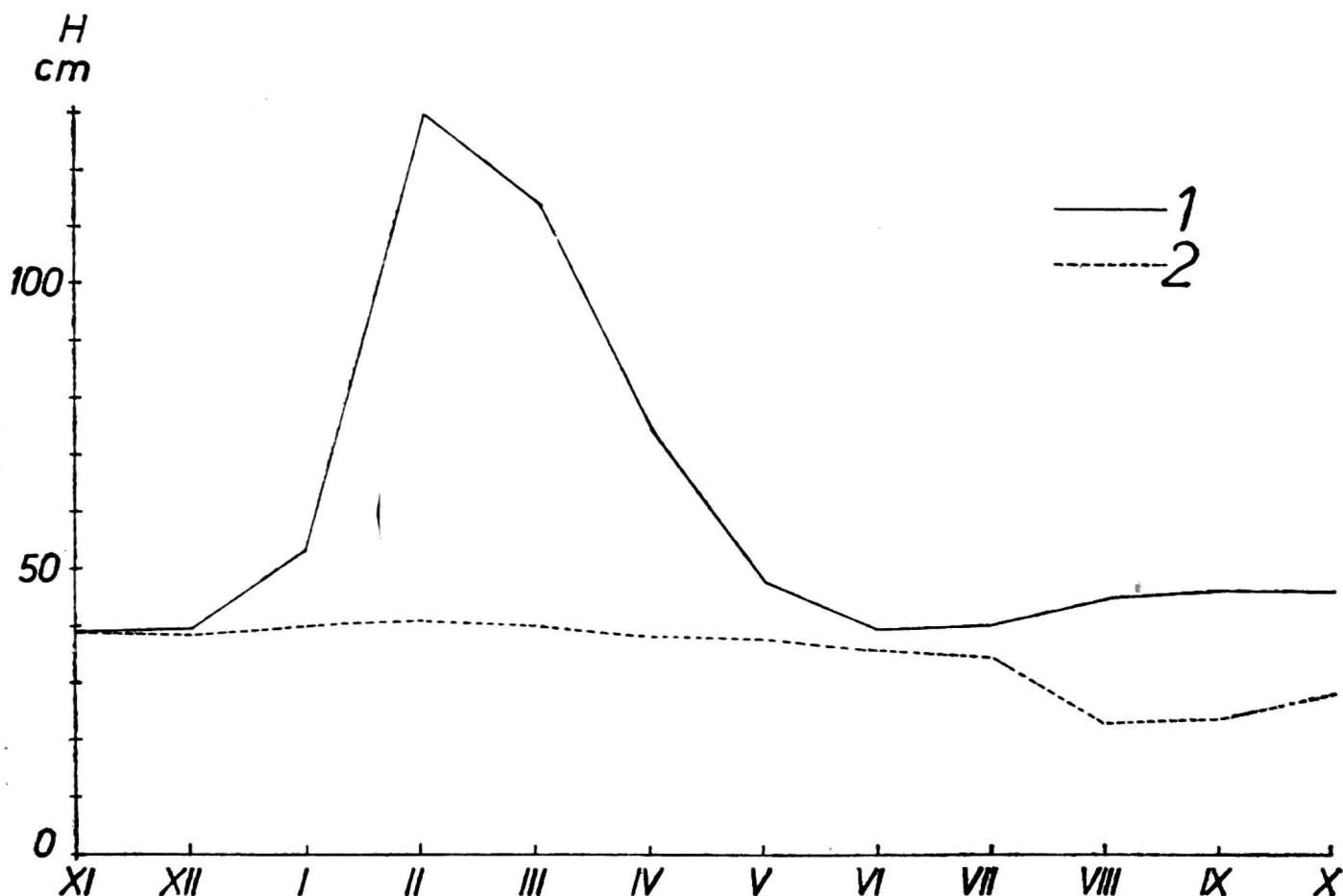
W oparciu o obserwacje terenowe oraz na podstawie materiałów archiwalnych, zrekonstruowano układ sieci wód powierzchniowych oraz warunki hydrologiczne panujące przed rozpoczęciem eksploatacji węgla brunatnego w Konińskim Zagłębiu Węglowym. Ponadto, podano próbę prognozy stosunków wodnych na terenie obszarów kopalnianych.

I. WSTĘP

W 1953 r., w okolicy Konina rozpoczęto na wielką skalę eksploatację węgla brunatnego. Od tego czasu, a więc przez niespełna ćwierć wieku, człowiek tak dalece przekształcił otaczające go środowisko, że dawne mapy topograficzne tego terenu, są w dużej mierze nieaktualne. Wpływ tego typu eksploatacji jest wielokierunkowy. Tak więc, powstają trwałe zmiany budowy geologicznej, ukształtowania rzeźby, stosunków glebowych, świata roślinnego i zwierzęcego, mikroklimatu. Największy jednak przestrzenny zasięg mają zmiany stosunków wodnych, a w szczególności dotyczy to zmian układu wód podziemnych. Głównym celem niniejszego opracowania jest z jednej strony ukazanie zaistniałych zmian w całości kształcie stosunków wodnych (a więc zmian układu wód powierzchniowych i podziemnych), z drugiej zaś próba prognoz dotyczących krążenia wód w najbliższym czasie.

Omawiany obszar leży na południe od jezior Gosławskiego i Pątnowskiego, a więc jest to teren nieczynnych już trzech odkrywek, tj. — Nieśłusz, Gosławice I oraz Gosławice II. Jeśli chodzi o lokalizację tego obszaru w układzie regionalizacji fizyczno-geograficznej, to znajduje się on według B. Krygowskiego (1956) w obrębie Wysoczyzny Gnieźnieńskiej. J. Kondracki (1965) natomiast obszar ten nazywa Pojezierzem Gnieźnieńskim.

Ogólną powierzchnię objętą przemysłową działalnością górnictwem (na



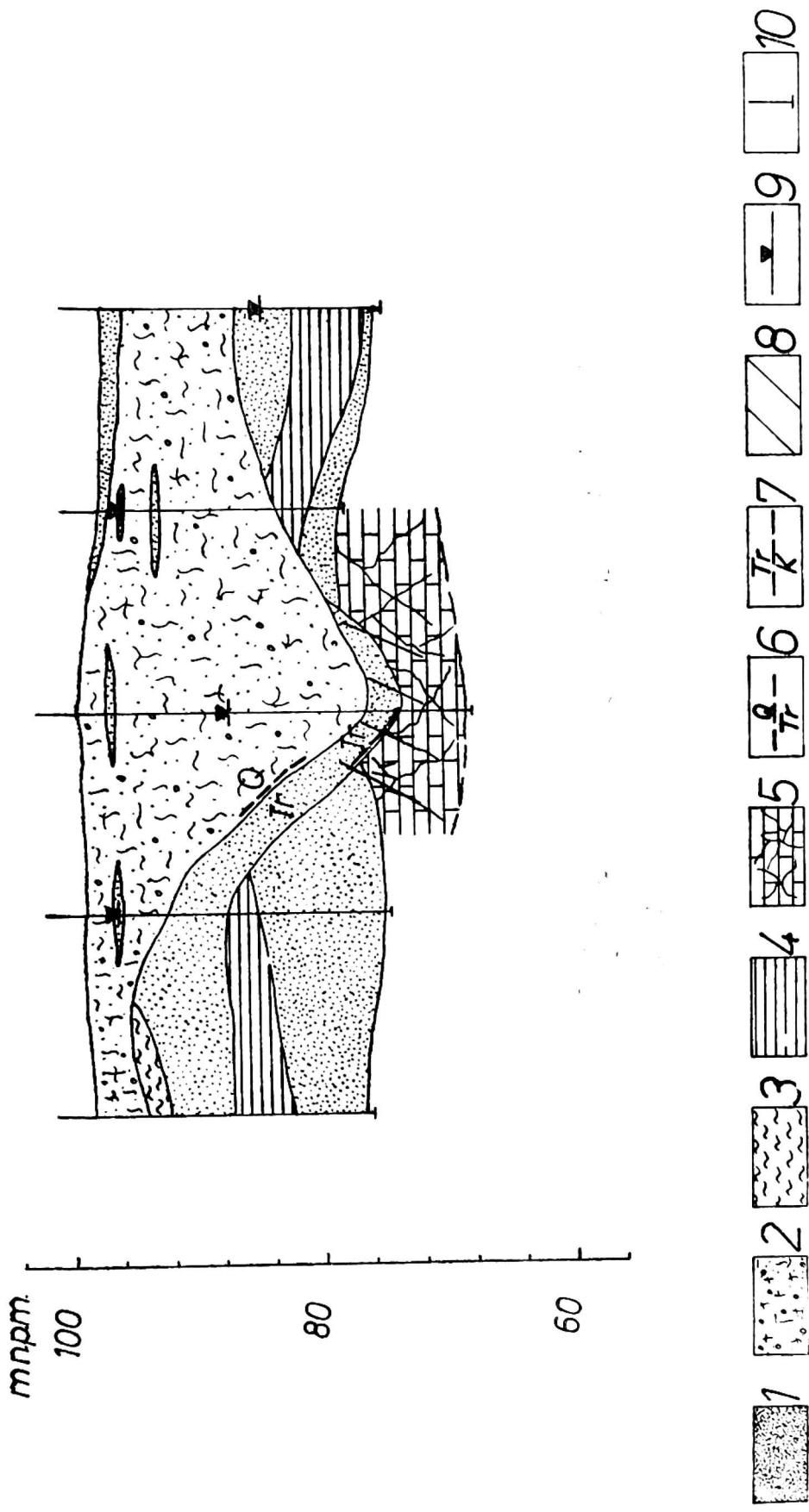
Rys. 1. Roczny przebieg wahań zwierciadła wody jeziora w odkrywce i w obniżeniu przyozowym

1 — jezioro w odkrywce, 2 — jezioro przyozowe

omawianym terenie) określić można na 17,73 km² (J. Chwastek 1972), z czego 5,17 km² przypada na wyrobiska (J. Chwastek 1972, J. Pilawska 1967).

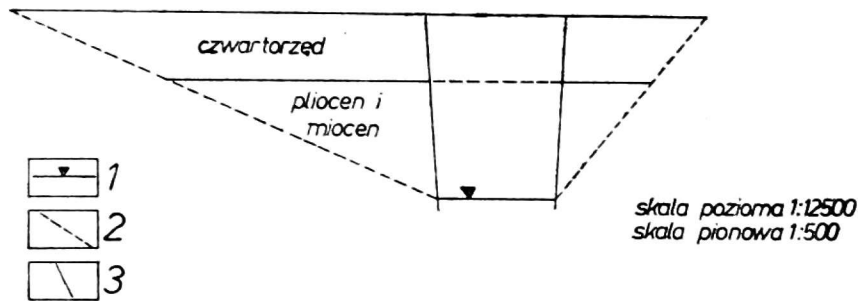
Niniejszą pracę wykonano na podstawie materiałów pochodzących z obserwacji terenowych, oraz w oparciu o materiały archiwalne. Prace terenowe polegały w głównej mierze na comiesięcznych pomiarach (w roku hydrologicznym 1973/1974) wahań zwierciadła wód powierzchniowych w wybranych punktach. Oprócz pomiarów wahań zwierciadła wód, wykonano sondaż jeziora przyozowego w celu określenia jego zasobów wodnych. Dzięki bogatym materiałom archiwalnym zawierającym m. in. dokumentację wierceń z tego obszaru, możliwe było częściowe odtworzenie warunków hydrogeologicznych panujących przed wszczęciem działalności wydobywczej.

I tak, sporządzono: wykres obrazujący wahania zwierciadła wody w odkrywce i w obniżeniu przyozowym (rys. 1), przekroje hydrogeologiczne obrazujące pierwotne kontakty poszczególnych poziomów wodonośnych (rys. 2), schemat ukazujący lej depresyjny na tle budowy geologicznej (rys. 3), przekroje obrazujące różne warianty układów wód podziemnych i powierzchniowych w okolicach odkrywek (rys. 4, 5 i 6), oraz mapę prognoz stosunków wodnych (rys. 7).



Rys. 2. Przekrój przez południową część Zagłębia

1 — piaski, 2 — glina, 3 — il, 4 — węgiel brunatny, 5 — spękane margle kredowe, 6 — granica trzeciorzędu i czwartorzędu, 7 — granica trzeciorzędu i kredy, 8 — strefa kontaktu wód trzeciorzędowych z wodami kredowymi, 9 — nawiercone zwierciadło wody, 10 — wiercenia



Rys. 3. Powierzchnia leja depresyjnego na tle utworów czwartorzęd i trzeciorzęd
 1 — zwierciadło wody w odkrywce, 2 — powierzchnia leja depresyjnego, 3 — zarys odkrywki

II. ANALIZA NIEKTÓRYCH KOMPONENTÓW ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO PRZED ROZPOCZĘCIEM EKSPLOATACJI WĘGLA BRUNATNEGO

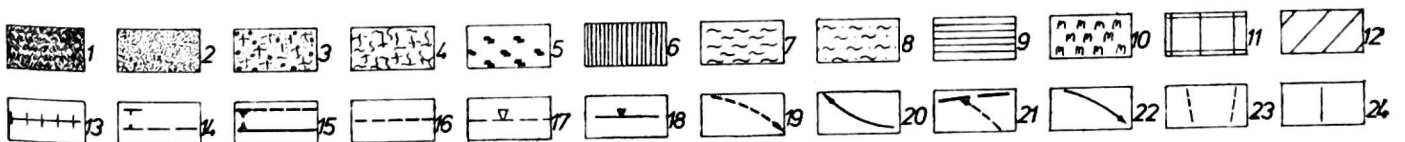
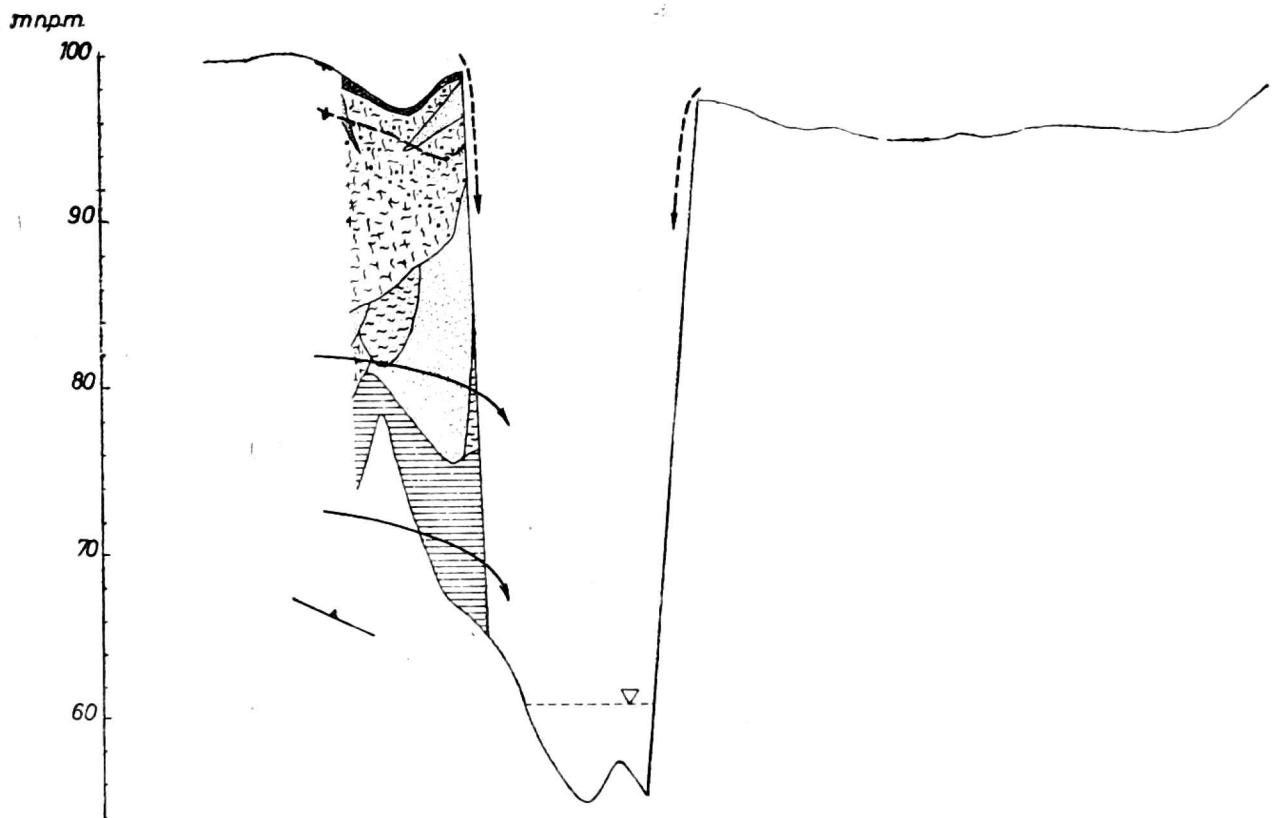
W celu lepszego zobrazowania zaistniałych zmian naturalnego obiegu wody, celowe wydaje się podać charakterystykę niektórych elementów środowiska, które to warunkują naturalną cyrkulację wody. Istotny wpływ na cyrkulację wody mają: szata roślinna, ukształtowanie terenu, warunki geologiczne i meteorologiczne, głębokość zalegania wód podziemnych.

Jeśli chodzi o opad atmosferyczny, to jego średnia wartość w latach 1951 - 1960 wynosiła jedynie 512,8 mm (wartość dla Konina) (M. Żurawski 1966). Wielkość parowania natomiast, obliczona z nomogramu Pardego (J. J. Dynowsky 1964) wynosi około 350 mm. Wartość filtracji dochodzić może do 20% wielkości opadu (M. Żurawski 1966). Jak wiadomo, filtracja jest uzależniona od takich czynników jak:

- warunki geologiczne,
- ukształtowanie terenu,
- pokrywa roślinna i świat zwierzęcy,
- głębokość zalegania wód podziemnych,
- warunki meteorologiczne.

Z powyższych czynników, w zasadzie wszystkie uległy większym lub mniejszym zmianom. Nawet warunki meteorologiczne, które są względnie stabilnym komponentem (na oddziaływanie człowieka) uległy zmianie na skutek wytworzenia dużych deniwelacji terenu oraz przez zdegradowanie roślinności. Zmieniły się więc warunki termiczne (różne ekspozycje stoków), wilgotnościowe oraz układ kierunków wiatrów, które są wymuszane przez odkrywki i zwałowiska.

Obszar objęty pracami górniczymi leży na wysokości 90 - 100 m n.p.m. Na południu granicę jego stanowi Pradolina Warszawsko-Berlińska. Na północ od niej można wyróżnić trzy jednostki geomorfologiczne (L. Kozacki 1972). Są to: morena czołowa w południowej części obszaru, płaska i falista wysoczyzna morenowa zajmująca największą powierzchnię, oraz dna rynien, dolin i basenów zajmujące obszar na południe od jezior Pątnowskiego i Gosławskiego.

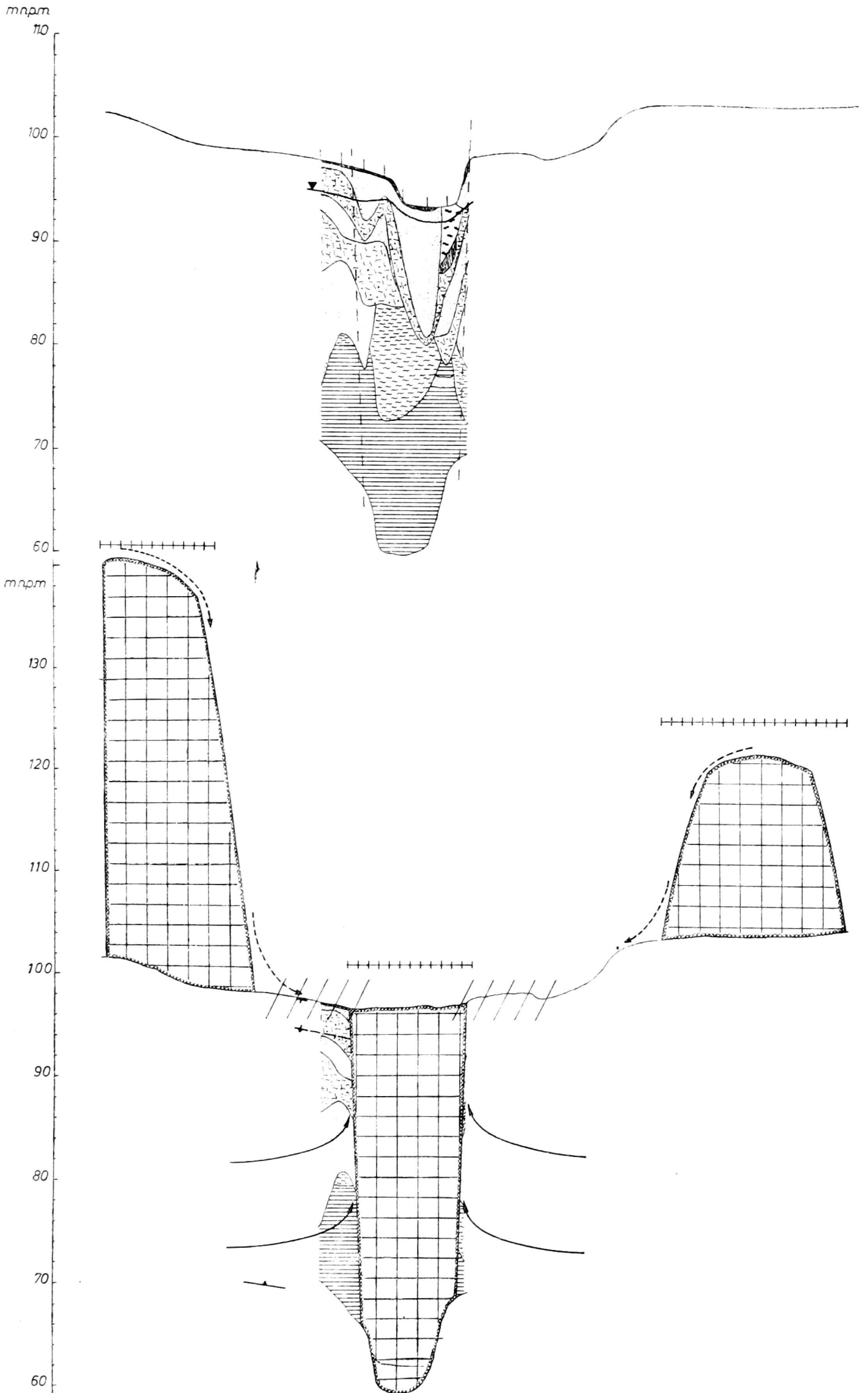


Rys. 4. Prognozy stosunków wodnych w pobliżu odkrywek

1 — gleba, 2 — piasek, 3 — glina piaszczysta, 4 — glina, 5 — torf, 6 — gytia, 7 — ił, 8 — ił zapiaszczony, 9 — węgiel brunatny, 10 — mułki, 11 — utwory zwałowisk, 12 — strefa możliwych wysięków, 13 — obszary, na których uległy zmianie współczynniki filtracji najbardziej niekorzystne, 14 — pierwotna miąższość strefy aeracji, 15 — powiększona miąższość strefy aeracji, 16 — pierwotna granica między strefami aeracji i saturacji, 17 — zwierciadło wody w odkrywce, 18 — pierwotny pierwszy poziom wodonośny, 19 — spływy powierzchniowe, 20 — możliwość podpiętrzania wód przez utwory nieprzepuszczalne, 21 — tendencja podnoszenia się powierzchni depresyjnej, 22 — zasilanie odkrywki poprzez filtrację, 23 — zarys odkrywki, 24 — wiercenia

W

E



Rys. 5. Prognozy stosunków wodnych w pobliżu odkrywek. Objasnienia patrz rys. 4

W

m n p m

106

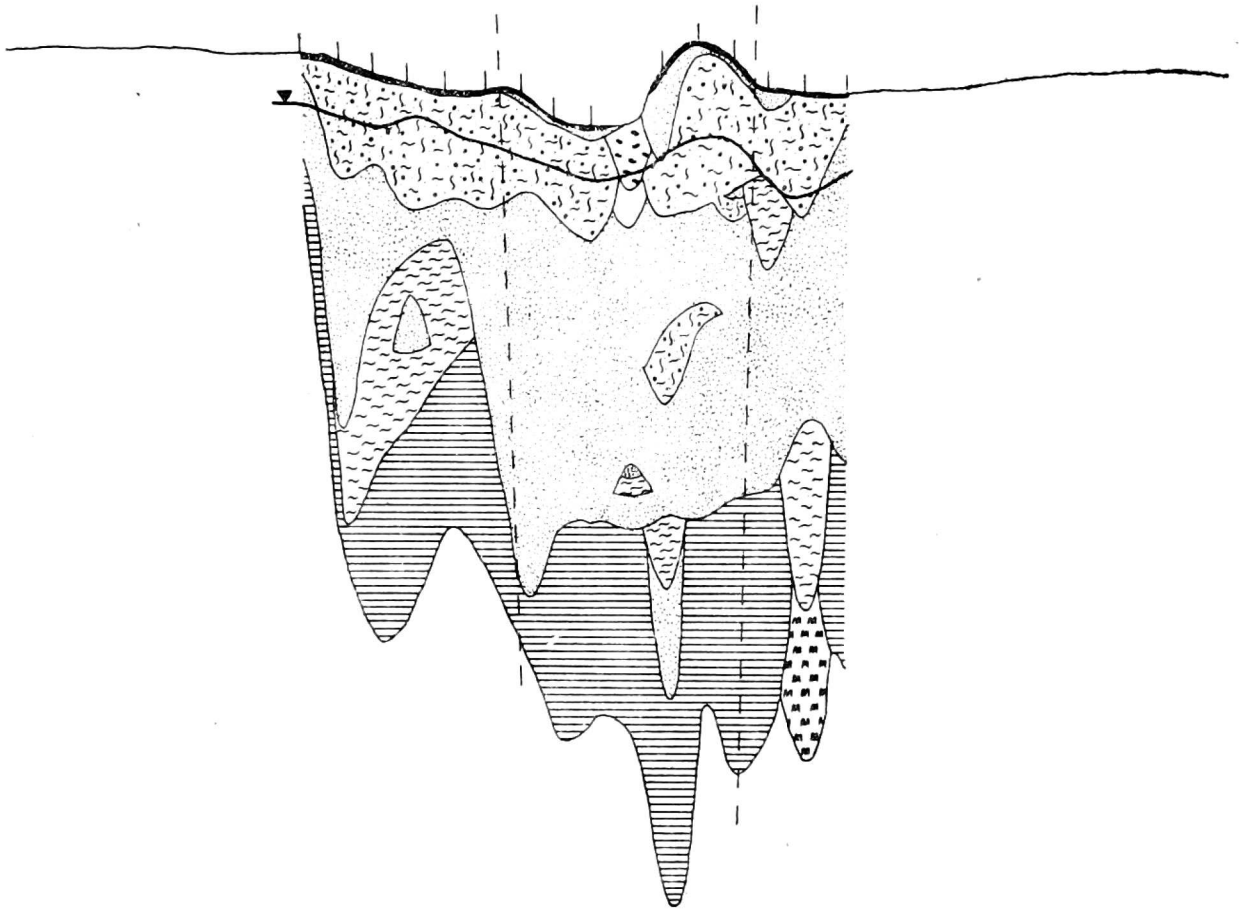
100

90

80

70

60



106

m n p m

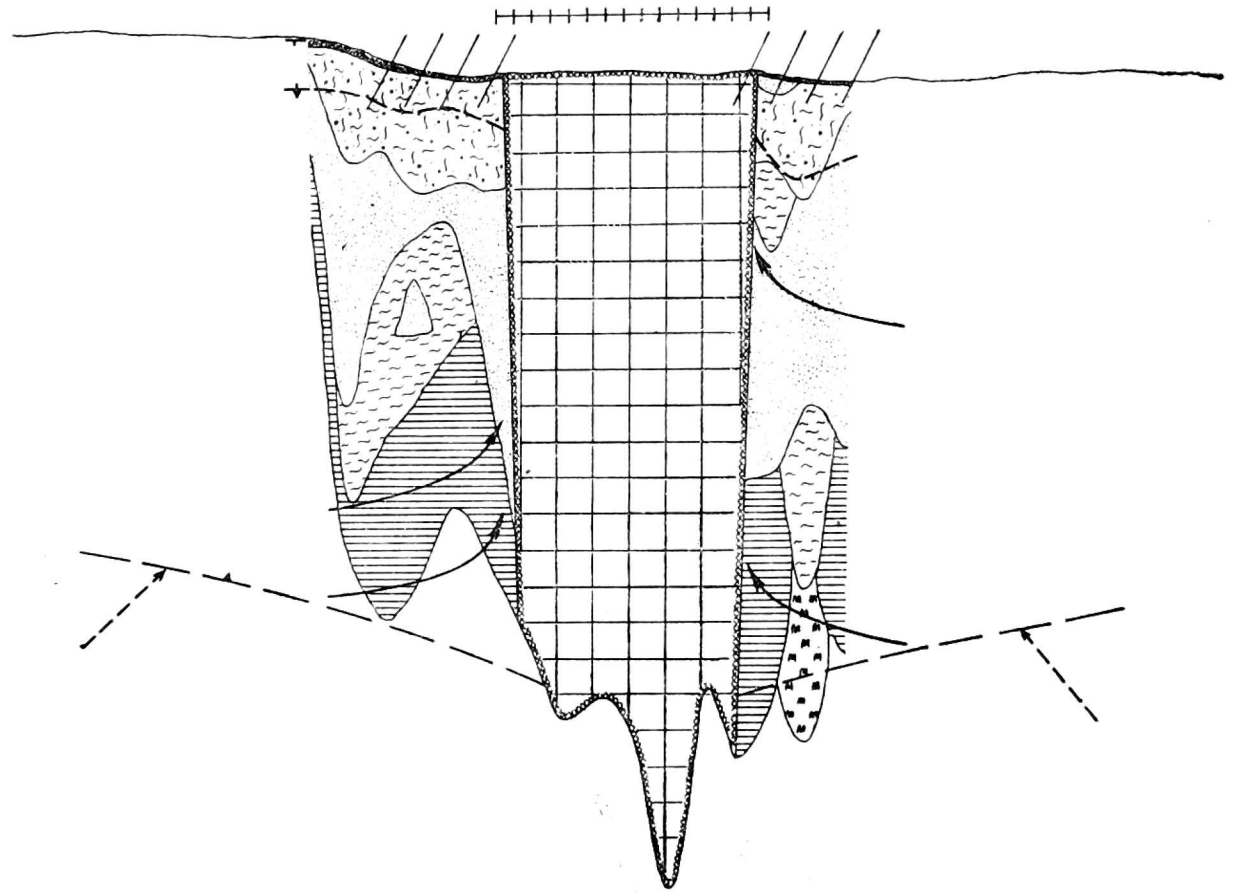
100

90

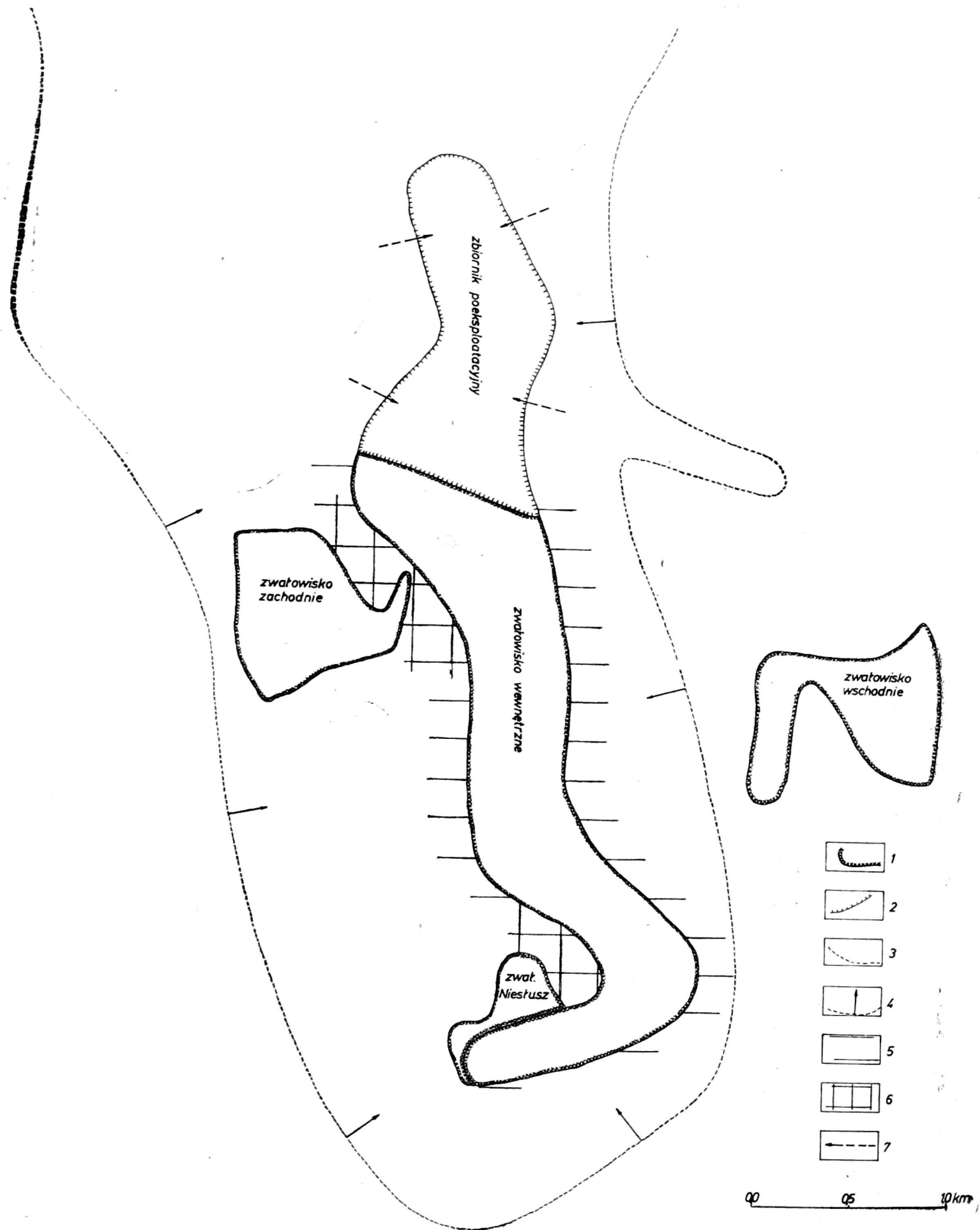
80

70

60



Rys. 6. Prognozy stosunków wodnych w pobliżu odkrywek. Objaśnienia patrz rys. 4



Rys. 7. Prognoza stosunków wodnych w południowej części Konińskiego Zagłębia Węglowego

- 1 — zasięg zwałowisk, 2 — zasięg zbiornika poeksploatacyjnego, 3 — zasięg leja depresyjnego, 4 — tendencja zmian zasięgu leja depresyjnego, 5 — strefa możliwych wysięków, 6 — możliwość intensywnych wysięków, 7 — zasilanie zbiornika poprzez filtrację

Oczywiście w obrębie tych makrojednostek występowały formy podrzędne jak pagórki kemowe, ozy, które miały duże znaczenie w krążeniu wód podziemnych. Jak wynika ze starszych map topograficznych, spadki terenu w okolicy dzisiejszego wyrobiska wynosiły $0 - 10^\circ$. Obecnie, dzięki usypaniu zwałowisk, których wysokości skarp sięgają 40 m, wartości spadków zawierają się w przedziale $17 - 27^\circ$ (J. Chwastek 1970, 1972). Wzrost ten, ma olbrzymie znaczenie dla wielkości spływu powierzchniowego oraz na wielkość współczynników infiltracji.

Jak wiadomo, istotny wpływ na kształtowanie dynamizmu wód podziemnych ma szata roślinna. Jak wynika z obliczeń, powierzchnia lasu zmniejszyła się na tym obszarze ($17,73 \text{ km}^2$) o $1,9 \text{ km}^2$, tj. $10,7\%$. Z faktu tego wynikają dwojakiego rodzaju następstwa. Po pierwsze, ilość opadów może ulegać zmniejszeniu, po drugie zaś, zmniejsza się retencja gruntowa przez zniszczenie ściółki.

Zmiany budowy geologicznej z uwagi na swoją złożoność zostaną omówione w rozdziale dotyczącym wód podziemnych.

III. ZMIANY UKŁADU SIECI WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Omawiany obszar znajduje się w obrębie zlewni Kanału Morzysławskiego, a dokładnie w południowej jego części, która jest ograniczona od północy Jeziorem Pątnowskim, od południa zaś Wartą (H. Ladorski 1968). Południowa część zlewni ze względu na małą ilość cieków nie ma poważnego wpływu na zasoby wód, a ogranicza się do oddziaływania na stosunki wodne tylko w najbliższym zasięgu Kanału Morzysławskiego.

Dzięki istniejącym materiałom archiwalnym było możliwe sporządzenie mapy pierwotnie istniejących cieków, zbiorników wodnych i ich działów wodnych. Jak wynika z przeprowadzonych obliczeń, całkowita długość cieków i rowów melioracyjnych wynosiła $22,34 \text{ km}$. Obecnie, długość cieków łącznie z rowami melioracyjnymi wynosi $10,7 \text{ km}$. Pierwotna gęstość sieci rzecznej obliczona metodą Neumanna wynosiła $1,26 \text{ km}$ cieków na 1 km^2 , obecnie natomiast wskaźnik ten wynosi zaledwie $0,61 \text{ km}$ cieków na 1 km^2 . Ubytek wynosi więc $11,64 \text{ km}$, tj. $52,1\%$. Zanik powierzchniowej sieci wód w omawianym przypadku jest spowodowany przez:

- wytworzenie wyrobisk,
- usypanie zwałowisk zewnętrznych,
- dzięki obniżeniu pierwszego poziomu wód podziemnych, który zasilą ciek i rowy melioracyjne.

Oprócz zmian w sieci cieków nastąpiły zmiany zasięgu jezior i stawów lub też ich całkowita likwidacja. Największym zbiornikiem jaki zlikwidowano na terenie południowej części zagłębia było Jezioro Niesłusz, znajdujące się koło wsi o tej samej nazwie. Prace nad zlikwidowaniem

jeziora były ułatwione tym, że było ono stosunkowo małe (powierzchnia 11 ha, długość 490 m, szerokość 230 m) (Katalog jezior Polski, 1954). Obok zupełnego zlikwidowania jezior¹ spotykamy się ze zjawiskiem diametralnie odwrotnym. Mianowicie w dołach poeksploatacyjnych powstają samoczynnie nowe zbiorniki wodne. Zjawisko to można określić mianem „samoczynnej regeneracji środowiska”. Największe takie jezioro powstało w północnej części wyrobiska Gosławice. Kontury tego zbiornika zaznaczono na rysunku 3. Tworzenie się tego typu zbiornika jest w zasadzie rzeczą nieuniknioną, gdyż mimo zasypywania wyrobisk zwałowiskami wewnętrznymi powstaje obniżenie, którego wielkość równa się objętości wyeksploatowanego węgla brunatnego oraz objętości materiału w zwałowiskach zewnętrznych. W przypadku odkrywki Gosławice, objętość niedoboru końcowego wynosi 53,8 ml m³ (J. Chwastek 1972). Jeśli z obniżenia tego typu nie będzie stale wypompowywana woda, a utwory tworzące dno będą względnie nieprzepuszczalne, woda wówczas stale będzie zalegała na dnie obniżenia.

Na podstawie map archiwalnych przeprowadzono analizę zmian działów wodnych. Oprócz działów istniejących pierwotnie, określono zlikwidowane działy oraz obszary, na których przebieg działów uległ istotnym zmianom. Terenami takimi są obszary zwałowisk. Trudno jest jednak wydzielić wyraźnie działy wodne w obrębie zwałowisk, gdyż są to formy o wyjątkowo urozmaiconej morfologii, w skład której wchodzi duża ilość bezodpływowych zagłębień. Tak urozmaicona „młoda” rzeźba uniemożliwia wyznaczenie pewnych działów wodnych bez dokładnego skartowania obszarów zwałowisk. W związku z tym, tereny zwałowisk należy traktować jako obszary o skomplikowanym systemie działów wodnych. Na jednym ze zbiorników o powierzchni 0,5 ha prowadzono (w roku hydrologicznym 1973/1974) obserwacje wahań zwierciadła wody. Jezioro to, znajduje się w bezodpływowej kotlinie, której dno tworzyły zwałowane tu wcześniej iły pliocenские oraz gliny czwartorzędowe. Tak więc, jego obieg wody był o tyle uproszczony, że najprawdopodobniej było wyeliminowane zasilanie wodami podziemnymi oraz wszelkie dopływy i odpływy wód dostarczane ciekami. Przepuszczalnie jedynym źródłem zasilającym jezioro w wodę były opady. Dowodem na intensywne zasilanie tego typu są jednostki morfologiczne znajdujące się w kotlinie. Spotykamy tam głęboko wcięte doliny (rozcięcia) cieków okresowych, które przypominają pustynne wadi. Poza tym istnieją erozyjne rozcięcia ścian wyrobiska, u podstawy których spotykamy charakterystyczne dla rozmywania deszczowego stożki torencjalne. Rysunek 1 obrazuje wahania zwierciadła wody tego

¹ W jeziorach znajdujących się w większych odległościach od odkrywki spotykamy się ze zjawiskiem obniżania zwierciadła wody w miarę odpompowywania wód z odkrywki. Przykładem tego może być opisane przez L. Kozackiego (1972) Jezioro Głodowskie.

zbiornika. Jak widać, w okresie letnim poziom zwierciadła jest najniższy, natomiast w czasie wiosny — najwyższy. Amplituda wahań w okresie rocznym wynosi blisko 100 cm. Wahania zwierciadła wody pozostają w zasadzie w zależności funkcyjnej z opadem i parowaniem. Wpływa na to nieprzepuszczalne dno — brak zasilania wodami podziemnymi oraz położenie jeziora w kotlinie. W przypadku tego rodzaju zasilania, wahania zwierciadła wody są bardzo „czułe” na opad i reagują szybciej niż ma to miejsce w przypadku zbiorników zasilanych przez wody podziemne oraz stałe ciekły. Linia przerywana na wykresie obrazuje wahania zwierciadła wody jeziora przyozowego zasilanego wodami podziemnymi.

Aby wykres wahań zwierciadła wody w jeziorze przyozowym oraz w jeziorze w odkrywce był porównywalny, zredukowano wartości odczytów wodowskazu jeziora w odkrywce, do wartości uzyskanych z wodowskazu jeziora przyozowego. Otóż od każdej wysokości zwierciadła jeziora znajdującego się w odkrywce odjęto wartość jaka istniała między odczytami wodowskazów w listopadzie. W ten sposób obie krzywe reprezentują wartości niejako „jednego wodowskazu”, dzięki czemu jest możliwe porównywanie amplitud wahań zwierciadeł wód obu jezior.

Oprócz zmian układów cieków, rowów melioracyjnych, jezior i stawów, w krajobrazie pojawiają się innego typu zbiorniki wodne zwane odstojnikami. Ich funkcjonowanie jest związane z szybami odwadniającymi, elektrowniami oraz hutą aluminium w Malińcu. Zbiorniki te zajmują często powierzchnie kilku hektarów.

W przypadku terenu z dużą powierzchnią hałd, a więc ze „świeżą” morfologią, powstaje zupełnie nowa sieć hydrograficzna. W większości przypadków tworzą ją krótkie ciekły wewnątrz wyrobiska zazwyczaj epizodycznie funkcjonujące. Jakkolwiek zmiany powierzchniowej sieci wodnej są znaczne, to wydaje się że mają one znacznie mniejszy zasięg niż ma to miejsce w przypadku wód podziemnych. Tym właśnie zmianom będzie poświęcona dalsza część pracy.

IV. ZMIANY DYNAMIZMU WÓD PODZIEMNYCH NA TLE WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Na wstępie zostanie omówiona budowa geologiczna rozpatrywanego obszaru, od której w dużym stopniu jest uzależniony dynamizm wód podziemnych. Charakterystykę warunków hydrogeologicznych podaje się (w większości) za B. Bartosiewicz (1974).

Najstarsze nawiercone utwory na tym obszarze, są reprezentowane przez kredowe margle mastrychtu. Generalnie strop kredy zapada się w kierunku północnym. W okolicach pradoliny utwory kredowe można spotkać zaledwie kilka metrów pod powierzchnią terenu, zaś w okolicy jezior Pątnowskiego i Gosławskiego powierzchnia stropowa jest zanurzona już

na głębokość kilkudziesięciu metrów (rys. 2). Na przestrzeni kilku kilometrów strop kredy zapada się o ponad 20 metrów w kierunku północnym. Kwestią bezsporną jest, że powierzchnia ta posiada elewacje i depresje, których powstanie należy wiązać z erozją i działalnością tektoniczną. Na utworach kredy fragmentarycznie występuje zwietrzelina paleogeńska.

Miocen jest reprezentowany przez piaski średnio- i drobnoziarniste z domieszką pyłu węglowego (miąższość ich wynosi 8 - 12 m na południu oraz do 60 metrów na północy) oraz seria węgla brunatnego (którego miąższości wahają się od 24 m na południu do 32 m na północy). Jak wynika z analizy przekrojów, powierzchnia stropowa węgla nie posiada dużych deniwelacji, a utwory węgla wypełniają niecki sedymentacyjne, jednak głębokość zalegania węgla brunatnego jest bardzo różnorodna i tak, wynosi od 12 m p.p.t. (rysunek 2 — południowa część rozpatrywanego obszaru) do 40 m p.p.t. (rysunek 4 i 5 — południowy teren prac górniczych). Miocen pokrywają utwory pliocenu, reprezentowane głównie przez łył plioceńskie oraz piaski. Średnia miąższość pliocenu wynosi 6 m, maksymalna zaś 16 m. Najmłodsze ogniwo stratygraficzne stanowią osady czwartorzędowe. W przeciwieństwie do regionu północnego — leżącego na północ od jezior Gosławskiego i Pątnowskiego, region południowy ma zachowany pełen profil stratygraficzny czwartorzędu. Na utwory czwartorzędowe w głównej mierze składają się:

- gytie i torfy (böeling-holocen),
- piaski, piaski ze żwirami — rynien jeziornych, ozów, kemów (maks. stadiał Würmu),
- piaszczysta glina zwałowa — brązowa (złod. Würm),
- osady interglacjału eemskiego,
- glina zwałowa, w spągu szara, w stropie brunatnoszara (złod. Riss).

Stwierdzić należy, że miąższość czwartorzędu systematycznie wzrasta z południa na północ. Na podstawie kilkuset wierceń określono największą i najmniejszą miąższość czwartorzędu na omawianym terenie. I tak, wartość maksymalną określić można na 29,5 m (w północnej części obszaru), zaś wartość minimalna wynosi 1,5 m (w pobliżu pradoliny). Powyższe wartości w sposób bardzo orientacyjny charakteryzują miąższości poszczególnych warstw geologicznych, niemniej wielkości te są niezmiernie ważne, z uwagi na fakt, iż jednym z warunków umożliwiających prowadzenie eksploatacji węgla brunatnego jest odwodnienie warstw wodonośnych. Dla zobrazowania ilości spompowywanej wody, podaje się za H. Ladorskim (1968), wielkości spompowywanej wody z odkrywki Gosławice (patrz tab. 1).

Spompowanie tak dużych ilości wód doprowadza do naruszenia równowagi układu wód podziemnych, a konsekwencją tego jest wytworzenie się leja depresyjnego. Mimo iż istnieje wiele wzorów określających zasięg leja depresyjnego w zależności od utworów geologicznych (Z. Pazdro 1964, Z. Płochniewski 1971, Z. Śmietański 1969), trudno jest je jednak zastoso-

Tabela 1

| Rok | Ilość spompowanej wody w tys. m ³ |
|------|--|
| 1958 | 6343,0 |
| 1960 | 5752,0 |
| 1963 | 6685,0 |
| 1965 | 9280,0 |

wać w tym przypadku ze względu na złożoność budowy geologicznej. Prawie właściwy obraz zasięgu leja daje rysunek 7, na którym jest przedstawiony zasięg leja sporządzony na podstawie obserwacji wahań zwierciadła wody w studniach gospodarskich. Jak wynika z obliczeń, powierzchnia leja w utworach czwartorzędowych wynosi około 22 km². Średnia szerokość (W-E) wynosi 3,0 km, zaś długość (N-S) — 6,5 km.

Według pomiarów z lat 1967 - 1970, zasięg leja nie uległ większym zmianom. Znając granicę zasięgu leja oraz mając dobre rozeznanie hydrogeologiczne, obliczono łączną kubaturę osuszonych warstw wodonośnych (zasobów statycznych). Z wielkości tej jest możliwe obliczenie pierwotnej zasobności utworów czwartorzędowych w wodę. Na podstawie 292 wierceń z tego obszaru, średnią miąższość czwartorzędu określono na 9,9 m. Jest to miąższość stosunkowo mała, jeżeli porównamy ją z analogiczną średnią dla Wielkopolski, która obliczona przez B. Krygowskiego (1954) wynosi 40 metrów. Rysunek 3 przedstawia uproszczony schemat, na którym przedstawiono powierzchnię leja depresyjnego na tle utworów czwartorzędu, pliocenu i miocenu. Przy sporządzeniu schematu poczyniono założenia upraszczające, a mianowicie:

- powierzchnia terenu jest równa,
- układ zagłębień depresyjnych zwierciadła wody tworzy jedna płaszczyzna,
- przedstawiony przekrój jest reprezentatywny dla całego obszaru.

Obliczona średnia powierzchnia (z profilu) wszystkich utworów czwartorzędowych wynosi 20 000 m². Aby otrzymać łączną kubaturę utworów czwartorzędowych objętych lejem, należy pomnożyć powierzchnię profilu przez długość zasięgu leja, tj. 6600 m. Obliczona w ten sposób objętość równa się 13×10^7 m³, czyli 0,13 km³. Z wielkości tej należy wyodrębnić jeszcze łączną objętość utworów wodonośnych, a więc piasków i żwirów. Średnia ich miąższość została obliczona analogicznie jak to miało miejsce w przypadku określenia średniej miąższości czwartorzędu. Wartość ta wynosi 4,4 m. Należy ją jednak jeszcze pomniejszyć o bezwodną-stropową warstwę, która tworzy strefę aeracji. Miąższość jej ustalono na 2,0 m. Wartość ta jest średnią głębokością zalegania wody podziemnej (ustaloną na podstawie danych pochodzących z wierceń geologicznych). Tak więc, całkowita objętość nawodnionych utworów czwartorzędowych o miąższości 2,4 m wynosiła 39×10^6 m³, tj. 0,039 km³.

Przy stopniu wilgotności równym 1,0 grunt posiada tzw. wilgotność

całkowitą, która wyraża się następującym wzorem (W. Kostrzewski 1972):

$$W_c = \frac{e \times gw}{g}$$

W_c — wilgotność całkowita,

gw — ciężar właściwy wody (1,0 g/cm³),

g — ciężar właściwy piasku (2,65 g/cm³),

e — wskaźnik porowatości (0,35).

Po podstawieniu powyższych wartości do wzoru, otrzymano wielkość 13⁰/o, która określa przestrzeń zajmowaną przez wodę, w stosunku do całej objętości utworów czwartorzędu. Jest to wartość przybliżona do wartości podanej przez B. Krygowskiego (1954) dla obszaru Wielkopolski, która wynosi 12⁰/o. Przez pomnożenie całkowitej objętości utworów pierwotnie nawodnionych przez 13⁰/o, otrzymano szacunkową wielkość dawnych zasobów statycznych, zalegających na obszarze dzisiejszego leja depresyjnego. Objętość ta wynosiła 5 070 000 m³. Natomiast kubatura spompowanych zasobów statycznych z powierzchni objętej zasięgiem odkrywki wyniosła jedynie około 25⁰/o (tj. około 1 mln m³) całości spompowanych zasobów. Interesująca jest zależność między tymi dwoma wielkościami. Otóż stosunek 4 : 1 (czyli 100⁰/o : 25⁰/o) określa z jednej strony proporcję między spompowanymi wodami z odkrywki w stosunku do całości spompowanych wód, z drugiej zaś strony określa całokształt stosunków hydrogeologicznych danego terenu. Porównanie tej proporcji dla różnych kopalni (gdzie istnieją różne warunki hydrogeologiczne) byłoby, być może, pożyteczne.

Ilość wód odprowadzonych z terenu objętego odwodnieniem scharakteryzowano dwoma wskaźnikami. Otóż gdyby odwodnione utwory były napełniane wodami Warty (średni przepływ Warty dla stacji Konin wynosi 64,9 m³/sek. — Wyniki pomiarów hydrometrycznych PIHM 1970), czas napełniania ich wyniósłby około 24 godziny. Innym sugestywnym parametrem jest wskaźnik zasobności (G. Castany 1972) wyrażony wzorem:

$$dW = \frac{W}{A}$$

dW — oznacza zasobność, wyrażoną wysokością warstwy wody (w mm) na jednostkę powierzchni,

W — potencjał zasobności (w tys. m³),

A — powierzchnia basenu hydrograficznego (zlewni) lub warstwy wodonośnej.

Obliczona w ten sposób zasobność wynosiła 320 mm. Tak więc, przy średnim opadzie 500 mm, zasoby czwartorzędowe mogłyby być odnowione w ciągu 8 miesięcy (oczywiście przy nienaruszonej strukturze warstw oraz gdyby nie zachodziło parowanie).

H. Ladorski (1968) podaje, że z odkrywki Gosławice w ciągu 8 lat spompowano 51 149 000 m³ wody. Jak wynika z powyższych prowizorycznych

obliczeń, zaledwie 10⁰/o ogółu spompowanych wód stanowią wody czwartorzędowe, natomiast aż 90⁰/o wody formacji trzeciorzędowej.

Aby odnowić wody trzeciorzędowe i czwartorzędowe opadami trzeba więc 6 lat i 8 miesięcy. Jeśli chodzi o relacje ilościowe między zasobami utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych, to jest odpowiednio — 10 i 90⁰/o (1 : 9), to nie wydają się budzić większych zastrzeżeń. B. Krygowski (1954) podaje analogiczne wartości dla obszaru Wielkopolski. I tak jeśli objętość zasobów przyjmiemy jako 100⁰/o, to na zasoby czwartorzędowe przypada 28⁰/o, natomiast w formacji miocenińskiej zalega aż 72⁰/o wód podziemnych.

Wydaje się, że pewną rolę w wielkości spompowywanych wód mogą mieć doliny kopalne. Na rysunku 7, w regularnym zasięgu leja depresyjnego po stronie wschodniej, widać pewne odchylenie od regularnego przebiegu linii maksymalnego zasięgu leja. Przyczyną tego jest właśnie dolina kopalna, która została odwodniona.

Problem leja depresyjnego jest tylko jednym z zagadnień wód podziemnych. Niemniej, z ekonomicznego punktu widzenia jest to problem pierwszoplanowy. Potwierdzeniem tej tezy jest fakt, iż udział kosztów ponoszonych za usuwanie szkód wynikających z odwodnienia oscyluje między 85 - 95⁰/o ogólnych kosztów odszkodowań górniczych na omawianym terenie (J. Chwastek 1972). Oczywiście wartości te nie odnoszą się do wszystkich kopalni, lecz zależą bardzo ściśle od warunków geologicznych. I tak np. Zagłębie Turaszowskie ze względu na to, że jego basen sedymentacyjny znajduje się w granitowej niecce tektonicznej, posiada powierzchnię leja 7 razy mniejszą od analogicznej powierzchni w Zagłębiu Konińskim (J. Pilawska 1967). Maksymalny zaś zasięg leja w Zagłębiu Dolnośląskim (położonym w specyficznych warunkach wodnych Pradoliny Wrocławsko-Magdeburgskiej) wynosi aż 18 km (J. Pilawska 1965).

Po omówieniu powyższego zagadnienia i zapoznaniu się z warunkami geologicznymi, omówione zostaną poziomy wodonośne pierwotnie zalegające na tym obszarze. Pierwotnie na całym niemal terenie wyróżnić było można trzy poziomy wodonośne.

Pierwszy poziom wodonośny zalega w piaskach czwartorzędowych oraz trzeciorzędowych. Te różnowiekowe piaski, jak to wynika z licznych wierceń, bardzo często kontaktują się. Rysunek 2 przedstawia taką charakterystyczną sytuację. Dzięki temu, że ility płoceńskie nie mają ciągłej stratyfikacji, piaski pozostają w bezpośrednim kontakcie na dużych przestrzeniach. Miąższość pierwszego poziomu wodonośnego jest bardzo różna, i waha się od 0 do 20 m. Ten freatyczny poziom jest interesujący z dwóch względów. Po pierwsze, w poziomie tym kontaktują się często utwory czwartorzędowe z kredowymi, po drugie, poziom ten posiada kontakt z wodami powierzchniowymi.

W przypadku kilku warstw wodonośnych, poziom piezometryczny pierwszego zwierciadła wody odzwierciedla ciśnienia wody warstw niżej leżą-

cych. Tak więc, ciśnienie piezometryczne poziomu freatycznego jest niejako wypadkową ciśnień poziomów niżej leżących. Poza tym, kontakt wód ma duży wpływ na:

- mieszanie wód o różnym składzie chemicznym,
- ilość spompowanej wody (szczególnie w przypadku kontaktu kredy i czwartorzędu),
- zanieczyszczenie wód czwartorzędowych wodami mioceniowymi.

Dowodów na tego typu kontakty jest wiele. W literaturze spotykamy się z przykładem ozu w okolicy Woli Łaszczonej. Otóż w trakcie posuwania się odkrywki Gosławice oz został „przecięty”. Obecnie widać, że spąg piasków fluwioglacjalnych budujących formę spoczywa bezpośrednio na węglu brunatnym. Oz ten przed odwodnieniem spełnia zapewne rolę okna hydrogeologicznego. Kilkadziesiąt metrów od ozu istnieje jeszcze jezioro przyozowe. W celu obliczenia kubatury jeziora wykonano sondaż, który przeprowadzono z brzegu. Otóż na brzegu wbito paliki, między którymi przeciągnięto oznakowaną linę (lina-baza), na której co 2 m był zrobiony węzeł zaczepny. Na linie tej zainstalowano bloczek z przewleczoną przez niego wyskalowaną liną (co 5 cm) zakończoną ciężarkiem. Głębokość w danym miejscu można było ustalić przeciągając bloczek na odpowiedni węzeł zaczepny. Odczyt głębokości równa się odczytowi z wyskalowanej liny, pomniejszonemu o odległość od brzegu (czyli o wielokrotność odcinków 2 m). Powyższa metoda posiada pewne plusy, jak np. niekonieczność używania środka pływającego, doskonałe zlokalizowanie sondowanego miejsca, możliwość powtarzania sondowań w tych samych miejscach (przez pozostawienie wbitych na stałe palików, które są pewnego rodzaju bazą), co ma duże znaczenie przy badaniu zbiorników, w których zachodzi bardzo intensywna sedimentacja w krótkim czasie, jak ma to miejsce między innymi w jeziorach poeksploatacyjnych.

Obliczona w powyższy sposób objętość jeziora wynosi 385 m³. Pomimo zupełnego odwodnienia piasków ozu, w jeziorze w ciągu całego roku zalega woda. Przyczyną tego jest zaleganie gliny w obniżeniu przyozowym, która nie dopuszcza do zupełnej infiltracji wody. Na rysunku 1 przedstawiono wahania powierzchni zwierciadła wody w roku hydrologicznym 1973/1974. Jak widać, w przeciwieństwie do wahań zwierciadła wody w głębi odkrywki, posiadają one znacznie mniejszą amplitudę. Przyczyną tego stanu rzeczy jest innego rodzaju zasilanie, a mianowicie — zasilanie wodami podziemnymi (śródglinowymi), oraz znacznie mniejsza zlewnia w stosunku do powierzchni jeziora (niż ma to miejsce w przypadku jeziora w głębi odkrywki). Maksymalna amplituda roczna wyniosła zaledwie 18 cm, gdy tymczasem amplituda wahań zwierciadła wody w jeziorze odkrywkowym wyniosła aż 98 cm.

Według mapy M. Żurawskiego (1968) na omawianym terenie wydzielić było można następujące strefy pierwszego poziomu wód podziemnych:

- strefę torfowo-bagienną stagnacji wód podziemnych,

— strefę dolinną bezpośredniego kontaktu z wodami powierzchniowymi,

— strefę wysoczyznową z niekorzystnymi warunkami infiltracyjnymi, gdzie dynamizm wód podziemnych jest uzależniony od terenów sąsiednich.

Na pytanie, czy stan aktualny pokrywa się ze stanem pierwotnym, generalnie należy dać odpowiedź negatywną. Na całym obszarze obniżyło się zwierciadło pierwszego poziomu wód podziemnych. Zmieniły się również typy infiltracyjne na bardziej niekorzystne i kompleksowe, co także ma naczelne znaczenie przy problemie zasilania wód podziemnych wodami opadowymi. Według przeprowadzonych badań współczynniki infiltracji dla utworów wodonośnych (według Z. Trębaczkiwicz 1975) wynoszą:

— dla piasku drobnego od 0,0043 - 0,0004 cm/s,

— dla piasku grubego od 1,9 - 0,8 cm/s,

— dla gliny od 0,003 - 0,0002 cm/s.

Obecnie, przeważające tereny zwałowisk pokrywa glina, która dzięki pewnej domieszce łu posiada zmniejszony współczynnik infiltracji, który wynosi od 0,008 do 0,0000004 cm/s. Poza tym pewne obszary pokrywa łu, który posiada jeszcze mniejsze współczynniki infiltracji (0,0001 - 0,00000002 cm/s) niż glina, dzięki czemu obszar zwałowisk w porównaniu ze stanem pierwotnym jest praktycznie w małym stopniu podatny na infiltrację.

Drugi podwęglowy poziom wodonośny był ciągły, a miąższość jego wynosiła kilka do kilkunastu metrów. Przebieg tego poziomu przeanalizować można na rysunku 2. Dzięki zalegającym nad wodonośnymi piaskami utworom nieprzepuszczalnym (gliny zwałowe, ły, częściowo węgiel brunatny), poziom ten pozostaje pod ciśnieniem kilku atmosfer (H. Ladorski 1968). Wody tego poziomu kontaktują się w wielu miejscach z wodami poziomu wyższego oraz niższego-kredowego. Szczególnie kontakt z wodami kredowymi ma duży wpływ na odwodnienie odkrywek, gdyż margle i wapienie mastrychtu intensywnie zasilają formację trzeciorzędową.

Charakter trzeciego poziomu wodonośnego przedstawia również rysunek 2. Poziom ten tworzą spękania i szczeliny margli kredowych, sięgających do 80 m w głąb tej serii (B. Bartosiewicz 1974). Jak widać z przekroju, wody kredowe mogą kontaktować się bezpośrednio z wodami trzeciorzędowymi, a te zaś z czwartorzędowymi. Ma to olbrzymie znaczenie w wielkościach spompowywanych wód. Jak widać, największym zmianom uległ poziom pierwszy. Na terenie wyrobiska oraz w jego pobliżu został on całkowicie zlikwidowany, natomiast w dalszej odległości od odkrywki obniżony. Drugi poziom został również znacznie przekształcony, tzn. obniżony dzięki obniżeniu zwierciadła statycznego oraz dzięki częściowemu zlikwidowaniu go (na obszarze wyrobiska). Niemniej z gospodarczego punktu widzenia zaburzenia poziomu pierwszego mają najbardziej daleko idące następstwa.

Oprócz zmian zaistniałych w przebiegu układu poziomów wodonośnych,

zmieniła się również struktura samych warstw wodonośnych (poza obrębem odkrywki). Otóż dzięki odwodnieniu wodonośnych piasków o dużych miąższościach (miąższości piasków czwartorzędowych i trzeciorzędowych wynoszą łącznie 10 - 20 m), nastąpiło pewnego rodzaju „tąpnięcie”². Przyczyną tego zjawiska było to, iż odwodnione warstwy wodonośne straciły pierwotną strukturę na skutek dużej ilości wolnych przestrzeni powstałych dzięki spompowaniu wody. Dzięki temu zmniejszyła się porowatość utworów wodonośnych. Trudno jest ocenić wielkość tego tąpnięcia, a pełną odpowiedź na to pytanie dałaby zapewne precyzyjna niwelacja. Niemniej przypuszczać należy, że większe wartości zapadnięć istnieją w miejscach, gdzie są większe miąższości utworów piaszczystych (a mniejsze miąższości gliny) oraz na miejscu zwałowisk zewnętrznych. Na obszarach zwałowisk istnieje bowiem dodatkowo ciśnienie (wywołane naciskiem masy zwałowiska) mogące przyczynić się do większych wartości „ściśnięcia” bezwodnych obecnie utworów piaszczystych.

V. PRÓBA PROGNOZY STOSUNKÓW WODNYCH

W Zagłębiu Konińskim całkowita powierzchnia objęta działalnością górniczą wynosi 32,7 km² (J. Chwastek 1972). Jest to obszar stosunkowo duży jeśli porównamy go np. z nieużytkami przemysłowymi Zagłębia Górnośląskiego, które wynoszą 260 km² (górnictwo różnego typu datuje się tam od XV w.) (A. Hornig 1968).

Jak podkreślono na wstępie, obok morfologicznego przekształcenia terenu, naczelnym problemem jest zmiana stosunków wodnych. Od nich w dużej mierze będzie uzależnionych wiele procesów, których wypadkowa będzie stanowiła o charakterze „nowego” środowiska, po drugie zaś, świadoma działalność człowieka, a więc rekultywacja. Oczywiście rzeczą jest, że z biegiem czasu dzięki opadom i grawitacyjnemu przemieszczaniu materiału, formy wypukłe i wklęsłe będą się wyrównywały. Będzie to powodowało zmniejszanie spadków i spływów powierzchniowych wody, dzięki czemu większe ilości wody będą miały zdolność infiltracji. Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na stosunki wodne jest wytworzenie nowej pokrywy glebowej. Wietrzenie gruntu zwałowego i samorzutne zagnieżdżanie się roślinności znacznie się do tego przyczynia. Samoczynny proces powstawania nowej pokrywy glebowej jest bardzo powolny, niemniej może on być znacznie przyspieszony dzięki działalności człowieka. I tak, prowadzone są badania nad nawożeniem terenów rekultywowanych skałami montmoryllonitowymi (bentonitami) (J. Chwastek 1972), których zadaniem jest stworzenie kompleksu sorpcyjnego w celu zwiększenia pojem-

² Informacja otrzymana od dra L. Kozackiego, za którą składam serdecznie podziękowanie.

ności wodnej gruntów poeksploatacyjnych. Najbardziej jednak istotną rzeczą jest problem zachowania się wód podziemnych po zakończeniu działalności wydobywczej.

Na rysunkach 4, 5 i 6 podjęto próbę przeanalizowania różnych wariantów zachowania się wód w pobliżu odkrywki. Rozpatrzono trzy przypadki, a mianowicie:

— materiał jest wybrany z odkrywki, na jej dnie wytworzył się zbiornik wodny, na zewnątrz odkrywki nie ma zwałowisk (rys. 4),

— odkrywka jest wypełniona zwałowiskiem wewnętrznym, po obu jej stronach zalegają zwałowiska zewnętrzne (rys. 5),

— wyrobisko jest wypełnione zwałowiskiem wewnętrznym, a na zewnątrz nie ma zwałowisk (rys. 6).

W przypadku pierwszym, odkrywka będzie zasilana z jednej strony przez filtrację poziomą, z drugiej zaś poprzez spływ powierzchniowy do odkrywki.

W drugim przypadku, wody podziemne będą podpiętrzane przez materiał zezwałowany w odkrywce. Ze zwałowisk natomiast będzie intensywny spływ powierzchniowy, jednak z uwagi na trudno przepuszczalne utwory zalegające w wyrobisku, infiltracja będzie znacznie utrudniona, a zwiększona będzie retencja powierzchniowa oraz parowanie.

Trzeci przypadek będzie podobny do drugiego, jednak nie będzie tu intensywnych spływów powierzchniowych (nie ma zwałowisk).

Ze względu na bardzo skomplikowaną „nową” budowę geologiczną, skomplikowany charakter będzie miał dynamizm wód podziemnych. M. Żurawski (1966) wprowadził do literatury terminy: amplituda poziomo ciągła oraz amplituda poziomo nieciągła. Otóż charakterystykę wód podziemnych w przeszłości oraz w nowych warunkach, przeprowadzić można właśnie opierając się na tych dwóch terminach. O pierwszej amplitudzie mówimy wówczas, gdy wahania wód podziemnych przebiegają w obrębie jednej warstwy wodonośnej. Taki stan rzeczy miał miejsce przed wszczęciem eksploatacji. Amplituda poziomo-nieciągła występuje w utworach z częstymi soczewkami piaszczystymi lub spękaniem w glinie. H. Więckowska (1963) wody tego typu zalicza do wód śródglinowych. W przypadku gdy występuje wymieszanie glin, ilów i piasków, trudno jest określić je tym przymiotnikiem, niemniej natura ich jest podobna właśnie do wód określanych mianem śródglinowych. Tak właśnie można określić obecne stosunki wodne w najbliższym sąsiedztwie odkrywki. Częściową odpowiedź na pytanie w jakim stopniu zwierciadło wód podziemnych powróci do pierwotnej postaci daje rysunek 7. Otóż na obszarze o nienaruszonej budowie geologicznej, wody poziomu freaticznego będą dążyły do wypełnienia utworów wodonośnych. Jednak z uwagi na zmniejszenie porowatości utworów wodonośnych (zob. rozdz. IV) zasoby statyczne na tym obszarze będą mniejsze od pierwotnych. Tak więc można zaryzykować twierdzenie, że układ wód podziemnych nawet w okolicy odkrywki nigdy

nie powróci do stanu pierwotnego. Jeśli wody napotkają na drodze spływu podziemnego utwory nieprzepuszczalne (gliny, ily pliocenijskie — zalegające w wyrobisku) wówczas zostaną spiętrzone (A. Hornig 1968). Skutki tego, to między innymi podniesienie pierwszego poziomu wodonośnego (co uwidacznia się podniesieniem poziomu wody w studniach gospodarskich) oraz nowo powstałe wysięki wody. O ile wysięki będą miały dużą wydajność, mogą powstać również niewielkiej długości cieki. Oczywiście może dojść do sytuacji tego rodzaju, że dawniej funkcjonujące cieki i rowy melioracyjne zaczną spełniać swoje pierwotne funkcje. Zupełnie inna sytuacja ma miejsce na terenie o zmienionej budowie geologicznej. Otóż współczynniki filtracji dla glin i ilów są na tyle małe, że zasilanie gruntu tą drogą będzie minimalne. Również jest znikomy podciąg kapilarny. Tak więc na obszarze tym będą występowały horyzonty poziomo nieciągłe w większych soczewkach piasku oraz utwory nieprzepuszczalne o nawilgoceniu inicjalnym (W. Buczyński 1974). Z powyższych stwierdzeń wynika, że człowiek jest w dużym stopniu indolentny wobec środowiska. Tak jednak zupełnie nie jest, a pewnego rodzaju antidotum, dzięki któremu możliwe jest częściowe osiągnięcie stanu pierwotnego, są olbrzymie koszty rekultywacji.

Paradoksem jest fakt, że koszt 1 ha ziemi wynosił w 1961 r. 14 - 15 tys. zł, zaś koszt rekultywacji 1 ha był kilkakrotnie wyższy (J. Chwastek 1972). Należy się spodziewać, że fakty te przyczynią się do kontrolowanego odpływu wód opadowych i powierzchniowych, a poeksploatacyjne doły wypełnione wodą będą zagospodarowane w odpowiedni sposób.

*Instytut Geografii
Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu*

LITERATURA

- Bartosi ewicz B., 1974: Stosunki litologiczne czwartorzędu na obszarze kopalni Niesłusz-Gosławice. Praca magisterska wykonana pod kierunkiem doc. dra hab. W. Stankowskiego. Poznań.
- Buczyński W., 1974: Litologia a stosunki wodne zwałowiska zewnętrznego Pątnów. Praca magisterska wykonana pod kierunkiem doc. dra hab. W. Stankowskiego. Poznań.
- Castany G., 1972: Poszukiwanie i eksploatacja wód podziemnych. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Chwastek J., 1970: Ukształtowanie skarp zwałowisk jako wynik technologicznych procesów górniczych. Prace Naukowe Instytutu Górniczego Politechniki Wrocławskiej, nr 1. Wrocław.
- Chwastek J., 1970: Ochrona i rekultywacja powierzchni w górnictwie odkrywkowym. Wrocław.
- Chwastek J., 1972: Określenie empirycznych parametrów ukształtowania zwałowisk kopalni odkrywkowych metodami geodezyjnymi. Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica, nr 319. Kraków.

- Hornig A., 1968: Wpływ działalności gospodarczej na środowisko GOP. (sum.: Effect of man's economic activities on geographical environment of Upper Silesian Industrial District). Czas. Geogr., zesz. 1. Wrocław.
- Katalog Jezior Polski. 1954. Warszawa.
- Kondracik J., 1965: Geografia Fizyczna Polski. Warszawa.
- Kostrowicki J., 1968: Środowisko geograficzne Polski. PWN. Warszawa.
- Kostrzewski W., 1972: Mechanika gruntów i fundamentowanie. Część II. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Poznańskiej.
- Kozacki L., 1972: Analiza i ocena środowiska geograficznego powiatu konińskiego dla potrzeb prognozowania jego zmian. Pozn. TPN. Prace Komisji Geogr. Geol. t. VI, z. 3. Poznań.
- Krygowski B., 1954: Uwagi o związku jezior Niziny Wielkopolskiej z wodami gruntowymi. (sum.: Some remarks on the connection between the lakes of the Lowlands of Greater Poland and ground water). Przegląd Geograficzny, t. XXVI, z. 2. Warszawa.
- Krygowski B., 1956: O dwóch nowych podziałach na regiony geograficzne Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej. (sum.: On two new subdivisions of the Great Poland Kujawy Lowland into geographical regions). Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, t. III. Poznań.
- Ladorski H., 1968: Wpływ odkrywkowej działalności górniczej na zasoby wodne w rejonie Konina. (sum.: The effect of open-cast mining on water resources in the Konin Region). Czasopismo Geograficzne, t. XXXIX, z. 3, Wrocław.
- Pazdro Z., 1964: Hydrogeologia ogólna. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Pilawska J., 1965: Rekultywacja terenu w zagłębieniach węgla brunatnego. (sum.: Reconditioning of countryside in brown coal fields of German Democratic Republic). Czasopismo Geograficzne, t. XXXVI, z. 1. Wrocław.
- Pilawska J., 1967: Przeobrażenia środowiska geograficznego i rekultywacja w polskich zagłębieniach węgla brunatnego. (sum.: Transformation on the geographical environment and recultivation in the Polish brown coal fields). Czasopismo Geograficzne, t. XXXVIII, z. 2. Wrocław.
- Płochniewski Z., 1971: Hydrogeologia. Wydawnictwo Geologiczne. Warszawa.
- Rosłowski R., 1953: Przebieg parowania i retencji gruntowej w dorzeczu Wisły w latach 1925 - 1937. Gospodarka Wodna, nr 2. Warszawa.
- Śmietański Z., 1969: Metoda analogii hydraulicznych w ocenie procesów nieustalonej filtracji przy odwadnianiu kopalni odkrywkowych. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
- Trębaczewicz Z., 1975: Warunki infiltracyjne zwałowiska wewnętrznego kopalni Pątnów. Praca magisterska wykonana pod kierunkiem doc. dra hab. M. Żurawskiego. Poznań.
- Więckowska H., 1963: Typy występowania górnych horyzontów wody podziemnej w Polsce. (sum.: Types of occurrence of higher levels of subsurface waters in Poland). Czasopismo Geograficzne, t. XXXIV, z. 4. Wrocław.
- Wyniki pomiarów hydrometrycznych. 1970. PIHM.
- Żurawski M., 1966: Próba wydzielenia typów infiltracyjnych Niziny Wielkopolskiej. Pozn. TPN. Prace Komisji Geogr. Geol. t. VI, z. 1. Poznań.
- Żurawski M., 1968: Próba wydzielenia stref pierwszego poziomu wód podziemnych na Nizinie Wielkopolskiej. Pozn. TPN. Prace Komisji Geogr. Geol. t. VI, z. 2. Poznań.

ADAM CHOIŃSKI

ANALYSIS OF CHANGES IN THE PATTERN OF SURFACE WATERS AND UNDERGROUND WATERS IN THE SOUTHERN PART OF THE KONIN COAL BASIN

Summary

On the ground of archival materials and field investigations water relations, prevailing before the beginning of mining activity, have been reconstructed. Among others the following data have been determined: primitive density of drainage, forest area, mean slopes, water-bearing horizons, thickness of water-bearing deposits, water resorts of Quaternary and Tertiary deposits. Comparing the primitive conditions with the present ones several schemes, which illustrate the dynamics of surface and underground waters in future, have been made. It has been found that neither underground waters nor surface waters will ever get back to the primitive state, which is mainly because of changing geological conditions. Even in the areas of an unchanged geological structure there have been some constant deformations of the primitive structure due to a specific type of „collapses”. The collapses resulted due to outer dumps which, in turn, due to their great mass led to the fall of drained porous sediments. It should be expected that in the nearest future the range of the depression cone will decrease (in the southern part of the coal basin). As the first water-bearing horizon rises in the neighbourhood of the open pit filled with impermeable sediments of the outer dump, it should be taken into account that the water level in draw wells will rise, and that intensive infiltration is likely to occur. Water basins form in places of opencasts which is exemplified by a large postexploitation basin in the northern part of the opencast. Besides, flows and ponds which disappeared in the past may start to function again.

*Institute of Geography
A. Mickiewicz University in Poznań*

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. Annual course of water table oscillations of the lake in the open pit and in the near-ose lowering: 1 — lake in the pit, 2 — near-ose lake.
- Fig. 2. Cross section through the southern part of the Basin: 1 — sands, 2 — till, 3 — clay, 4 — brown coal, 5 — cracked chalk marls, 6 — boundary between the Tertiary and Quaternary, 7 — boundary between the Tertiary and Cretaceous, 8 — contact zone of Tertiary waters and Cretaceous waters, 9 — bored water table, 10 — borings.
- Fig. 3. Depression cone surface against Quaternary and Tertiary sediments: 1 — water table in the open pit, 2 — surface of depression cone, 3 — outline of the pit.
- Fig. 4, 5, 6. Prognosis of water relations in the neighbourhood of pits: 1 — soil, 2 — sand, 3 — loam, 4 — till, 5 — peat, 6 — gyttja, 7 — clay, 8 — sandy clay, 9 — brown coal, 10 — silts, 11 — dump sediments, 12 — zone of possible seepages, 13 — areas in which filtration indexes changed into worse ones, 14 — primitive thickness of aeration zone, 15 — increased thickness of aeration zone, 16 — primary boundary between zones of aeration and saturation, 17 — water table in the pit, 18 — primary first water-bearing level, 19 — surface discharge, 20 — possibility to pile waters up by impermeable sediments, 21 —

tendency to an increase of depression surfaces, 22 — feeding of the pit by filtration, 23 — outline of the pit, 24 — borings.

Fig. 7. Prognosis of water relations in the southern part of the Konin Coal Basin: extent of dumps, 2 — extent of post-exploitation basin, 3 — extent of depression cone, 4 — tendency of changes in the extent of depression cone, 5 — zone of possible seepages, 6 — possibility of intensive seepages, 7 — feeding of the basin by filtration.