

Z Katedry Hydrografii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS
Kierownik: doc. dr Tadeusz Wilgat

Bronisława SZALKIEWICZÓWNA

**Zmiany równowagi hydrodynamicznej zwierciadła wód podziemnych
w strefie krawędzi morfologicznej
(przykład z Wyżyny Lubelskiej)**

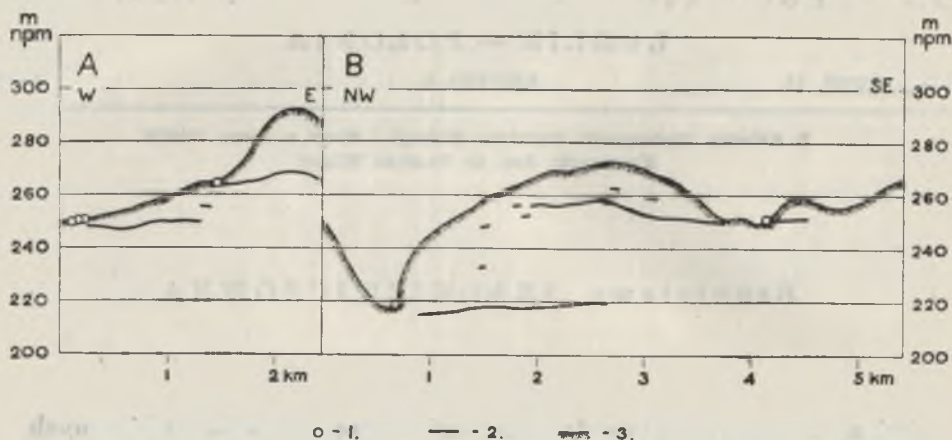
**Изменения гидродинамического равновесия уровня подземных вод
в зоне краевого морфологического уступа
(по материалу с территории Люблинской возвышенности).**

**Changements de l'équilibre hydrodynamique de la nappe d'eaux
souterraines dans une zone de rebord morphologique
(exemple pris du Plateau de Lublin)**

Pierwszą klasyfikację równowagi hydrodynamicznej zwierciadła górnych poziomów wody podziemnej w Polsce dała H. Więckowska. Zalicza ona równowagę hydrodynamiczną zwierciadła wodnego w strefach krawędziowych do równowagi drenowania. Typ taki wyjaśnia na schematycznym rysunku i wyróżnia na mapie zatytułowanej „Typy występowania wody podziemnej w Polsce” (7).

W najprostszym przypadku, to znaczy przy jednorodnym materiale skalnym i jednym poziomie wodonośnym, zwierciadło wody obniża się stopniowo, przy czym nachylenie jego zależne jest od rodzaju materiału i intensywności zasilania. W tej sytuacji studnie na zboczu mogą być głębsze niż na wierzcholinie. U stóp krawędzi występują źródła (10).

Jeśli krawędź morfologiczna przecięta jest kilkoma izolowanymi poziomami wodonośnymi, wzdłuż ich wychodni formują się źródła i wysięki. Na Wyżynie Lubelskiej sytuacja taka istnieje dość często na zboczach dolin, które spełniają podobną funkcję jak krawędzie. Ilustruje ją przykład z powiatu bychawskiego (ryc. 1 A). Dwa poziomy wodne w utworach wieku kredowego, udokumentowane pomiarami 34 studni,



Ryc. 1.

1 — źródło, 2 — zwierciadło wody podziemnej, 3 — powierzchnia topograficzna
 1 — source, 2 — nappe souterraine, 3 — surface topographique

formują źródła na różnych wysokościach bezwzględnych. Przykład jest typowy, ponieważ rozmieszczenie źródeł podkreśla różnicę zasobności wodnej obu poziomów. Górne poziomy są na Wyżynie Lubelskiej zwykle mniej liczne i mało wydajne. Często nawet mają charakter okresowy (10).

W przypadku, gdy w pobliżu powierzchni topograficznej nie ma całkowitej izolacji poziomów wodonośnych, woda z poziomu górnego może przenikać podziemnie do poziomu niższego. Istnienie komunikowania się poziomów wodnych w skałach wieku kredowego na Wyżynie Lubelskiej opisał T. Wilgat (11).

Przykład takiej sytuacji z pow. Krasnystaw ilustruje ryc. 1 B. Pomiary 26 studni wykazały w przedstawionym profilu istnienie dwóch poziomów, z których każdy zasila źródło. Górny poziom nie ma jednakże źródła na zboczu od strony NW, a studnie na tym zboczu wykazują głębokości zróżnicowane, co wskazuje na brak w tej strefie jednolitego zwierciadła wód podziemnych.

W celu bliższego zorientowania się w sytuacji wód podziemnych w obszarze krawędziowym, wykonano kilkakrotnie pomiary w pow. Bełżyce i Opole Lubelskie. Terminy pomiarów były następujące: lipiec 1960 — w okresie wybitnie wilgotnym¹, lipiec 1961 — opady

¹ W „Przeglądzie Zjawisk hydro-meteorologicznych w lipcu 1960 r.” (Biuletyn PIHM rok III — dodatek do miesięcznika „Gospodarka Wodna”, październik 1960) — M. Boczek podaje dla zachodniej części Wyżyny Lubelskiej ponad 200 mm opadu. Lipcowe średnie wieloletnie dla tego terenu wynoszą: w Nałęczowie 90 mm, w Puławach i Opolu Lubelskim po 92 mm (13).

były wówczas niższe od średniej wieloletniej², kwiecień 1963 — końcowa faza roztopów po śnieżnej i ostrej zimie³, wrzesień 1963 po lecie upalnym i suchym⁴.

Na podstawie obserwacji i pomiarów stwierdzono, że studnie leżące w pobliżu krawędzi morfologicznej lub na stromych zboczach dolin odznaczają się następującymi właściwościami:

1. Roczne wahania poziomów wód osiągają w niektórych przypadkach 10 metrów. Jak na studnie czerpiące wodę z utworów skalnych (głównie wapieni i margli) są to amplitudy bardzo duże.

2. Wiele studni, leżących poniżej krawędzi lub na zboczu doliny, całkowicie wysycha. Niektóre mają wodę tylko przez parę miesięcy w roku.

3. Nawet głębokie, ponad trzydziestometrowe, studnie wykopane w spękanych marglach i wapieniach szybko reagują na opady lub roztopy. Już w kilka dni po opadzie podnosi się w nich zwierciadło wody. Jeśli na powierzchni zalegają grubą warstwą utwory plejstocenske — choćby nawet gruboziarniste piaski — przesączanie wód opadowych trwa znacznie dłużej.

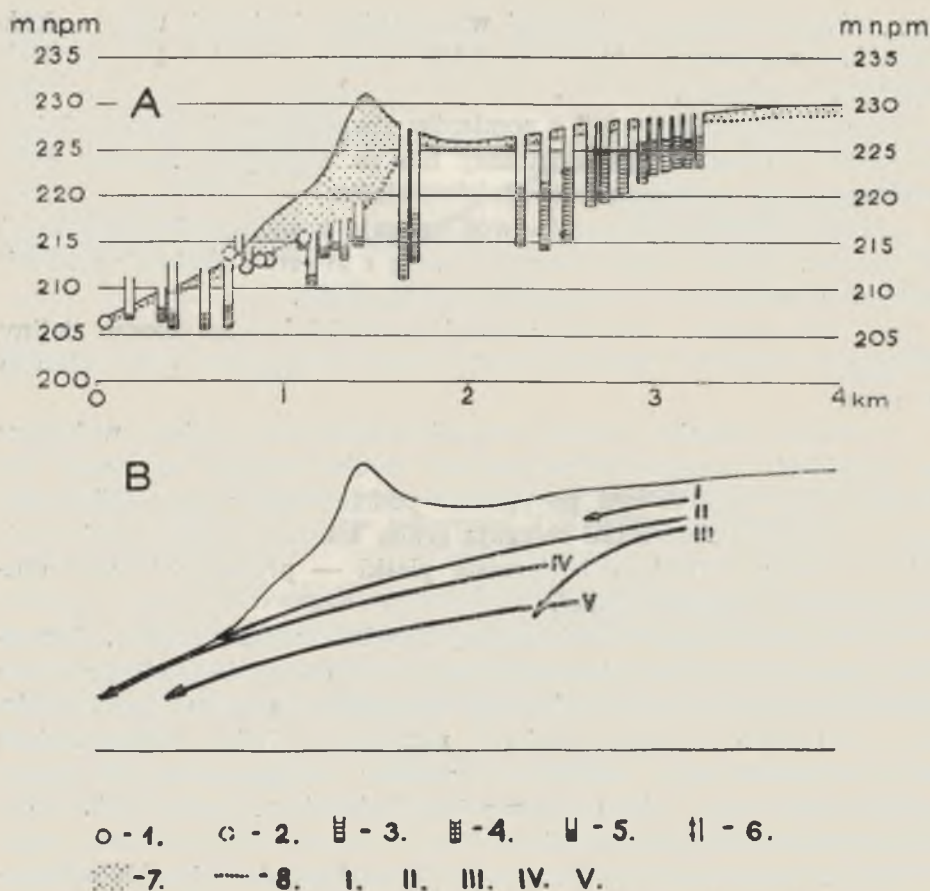
4. Niektóre studnie na zboczu są wyraźnie dwupoziomowe. Jak zaobserwowano, w kilku studniach kutyh w materiale skalnym i niezabezpieczonych na całej głębokości kręgami betonowymi, woda z górnego, okresowo czynnego poziomu napływa z dwóch przeciwległych stron strumieniem o średnicy kilkunastu centymetrów. W innych przypadkach sączy się na pewnej głębokości ze wszystkich stron. Czasem silnie napływa od dołu.

Celem określenia typu równowagi hydrodynamicznej wód podziemnych na zboczach dolin i krawędziach wykonano szereg profili po-

² Z „Przeglądu zjawisk hydrometeorologicznych w lipcu 1961 r.” (Biuletyn PIHM rok IV — dodatek do miesięcznika „Gospodarka Wodna”, październik 1961) zestawionego przez inż. J. Kostrzewę — wynika, że opady w lipcu 1961 na badanym obszarze mieściły się w granicach 50—75 mm.

³ T. Grzebała: „Przegląd zjawisk hydrometeorologicznych w marcu 1963 r.” (Biuletyn PIHM, rok VI — dodatek do miesięcznika „Gospodarka Wodna”, czerwiec 1963), podaje, że topnienie przeszło 25 cm warstwy śniegu rozpoczęło się od 5 marca i przebiegało w dorzeczu Wisły powoli. W dniu pomiarów (20 kwietnia 1963) w pobliżu północnej krawędzi Kotliny Chodelskiej obserwowano jeszcze w miejscach zacienionych niewielkie płyty śniegu.

⁴ Najwyższe w Polsce średnie miesięczne temperatury VII i VIII 1963 roku zanotowano w Chełmie Lubelskim: w lipcu 24°, w sierpniu 20,2°. W lipcu poziom wód gruntowych w południowo-wschodniej Polsce był szczególnie niski. T. Grzebała: „Przegląd zjawisk hydrometeorologicznych w lipcu 1963” (Biuletyn PIHM, rok VI — dodatek do miesięcznika „Gospodarka Wodna”, październik 1963) oraz „Przegląd zjawisk hydrometeorologicznych w sierpniu 1963” (j. w. — listopad 1963).



Ryc. 2.

1 — źródło stałe, 2 — źródło okresowe, 3 — woda podziemna w studniach 20 VII 60 r., 4 — woda podziemna w studniach 20 IV 63 r., 5 — woda podziemna w studniach 3 IX 63 r., 6 — wahania zwierciadła wody podziemnej (według informacji), 7 — piaski, 8 — strop wapieni i margli kredowych; I — górny poziom „działowy” (podczas wysokiego stanu wód), II — wspólne zwierciadło obydwu poziomów, III — podziemne połączenie poziomu „działowego” ze „źródłowym”, IV — podziemne zasilanie aluwiiów doliny z obydwu poziomów, V — poziom „źródłowy”

1 — source permanente, 2 — source intermittente, 3 — eau souterraine dans les puits le 20 VII 60, 4 — eau souterraine dans les puits le 20 IV 63; 5 — eau souterraine dans les puits le 3 IX 63, 6 — oscillations de la nappe souterraine (d'après les informations), 7 — sables, 8 — plafond des calcaires et des marnes crétacées; I — niveau supérieur „d'interfluve” (en période de crue), II — nappe commune aux deux niveaux, III — communication souterraine entre le niveau d'interfluve et le niveau d'eaux „de source”, IV — alimentation souterraine des alluvions de vallée à partir des deux niveaux, V — niveau „de source”

dłużnych. W przypadku dużych amplitud zwierciadła wody nanoszono na profil wysokości zwierciadła z okresu wysokiego i niskiego stanu wód. Ryc. 2 jest przykładem profilu z zaznaczonymi stanami wody z różnych terminów pomiaru. Skomplikowaną sytuację zmieniającego się zwierciadła wód podziemnych wyjaśnia ryc. 3. W różnych okresach roku istnieją tu dwa odrębne zwierciadła w równowadze drenowania, lub też jedno zwierciadło, którego kształt zależy od obfitości zasilających wód i intensywności drenowania.

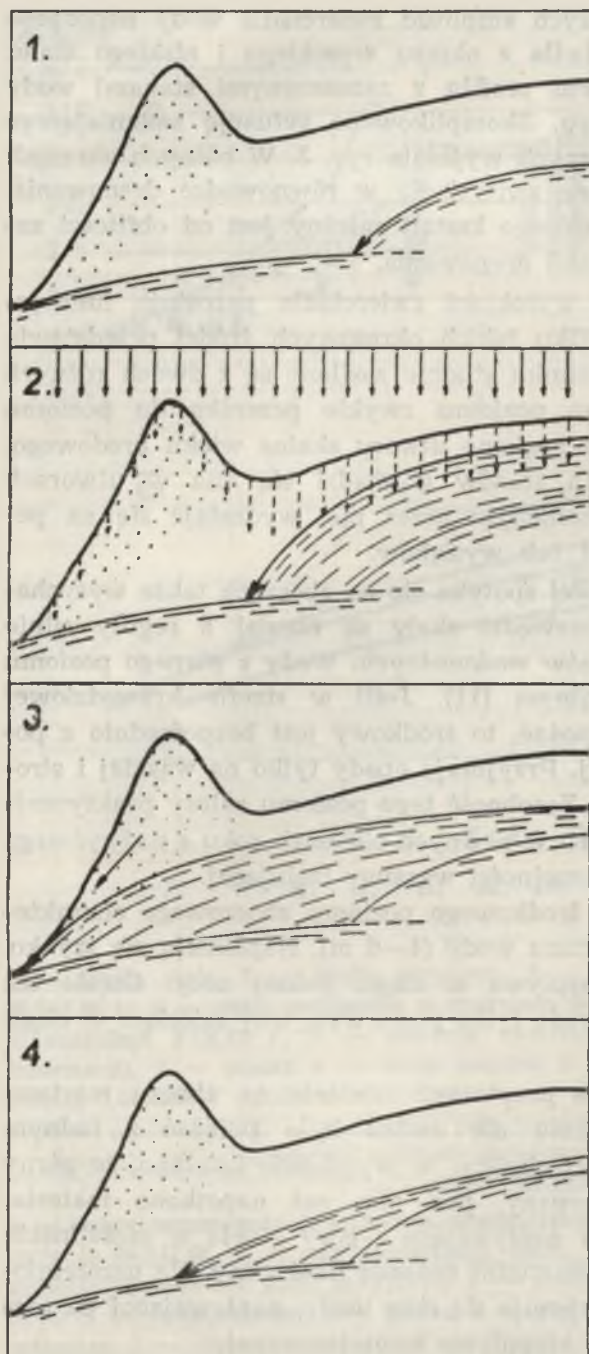
W związku ze zmianą wysokości zwierciadła pozostaje funkcjonowanie źródeł. Sytuację kilku takich okresowych źródeł przedstawia ryc. 2 A. Zaznaczone na rysunku studnie zasilane są z dwóch różnych poziomów. Woda z górnego poziomu zwykle przenika do poziomu niższego podziemnie poprzez spękanie utwory skalne wieku kredowego. Jednak w okresie wysokich stanów gromadzi się ona w utworach pokrywowych i zwolna przenikając przez nie, wydostaje się na powierzchnię w formie źródeł lub wysieków.

Obok wysychających źródeł spotyka się na zboczach także wysychające studnie. W pobliżu krawędzi skały są niemal z reguły silnie spękanie i nie tworzą poziomów wodonośnych. Wody z górnego poziomu łączą się podziemnie z dolnym (11). Jeśli w strefie krawędziowej istnieją trzy poziomy wodonośne, to środkowy jest bezpośrednio z powierzchni zasilany najsłabiej. Przyjmuje opady tylko na wąskiej i stromej powierzchni zboczowej. Zasobność tego poziomu zależy praktycznie od nadwyżek odprowadzanych w pewnych okresach roku z najwyższego poziomu do niższych i od szczelności warstwy izolującej.

Studnie korzystające ze środkowego poziomu zboczowego charakteryzują się dużą amplitudą stanu wody (4—6 m). Napełniają się szybko, np. 3 m warstwa wody napływa w ciągu jednej nocy. Często też wysychają. Niektóre mają wodę tylko przez dwa, trzy miesiące w ciągu roku.

Jako ciekawostkę można przytoczyć istnienie na zboczu martwej doliny studni, której poziomu nie można było związać z żadnym z wyróżnionych w najbliższej okolicy. W wywiadzie ustalono, że górny poziom wody został przekopany, pod nim zaś napotkano materiał tak silnie spękany, że woda napływająca z góry ginęła w szczelinach. Aby ją zatrzymać, wrzucono do studni znaczną ilość gliny. Na uszczelnionym w ten sposób dnie utrzymuje się słup wody, napływającej po roztopach z górnego poziomu i stopniowo wyczerpywanej.

Z poczynionych na krawędziach morfologicznych obserwacji i pomiarów można wysnuć następujące wnioski praktyczne:



1 — Okres suchy. Poziom „działowy” łączy się podziemnie z poziomem „źródłowym” dzięki silnie spękanym przy krawędzi skałom węglanowym. Każdy z poziomów tworzy oddzielne zwierciadło w równowadze drenowania.

2 — Po obfitych deszczach lub roztopach. Zwierciadło wody poziomu „działowego” w obszarze przykrawędziowym gwałtownie się podnosi i sięga nieco dalej w kierunku doliny. W niektórych studniach, korzystających zwykle z poziomu dolnego, woda napływa z szumem z górnego poziomu. Przesączanie przez wydmnę odbywa się dość powolnie.

3 — Po upływie pewnego czasu od okresu wzmożonego zasilania, wody podziemne obydwu poziomów tworzą wspólne zwierciadło w równowadze hydrodynamicznej drenowania. Wody przesączone z opóźnieniem przez wydmnę zasilają horyzont na zboczu. W aluwkach doliny i na zboczu pojawiają się okresowe źródła.

4 — Jednolite zwierciadło przekształca się stopniowo w dwa odrębne — przejście do fazy okresu suchego. Okresowe źródła zanikają.

Ryc. 3.

1. Przewidywanie głębokości studzien na krawędziach bez szczegółowej analizy może być bardzo zawodne.

2. Podczas kartowania hydrograficznego należy możliwie zagęścić studzienne punkty pomiarowe w pobliżu krawędzi.

3. Studnie, których właściciele podają w wywiadach duże amplitudy, należy pomierzyć przynajmniej dwukrotnie: w okresie minimalnych i maksymalnych stanów wody.

LITERATURA

1. Krisztafowicz N. J.: Hidro-gieologiczeskoje opisanije territorii goroda Lublina i jego okriesnostiej. Warszawa 1902.
2. Kowalska A.: Wahania zwierciadła górnego horyzontu wody podziemnej. Przegląd Geograficzny, t. XXXIV, z. 2, Warszawa 1962.
3. Monografia hydrologiczna dorzecza Wieprza (praca zbiorowa). Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, Zeszyt 43, Warszawa 1957.
4. Pożaryski W.: Kreda. Regionalna Geologia Polski, t. II, Region lubelski, Kraków 1956.
5. Więckowska H.: O diagnozie charakteru działów wód podziemnych. Przegląd Geofizyczny, t. VI (XIV), z. 4, Warszawa 1961.
6. Więckowska H.: Strefowość geograficzna pierwszego horyzontu wód podziemnych. Przegląd Geograficzny, t. XXXII, z. 1—2, Warszawa 1960.
7. Więckowska H.: Typy występowania górnych horyzontów wody podziemnej w Polsce. Czasopismo Geograficzne, t. XXXIV, z. 4, Wrocław 1963.
8. Więckowska H.: Związek działów wód podziemnych z rzeźbą, budową geologiczną i klimatem oraz ich strefowość. Przegląd Geograficzny, t. XXIX, z. 4, Warszawa 1957.
9. Więckowska H., Wilgat T.: W sprawie pierwszego opracowania wód gruntowych Polski. Przegląd Geograficzny, t. XXX, z. 3, Warszawa 1958.
10. Wilgat T.: Problemy hydrograficzne Wyżyny Lubelskiej. Czasopismo Geograficzne, t. XXIX, z. 4, Wrocław 1958.

1 — Période sèche. „Niveau d'interfluve” communique sous terre avec le „niveau de source” grâce aux carbonates fortement fissurés à proximité du rebord. Chacun des niveaux forme une nappe distincte dans l'équilibre du drainage. 2 — Après des précipitations abondantes ou des dégels. La nappe d'eau du niveau „d'interfluve” en lisière du rebord s'élève brusquement et s'avance quelque peu en direction de la vallée. Dans certains puits s'alimentant d'ordinaire à partir du niveau inférieur, l'eau arrive bruyamment du niveau supérieur. L'infiltration à travers la dune s'opère assez lentement. 3 — Un laps de temps après la période d'alimentation intense. Les eaux souterraines des deux niveaux forment une nappe unie dans l'équilibre hydrodynamique du drainage. Les eaux filtrées avec retard par la dune alimentent l'horizon sur le versant. Dans les alluvions de la vallée et sur les versants apparaissent des sources temporaires. 4 — La nappe unie se transforme progressivement en deux nappes distinctes — passage à la phase de sécheresse. Les sources temporaires disparaissent.

11. Wilgat T.: Z badań nad wodami podziemnymi Wyżyny Lubelskiej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, XII, 6, Lublin 1957.
12. Wody gruntowe w Polsce w okresie 1945—1954 (praca zbiorowa). Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, z. 45, Warszawa 1957.
13. Wiszniewski W.: Atlas opadów atmosferycznych w Polsce 1891—1930 Warszawa 1953.

РЕЗЮМЕ

Повторяющиеся измерения и наблюдения вблизи зоны краевого морфологического уступа на Люблинской возвышенности позволили заключить, что водоносные горизонты в мергелях и известняках мелового возраста сообщаются под поверхностью земли (рис. I В). Вследствие этого годовые колебания уровня подземных вод в колодцах очень большие, даже достигают 10 м.

Колодцы, заложенные в трещиноватых горных породах, быстро реагируют на осадки или оттепели. Покровные образования, если это даже крупнозернистые пески, замедляют просачивание.

Под влиянием разного темпа проникновения воды изменяется в течение года тип гидродинамического равновесия зеркала подземных вод. Во время усиленного питания может существовать общее зеркало подземных вод в гидродинамическом равновесии дренирования, во время засухи создаются разные зеркала двух или более водных горизонтов (рис. 2, 3). Эти изменения являются причиной появления на склонах временных ключей (рис. 2) и высыхания колодцев.

ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВ

Рис. 1. 1 — ключ, 2 — зеркало подземной воды, 3 — топографическая поверхность.

Рис. 2. 1 — постоянный ключ, 2 — временный ключ, 3 — подземная вода в колодцах 20.7.60 г., 4 — подземная вода в колодцах 20.4.63 г., 5 — подземная вода в колодцах 3.9.63 г., 6 — колебания зеркала подземных вод (по информации), 7 — песок, 8 — кровля известняков и мергелей мелового возраста, I — верхний горизонт „раздельный” (во время высокого уровня вод), II — общее зеркало обоих горизонтов, III — подземное соединение „раздельного” горизонта с „ключевым”, IV — подземное питание алювия долины двумя горизонтами, V — горизонт „ключевой”.

Рис. 3. 1 — засушливое время. „Раздельный” горизонт соединяется под землей с „ключевым” благодаря сильной трещиноватости известняковых пород в зоне краевого уступа. Каждый из горизонтов создает отдельное зеркало в равновесии дренирования.

2 — После обильных осадков или оттепели. Зеркало воды „раздельного” горизонта в зоне краевого уступа резко поднимается и распространяется дальше по направлению к долине. В некоторых колодцах, эксплуатирующих обычно нижний горизонт, вода наплывает с шумом из верхнего горизонта. Просачивание через дюну происходит довольно медленно.

3 — Спустя некоторое время после усиленного питания. Подземные воды обоих горизонтов создают общее зеркало в гидродинамическом равновесии дренирования. Воды, просачиваясь через дюну, с опозданием питают горизонт на склоне. В аллювии долины появляются временные родники.

4 — Одно общее зеркало переходит постепенно в два отдельных — переход к фазе засушливого времени. Временные ключи исчезают.

R É S U M É

Des mesures et des observations faites à maintes reprises à proximité du rebord morphologique sur le Plateau de Lublin, permettent d'affirmer que les nappes aquifères dans les marnes et les calcaires (crétacés) communiquent fréquemment sous terre (fig. 1B). En conséquence les oscillations annuelles de la nappe souterraine dans les puits sont très grandes, atteignant parfois 10 m.

Les puits creusés, à partir de la surface, dans les formations rocheuses fissurées réagissent rapidement aux précipitations ou dégels. Les formations de surface, fût-ce même des sables grossiers, retardent l'infiltration.

Par suite de différence apparaissant dans la rapidité d'infiltration de l'eau, le type d'équilibre hydrodynamique de la nappe d'eaux souterraines se modifie en cours d'année. En période d'apport intense il peut se former une nappe unie d'eaux souterraines dans l'équilibre hydrodynamique du drainage, tandis qu'aux temps de sécheresse il s'en forme deux ou même davantage (fig. 2; fig. 3). Ces changements sont à l'origine de l'intermittence des sources de versants (fig. 3) et du tarissement des puits.

