

ZASILANIE WODAMI NAPOROWYMI RZEK I DOLIN RZECZNYCH
WYŻYNY LUBELSKIEJ

Marek Jarosław Łoś

Biuro Projektów Wodnych Melioracji w Lublinie

Dyrektor: mgr inż. A. Redźko

Wyżyna Lubelska wraz z przylegającym Rostoczem jest obszarem charakteryzującym się specyficznymi warunkami hydrogeologicznymi i hydrologicznymi związanymi z budową geologiczną i rzeźbą terenu. Jest to obszar o rzadkiej lub bardzo rzadkiej sieci wodnej cechujący się dużą liczbą pustek wodnych [1] oraz bardzo dużym udziałem zasilania podziemnego w całości odpływu [3, 9, 10, 11, 19]. Jednocześnie doliny rzek Wyżyny Lubelskiej i Rostocze znane są z bardzo trudnych warunków melioracyjnych 5, 7, 8. W dolinach tych występują wody o zwierciadle napiętym, subartezyjskie i artezyjskie, związane zarówno z czwartorzędowymi piaskami i pospółkami, jak i kredowymi, silnie spękanymi warstwami opoki, margla i kredy piszącej. Intensywny dopływ wód naporowych w sposób istotny rzutuje na zasilanie zarówno samych rzek, jak i ich dolin.

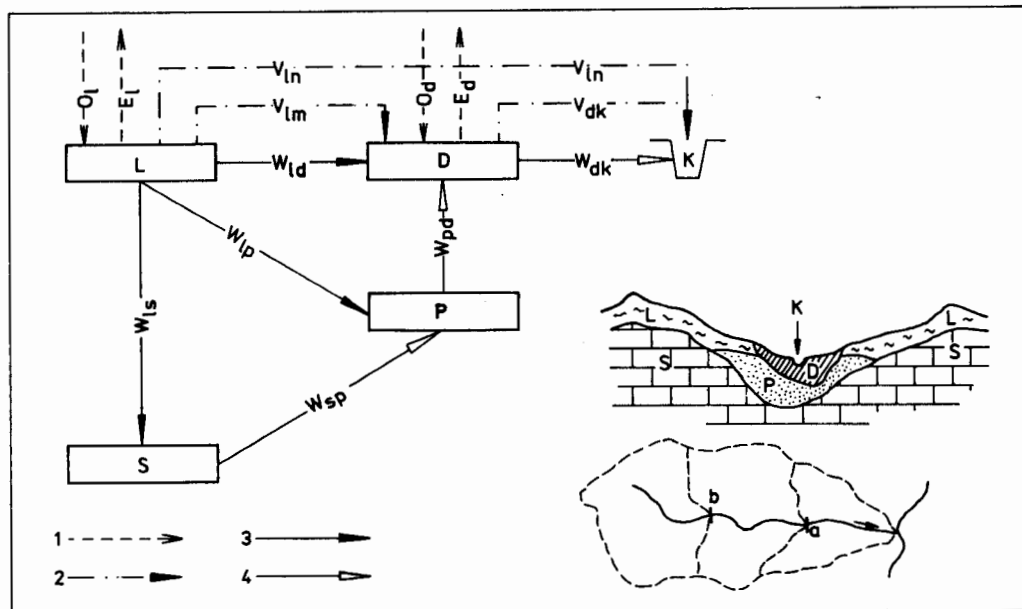
SKŁADOWE BILANSU WODNEGO

Na rysunku 1 przedstawiono uproszczony schemat przepływu wód powierzchniowych i podziemnych w przekroju poprzecznym typowej doliny Wyżyny Lubelskiej. W przekroju wydzielono cztery warstwy:

L - pokrywa lessowa wysoczyzny o dość dobrej przepuszczalności pionowej. W warstwie tej nie występuje z reguły jednolity poziom wodonośny;

D - pokrywa doliny wytworzona z torfów i namulów o słabej przepuszczalności;

S - szczelinowate skały formujące dolinę i zlewnię (margle, opo-



Rys. 1. Schemat przepływu wód powierzchniowych i podziemnych w przekroju poprzecznym doliny zasilanej wodami naporowymi
 L - pokrywa lessowa wysoczyzny, D - pokrywa torfowo-namułowa doliny, S - utwory szczelinowe, P - utwory sypkie, K - koryto rzeczne; 1 - wymiana wody z atmosferą (opad i parowanie), 2 - odpływ powierzchniowy, 3 - odpływ podziemny jednokierunkowy, 4 - odpływ podziemny mogący zmieniać kierunek. Pozostałe oznaczenia w tekście

ki o dobrej przepuszczalności oraz zazwyczaj jednolitym poziomie wodonośnym i zwierciadle swobodnym lub napiętym;

P - podścielające dno doliny - piaski i pospółki o dobrej przepuszczalności, stanowiące warstwę wodonośną o napiętym zwierciadle.

W bilansie uwzględniono opad O i ewapotranspirację E (odpowiedni na wysoczyźnie O_1 i E_1 oraz w dolinie O_d i E_d), odpływ podziemny W i powierzchniowy V . Pominięto natomiast retencję, zakładając że bilans sporządzony jest dla okresu, w którym zmiana retencji równa jest zeru: $\Delta R = 0$. Bilans sporządzono dla wycinka zlewni pomiędzy dwoma przekrojami a i b . Ogólny bilans wodny wynosi

$$(O_1 + O_d) - (E_1 + E_d) = (W_a - W_b) + (V_a - V_b).$$

Tak przedstawiony bilans jest zbyt ogólny, aby właściwie scharakteryzować obieg wody w zlewni. Konieczne staje się sporządzenie bilansów dla poszczególnych warstw.

W a r s t w a L. Uwzględniono odpływ powierzchniowy skupiony

V_{ln} (strumieniami, wąwozami, rowami) i rozproszony V_{lm} (złobinami) oraz odpływ podziemny do warstwy S - W_{ls} , P - W_{lp} i D - W_{ld} . Pomiędzy związkiem z obszarami poza przekrojami a i b. Równanie bilansowe:

$$O_1 = E_1 + V_{ln} + V_{lm} + W_{ls} + W_{lp} + W_{ld}.$$

W a r s t w a S. Uwzględniono dopływ z warstwy L - W_{ls} , odpływ do warstwy P - W_{sp} oraz wpływ obszarów poza przekrojami a i b: W_{sa} i W_{sb} . Równanie bilansowe:

$$W_{ls} = W_{sp} + (W_{sa} - W_{sb}).$$

W a r s t w a P. Uwzględniono dopływ z warstwy L - W_{lp} , warstwy S - W_{sp} , odpływ do warstwy D - W_{pd} oraz wpływ obszarów poza przekrojami a i b: W_{pa} i W_{pb} . Równanie bilansowe:

$$W_{lp} + W_{sp} = W_{pd} + (W_{pa} - W_{pb}).$$

ZASILANIE KORYTA RZEKI

Opierając się na schemacie przedstawionym na rysunku 1, jako dopływ do koryta należy uznać dopływ z podziemnej warstwy D - W_{dk} oraz dopływy powierzchniowe: ze zlewni (skupiony) V_{ln} oraz z doliny V_{dk} . Uwzględniając wpływ obszarów poza przekrojami a i b, otrzymujemy równanie bilansowe:

$$W_{dk} + V_{ln} + V_{dk} = (V_{ka} - V_{kb}).$$

Należy wyróżnić trzy rodzaje zasilania:

- podziemne W_{dk} ,
- mieszane V_{dk} ,
- powierzchniowe V_{ln} .

Zasilanie określone jako mieszane ma z reguły (poza okresami roztopów i ulewnych deszczów) charakter zasilania podziemnego. W zlewniach Wyżyny Lubelskiej i Roztocza zasilanie podziemne decyduje o zasobach wodnych rzek. Jego udział jest bardzo wysoki i wynosi przykładowo (%):

Wiepr górny [10]

75-82,

Wiepr w Krasnymstawie [3]

60,

Por w Nawozie [3]	66,
Bystrzyca w Sobianowicach [13]	73,
Biała Łada w Biłgoraju [11]	67,
Małe rzeki Roztocza [9]	63-93.

Są to wartości bardzo duże, analogiczne do zlewni o retencji jeziorowej. Jest rzeczą oczywistą, że w omawianym obszarze, przy braku jezior, decydującą rolę odgrywa retencja podziemna. Warto zwrócić uwagę na to, że podane wartości udziału zasilania podziemnego w całości odpływu są znacznie większe niż podawane w literaturze dane dla zlewni pokrytych lasem: 42-48% [16]. Należy sądzić, że pokrywa glebowa nie jest dostatecznym wyróżnikiem i trzeba oceniać kompleksowo warunki hydrogeologiczne zlewni przy określeniu zasilania podziemnego. Zestawione uprzednio udziały wód podziemnych ustalone zostały metodą hydrologiczną, tj. za pomocą analizy hydrogramów przepływów rzek.

Można sądzić, że przynajmniej w niektórych przypadkach [np. 3] nieuwzględnienie charakteru zasilania mogło prowadzić do zaniżenia otrzymanych wyników. Powszechnie przyjęte schematy Kudelina [14] nie wyróżniają zasilania naporowego, przy którym praktycznie nie występuje retencjonowanie części wezbrania w warstwach wyścielających dno doliny. Dopływ podziemny na odcinku od przekroju a do b danej rzeki można określić z następującego wzoru:

$$Q_{pk} = \sum K_{ri} (H_{pi} - H_{ri}) l_i,$$

gdzie: H_{pi} - średnia rzędna zwierciadła piezometrycznego wody w warstwie wodonośnej na odcinku i ,

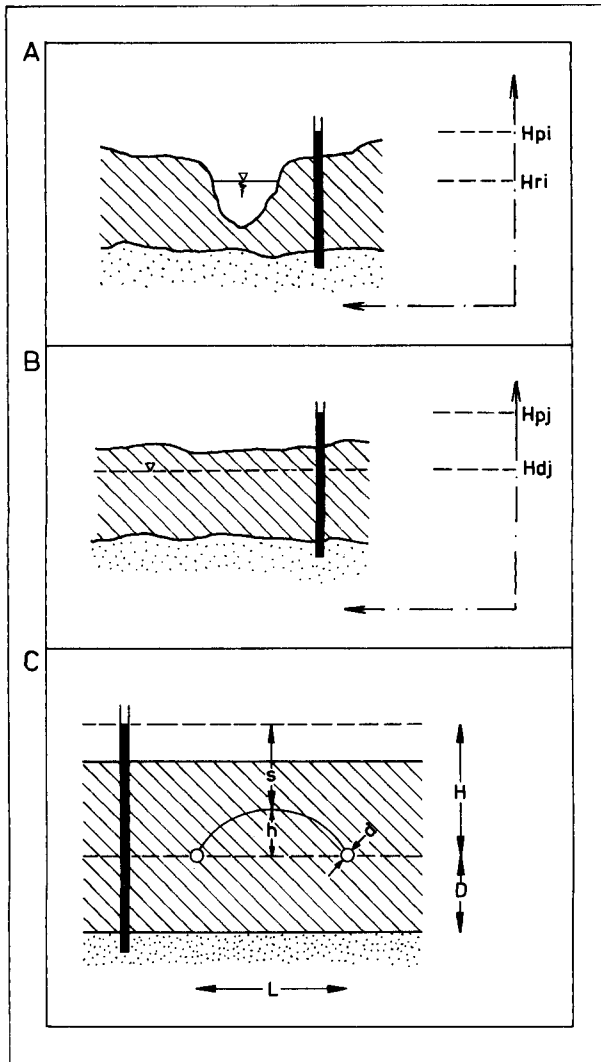
H_{ri} - średnia rzędna zwierciadła wody w rzece na tym odcinku,

l_i - długość odcinka cząstkowego,

K_{ri} - opory ruchu wody charakteryzujące miąższość, układ i przepuszczalność warstw w podłożu na tym odcinku.

Oznacza to, że zasilanie podziemne zanika tylko w tych przypadkach, w których rzędna wody w rzece przekroczy rzędna zwierciadła piezometrycznego wód podziemnych (rys. 2).

W przypadku małych zlewni możliwe jest bezpośrednie pomierzenie odpływu powierzchniowego i oszacowanie na tej podstawie odpływu podziemnego przez porównanie z danymi wodowskazowymi z większych zlewni. Badania Katedry Melioracji AR w Lublinie [15] przeprowadzone w



Rys. 2. Schematy obliczeniowe

A - dopływ wód naporowych do odcinka rzeki, B - napływ wód naporowych do wycinka doliny, C - napływ wód naporowych do sieci drenażu poziomego

Elizówce w latach 1956-1979 określili średni odpływ powierzchniowy ze zlewni pokrytej lessem na 9,1 mm. Odpływ całkowity rzeki Bystrzycy w Sobianowicach w tym okresie wynosił 133,6 mm. Oznacza to, że odpływ powierzchniowy stanowił 7%, a podziemny - 93% całości odpływu. Są to jednak dane uzyskane z bardzo małej zlewni cząstkowej (6,22 km²) i nie mogą być uogólnione na całą zlewnię Bystrzycy.

ZASILANIE DOLINY RZEKI

Zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 1, bilans warstwy słabo przepuszczalnej pokrywającej dolinę winien uwzględnić: rozproszony odpływ powierzchniowy z wysoczyzny V_{lm} , dopływ podziemny z warstw L - W_{ld} i P - W_{pd} , opad O_d , ewapotranspirację E_d oraz odpływ do koryta rzeki, w tym powierzchniowy V_{dk} i podziemny W_{dk} . Możliwe jest natomiast pominięcie wpływu obszarów poza przekrojami a i b.

$$O_d + V_{lm} + W_{ld} + W_{pd} = E_d + V_{dk} + W_{dk}$$

Dopływ podziemny do doliny można również określić (przez analogię do dopływu do koryta) z następującego wzoru (rys. 2):

$$Q_{pd} = \sum K_{dj} (H_{pj} - H_{dj}) f_j,$$

- gdzie: H_{pj} - średnia rzędna zwierciadła piezometrycznego wody w warstwie wodonośnej na obszarze j,
 H_{dj} - średnia rzędna zwierciadła wody w glebie na tym obszarze (przy braku urządzeń melioracyjnych można przyjmując położenie zwierciadła równo z terenem),
 f_j - powierzchnia obszaru cząstkowego,
 K_{dj} - opory ruchu wody charakteryzujące miąższość, układ i przepuszczalność warstw w podłożu na tym obszarze.

Wielkość zasilania podziemnego można ocenić opierając się na obliczeniach uwzględniających wielkość średniego odpływu, udział odpływu podziemnego oraz stosunek powierzchni doliny do powierzchni zlewni. Ustalone tą metodą średnie wartości zasilania wahają się w granicach od 25 do 100 l/s km² [5]. Na poszczególnych odcinkach dolin zasilanie może znacznie odbiegać od wartości średnich, np. w jednej z badanych dolin stwierdzono wahania od 40 do 430 l/s km², przy wartości średniej 95 l/s km² [7]. Zasilanie podziemne jest w dolinach Wyżyny Lubelskiej i Rostocza decydującym czynnikiem w bilansie wodnym i musi być uwzględniane w projektach urządzeń melioracyjnych. Oznacza to konieczność dostosowania rozwiązań technicznych do warunków hydrogeologicznych opierając się na zasadach schematyzacji hydrogeologiczno-melioracyjnej [6, 8, 17].

ROZWIĄZANIA MELIORACYJNE PRZY ZASILANIU WODAMI NAPOROWYMI

Melioracja dolin znajdujących się pod wpływem wód naporowych jest związana z przejęciem i odprowadzeniem tych wód. Stosuje się w tym celu sieć odwadniającą poziomą (rowy i dreny), a niekiedy również drenaż pionowy. Zagadnienie działania systematycznej sieci odwadniającej w warunkach zasilania wodami pod ciśnieniem doczekało się licznych opracowań, przy czym uwzględnia się tu wariant z opadem atmosferycznym i bez niego. Przytaczamy kilka nowszych wzorów na obliczenie rozstawy drenów L (z pominięciem wpływu opadu). Podstawowe oznaczenia podano na rysunku 2.

A. Wzór Kostiakowa-Ostromęckiego [13]:

$$L = \frac{n\pi h (D+mh)}{(H-mh)(\ln \frac{L}{2r}-1)},$$

gdzie: n i m - parametry pomocnicze zależne od D , L i H .

B. Wzór Hathoota [2]:

$$\ln \left[\frac{H-h}{\cos h \frac{\pi}{L} (h+2D)} \right] = \ln \left[\frac{H+r}{\sin h \frac{\pi}{L} (2D-r)} \right]$$

C. Wzór Tomberga [18] dla gruntów mineralnych:

$$L = 2e \sqrt{\frac{h(h+2D)(D+0,8h)}{H-0,8h}},$$

gdzie: e - parametr pomocniczy.

D. Wzory El Gizawi [4]:

$$L = 2,45 (D+H) \log \frac{3h}{H-h} \quad \text{przy } \frac{h}{H-h} \geq 1,$$

$$L = \frac{1,3 (D+H)}{\left(\frac{H-h}{h}\right)^{0,885}} \quad \text{przy } \frac{h}{H-h} < 1.$$

E. Wzór Koczewa [4]:

$$L = 48D + \sqrt{16 B^2 D^2 + \frac{h}{A}},$$

gdzie:

$$B = \frac{\ln(2 \cos h \frac{\pi r}{D} - 2)}{2} + 0,3722,$$

$$A = \frac{H-0,8h}{BD(D+0,8h)}.$$

Przedstawione wzory różnią się znacznie między sobą zarówno budową wewnętrzną, jak i otrzymywanymi wynikami. Maksymalne różnice mogą przekraczać 50% [4, 6], co świadczy że zagadnienie drenowania w warunkach występowania wód naporowych nie jest dostatecznie wyjaśnione od strony hydraulicznej.

Jednocześnie nasuwają się poważne zastrzeżenia natury hydrogeologicznej związane z ilością wody, która winna dopływać do drenów. Jednostkowy dopływ w m^3/m i dobę wynosi według Kostiakowa-Ostromęckiego [13]:

$$q = \frac{n\pi kh}{\ln \frac{L}{2r} - 1},$$

a według Hathoota [2]:

$$q = \frac{2\pi k(H+r)}{\ln \left[\frac{\sin h \frac{\pi}{L}(2D-r)}{\sin h \frac{\pi r}{L}} \right]},$$

gdzie: k - współczynnik filtracji w m/d .

Dopływ na 1 km^2 powierzchni doliny można ustalić ze wzoru

$$Q_{pd} = \frac{q}{L} \cdot 1\,000\,000 \quad \text{w } m^3/dkm^2$$

oraz

$$q_{pd} = \frac{Q_{pd}}{86400} \quad \text{w } l/s \text{ km}^2.$$

Obliczenia przeprowadzone na podstawie wymienionych wzorów, przy założeniu parametrów wyjściowych odpowiadających warunkom zbliżonym do przeciętnych dla dolin Wyżyny Lubelskiej ($H = 1-3 \text{ m}$, $D = 1-5 \text{ m}$, $K = 0,01-0,1 \text{ m/d}$), pozwalają ustalić dopływ wód naporowych do sie-

ci drenażu poziomego. Orientacyjnie można podać, że waha się on w granicach 10-1000 l/s km². W granicach tych mieszczą się wielkości zasilania podane poprzednio: średnie dla dolin 25-100 l/s km² [5] i średnie dla odcinków jednej z badanych dolin 40-430 l/s km² [7]. Stwierdzenie to nie wyczerpuje jednak całości zagadnienia.

ZASILANIE SKUPIONE I ROZPROSZONE

Zasilanie dolin przez wody naporowe można również podzielić na zasilanie skupione i rozproszone. Zasilanie skupione następuje ze źródeł, natomiast rozproszone - z wysięków i obszarów podtopionych przez wody naporowe. Część wód źródłanych wykorzystuje drogi ułatwionego odpływu, np. wychodne rumoszu margla przy zboczach dolin, miejsca rozcięcia warstw słabo przepuszczalnych przez formy erozyjne lub też przebicia tych warstw na obszarach, gdzie warstwy słabo przepuszczalne są nieznacznej miąższości. Stwierdza się jednak również występowanie źródeł na obszarach, na których miąższość torfów oraz namulów pylasto-ilastych osiąga kilka metrów. Źródła te wykorzystują niejednorodność tych warstw i w skrajnych przypadkach tworzą pionowe kanały intensywnie odprowadzające wody naporowe. Jak dotąd nie zostały przeprowadzone pomiary terenowe pozwalające na ilościowe określenie stosunku zasilania skupionego do całości zasilania. Orientacyjne szacunki wskazują, że w strefach intensywnego drenażu przeważa odpływ ze źródeł, natomiast w strefach utrudnionego drenażu - zasilanie rozproszone. Można z dużym przybliżeniem przyjąć, że zasilanie rozproszone w poszczególnych dolinach nie przekracza połowy zasilania i wynosi 10-50 l/s km².

Omawiany poprzednio drenaż poziomy przejmuje tylko zasilanie rozproszone, natomiast woda ze źródeł odprowadzana jest oddzielnie. Oznacza to, że rzeczywisty dopływ do drenażu będzie mniejszy od obliczonego (z pominięciem początkowego okresu eksploatacji). Występuje istotna, ale często pomijana, różnica pomiędzy zasilaniem naporowym na polderze w zasięgu oddziaływania zbiornika wodnego a zasilaniem naporowym doliny rzecznej. W pierwszym przypadku dopływ wody ograniczony jest tylko warunkami hydrogeologicznymi, w drugim - również warunkami hydrologicznymi, tj. zasobami zlewni. Jeżeli sieć drenażu odprowadzać będzie więcej wody niż jej dopływa ze zlewni, nastąpi obniżenie ciśnienia w podłożu i zmaleje wartość H, której

nie można uznać za parametr stały. Przekształcenie wzorów Hathoota [2] pozwala na ustalenie zależności wysokości ciśnienia H od wydatku q :

$$H = \frac{q}{2\pi k} \left[\ln \frac{\cos h \frac{\pi}{L} (h+2D)}{\cos h \frac{\pi h}{L}} \right] + h.$$

Oznaczenia jak na rysunku 2. Ze wzoru wynika, że ciśnienie jest wprost proporcjonalne do zasilania.

Ze względów praktycznych podział na zasilanie skupione i rozproszone ma duże znaczenie. Trudności w odwodnieniu dolin sprawia tylko zasilanie rozproszone, natomiast odprowadzenie wody ze źródeł do rzeki nie stwarza trudności technicznych. Łączna wielkość zasilania naporowego (z pominięciem wahań sezonowych) jest wielkością stałą, dlatego zwiększenie zasilania skupionego powoduje zmniejszenie zasilania rozproszonego, co znacznie ułatwia meliorację doliny. Takie podejście może być podstawą różnych rozwiązań technicznych dostosowanych do konkretnych warunków terenowych.

ZASILANIE WODAMI NAPOROWYMI A KSZTAŁT DOLINY

Geneza i kolejne fazy rozwoju dolin Wyżyny Lubelskiej i Rostocza są znane dzięki licznym badaniom geologicznym i geomorfologicznym [np. 12]. Podkreśla się znaczenie procesów erozji i akumulacji zarówno w dolinach, jak i w zlewniach, rolę procesów torfotwórczych, wpływ roślinności wodnej, oddziaływanie człowieka itp. Prace z zakresu hydrogeologii melioracyjnej wskazują na wzajemną zależność wód podziemnych i powierzchniowych w formowaniu gleb w tych dolinach [5, 17]. Warto zwrócić uwagę na formy krawędzi oddzielającej dolinę od wysoczyzny. Najczęściej spotykamy dwie formy: stożek nasypowy i skarpe. Stożki utworzyły się u wylotów wąwozów i suchych dolin; są one rodzajem pochylni łączącej dolinę z wysoczyzną. Granica pomiędzy nimi nie jest ostra zarówno pod względem hipsometrii, jak gleb i uwilgotnienia. Stożki zbudowane są z utworów aluwialno-deluwialnych o składzie mechanicznym odpowiadającym glinom i pyłom (rzadziej piaskom). Stożki charakteryzuje uwilgotnienie optymalne lub niedostateczne. Utwory organiczne i mineralno-organiczne są po-

grzebane pod stożkami. Skarpy są formami bardzo wyraźnymi, odgraniczającymi nadmiernie uwilgotnione utwory organiczne i mineralno-organiczne doliny od warstw lessów i piasków formujących brzegi wysoczyzny. Poniżej skarpy dno doliny wykazuje znaczny spadek poprzeczny. Ten kształt przekroju poprzecznego wyróżnia doliny zasilane przez wody naporowe od dolin zasilanych przez wody o zwierciadle swobodnym. Opisowo mówimy w pierwszym przypadku o kształcie wanny, a w drugim o kształcie talerza. Powstawanie krawędzi wanny jest możliwe tylko dzięki dopływowi wód naporowych, które ułatwiają narastanie substancji organicznej i strącanie węglanów w sąsiedztwie granicy doliny. Z drugiej strony występowanie wyniesionych krawędzi wanny limituje wielkość ciśnienia w podłożu, gdyż nadmiar wód podziemnych przekraczający rzędną tej krawędzi może się swobodnie przelać do doliny. Jest to dobitny przykład związku formy geomorfologicznej z procesem hydrogeologicznym.

LITERATURA

1. Chałubińska A.: Gęstość sieci wodnej w Polsce, Ann. UMCS, ser. B, vol. IX, 1954.
2. Hathoot H.M.: Artificial protection of soil against an upward potential gradient, ICID Biull., z. 2, 1979.
3. Herbich P.: Określenie podziemnego zasilania rzek na przykładzie zlewni górnego Wieprza [W:] Współczesne problemy hydrogeologii regionalnej, Warszawa 1980.
4. Koczew K., Mjuler G.: Orazmerjawane na gorizontalnije drenaž w polynaporen wodnocen plact, Gidr. i Miel., z. 8, 1981.
5. Łoś M.J.: Problemy melioracji dolin znajdujących się pod działaniem wód naporowych, Wiad. Melior. i Łąk., z. 4, 1978.
6. Łoś M.J.: Zagadnienia hydrogeologiczne w projektowaniu urządzeń melioracyjnych, Wiad. Melior. i Łąk., z. 7, 1983.
7. Łoś M.J., Mitrus W.: Rezultaty melioracji w dolinie zasilanej wodami naporowymi, Wiad. Melior. i Łąk., z. 1, 1981.
8. Łoś M.J., Poźniak R.: Hydrogeologiczne uwarunkowania melioracji na Wyżynie Lubelskiej (w druku).
9. Malinowski J.: Hydrogeologiczne warunki odpływu podziemnego na Roztoczu Zachodnim, Biul. Inst. Geol., z. 277, 1973.

10. Małinowski J.: Zasilanie i drenaż wód podziemnych obszaru Wschodniego Roztocza, Warszawa 1972.
11. Michalczyk Z.: Charakterystyka hydrogeologiczna dorzecza Łady, Biul. Inst. Geol., z. 339, 1982.
12. Nakonieczny S.: Holocenińska morfogeneza Wyżyny Lubelskiej, Lublin 1967.
13. Ostromecki J.: Hydrauliczne metody określania rozstawy urządzeń odwadniających, Warszawa 1980.
14. Pazdro Z.: Hydrogeologia ogólna, Warszawa 1977.
15. Pałys S.: Wpływ erozji gleb na kształtowanie się odpływu, rzeźby oraz pokrywy glebowej obszarów lessowych, Lublin 1980.
16. Pleczyński J.: Odnawialność zasobów wód podziemnych, Warszawa 1981.
17. Poźniak R., Łoś M.J.: Schematyzacja hydrogeologiczno-melioracyjna dolin rzecznych, Zesz. Nauk. SGGW-AR, Melior. Rol., z. 18, 1979.
18. Tomberg U.C.: Parametry drenażu w wiertikalno-nieodnorodnych gruntach, Gidr. i Melior., z. 10, 1982.
19. Wilgat T.: Stosunki wodne Lublina, Biul. LTN, Geogr., vol. 22, z. 1, 1980.

Marek Jarosław Łoś

FEEDING WITH WATERS UNDER PRESSURE OF RIVERS AND
RIVER VALLEYS OF THE LUBLIN UPLAND

S u m m a r y

The underground feeding of the Lublin Upland area constitutes 60-93% of water reserves. A significant share in the water circulation in the catchment area have four layers differing with hydrogeologic features. The flow of underground and surface waters between these layers as well as the inflow of watercourses into the channel are presented in fig. 1. The scheme assumed allows to set up a general water balance and detailed water balances. Feeding with waters under pressure exerts a significant effect of the water conditions of the valley and should be taken into consideration at establishment of the drainage network parameters.

Hydraulic formulae allow to determine the drain spacings, water inflow to drains and relationship between the water pressure in the subsoil and the feeding of soil.

Of a significant importance for formation of water conditions of the valley is the shape of cross section of this valley and the division of feeding into concentrated and dispersed one.

Марек Ярослав Лось

ПИТАНИЕ НАПОРНЫМИ ВОДАМИ РЕК И РЕЧНЫХ ДОЛИН
ЛЮБЛИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Р е з ю м е

Подземное питание Люблинской возвышенности составляет 60-93% водных ресурсов. В круговороте воды в водосборе существенное участие принимают четыре слоя различающиеся гидрогеологическими признаками. Проток подземных и поверхностных вод между этими слоями, а также приток к руслу водотоков представлены на рис. 1. Принятая схема позволяет формулировать общий водный баланс и подробные водные балансы. Питание напорными водами оказывает существенное влияние на условия увлажнения долины и может учитываться при определении параметров осушительной сети.

Гидравлические формулы позволяют определить приток к ним воды, а также определить связь между давлением воды в подпочве и питанием почвы.

Существенное значение для формирования условий увлажнения долины на форму поперечного разреза этой долины и деление питания на концентрированное и рассеянное.