

OCENA MOŻLIWOŚCI RETENCYJNYCH POKRYW GLEBOWO-ZWIETRZELINOWYCH NA STOKU POGÓRSKIM

Witold Bochenek

Bochenek W., 2002: Ocena możliwości retencyjnych pokryw glebowo-zwiertzelinowych na stoku pogórskim, (*Estimation of the retention capacity of soil and rock-waste on the plateau slope*), Regionalny Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Nr 3, s. 103-107, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

Zarys treści: Głównym celem tego artykułu jest ocena możliwości retencyjnych pokryw na fliszowym stoku pogórskim. Uwzględnione zostały wyniki badań poszczególnych elementów obiegu wody na stoku: spływu powierzchniowego, śródglebowego oraz zmiany stanów wody w piezometrach glebowych do głębokości 20, 50, 100, 150, 200 cm. Określono zależność zmian stanów wody od intensywności spływu powierzchniowego i śródglebowego. Określono częstotliwość stanów wody, zależną od składu mechanicznego utworów stokowych i osadów dennych. Autor przeprowadził eksperyment polowy, którego celem było określenie tempa transmisji wody od wierzchołki do dna doliny.

Witold Bochenek, Stacja Naukowo-Badawcza, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Szymbark 430, 38-311 Szymbark.

1. Wprowadzenie

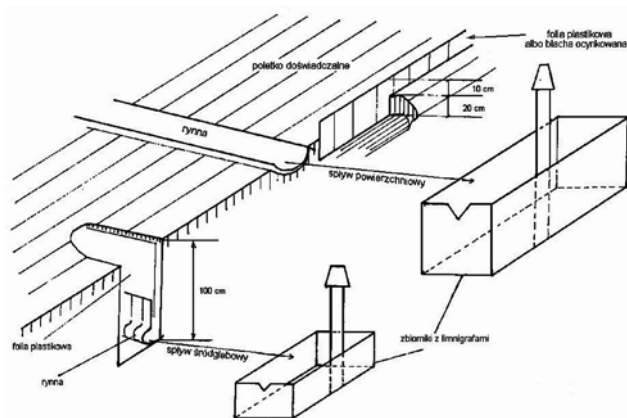
Prekursorem badań spływu powierzchniowego i śródglebowego na Stacji Naukowej IGiPZ PAN w Szymbarku był J. Słupik. W oparciu o wyniki badań Figuły (1966) i własnych obserwacji i pomiarów, określił warunki występowania spływu powierzchniowego i śródglebowego w 1-metrowej warstwie gleby (1978). Obliczył retencyjność gleb w stosunku do porowatości i maksymalnej kapilarnej pojemności wodnej. Całkowitą pojemność wolnych przestrzeni w 1-metrowej warstwie gleby oszacował na 160 mm, w tym pojemność kapilarną – na 100 mm. Zatem po długotrwałym okresie bezdeszczowym suma opadu powyżej 100 mm wywołuje spływ śródglebowy, a opad powyżej 160 mm – spływ powierzchniowy nasycony.

2. Obszar i metoda badań

Od listopada 1999 na stoku doświadczalnym stacji Naukowo-Badawczej IGiPZ PAN w Szymbarku prowadzone są badania transformacji wody opadowej na poszczególne składowe jej odpływy w obrębie stoku. Badania dotyczą ilości oraz jakości (parametrów fizyko-chemicznych) wody przenikającej przez pokrywy glebowe i zwiertzelinę. Badania realizowane są w ramach projektu badawczego KBN nr 6PO4E 03017 „Mechanizm procesów denudacji chemicznej w obrębie pogórskiego stoku fliszowego”.

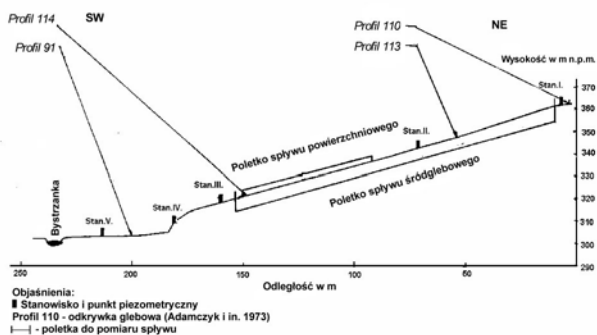
Sieć pomiarowa obejmuje:

- poletko spływu powierzchniowego o wymiarach 10 x 60 m zakończone rynną i zbiornikiem zbierającym wodę,
- poletko spływu śródglebowego do głębokości 1 metra na powierzchni o wymiarach 10 x 180 m, zakończone ekranem z folii, rynną i zbiornikiem zbierającym wodę,
- 5 stanowisk piezometrycznych, na których zainstalowano piezometry do głębokości: 20, 50, 100, 150, 200 cm, zlokalizowane w transekcie od wierzchołki do dna doliny.



Ryc.1. Schemat instalacji do pomiaru spływu powierzchniowego i śródglebowego

Fig. 1. Scheme of installation for overland flow and throughflow measurement



Ryc. 2. Profil podłużny stoku doświadczalnego IGiPZ PAN w Szymbarku z naniesionymi stanowiskami piezometrycznymi

Fig. 2. Longitudinal profile of the experimental slope at Szymbark with piezometric sites

Stanowisko I zlokalizowane zostało na spłaszczeniu wierzchołku w obrębie pogórskiego garbu, stanowiska II i III w obrębie stoku, stanowisko IV - na granicy stoku i dna doliny, stanowisko V - na terasie rzecznej w dnie doliny.

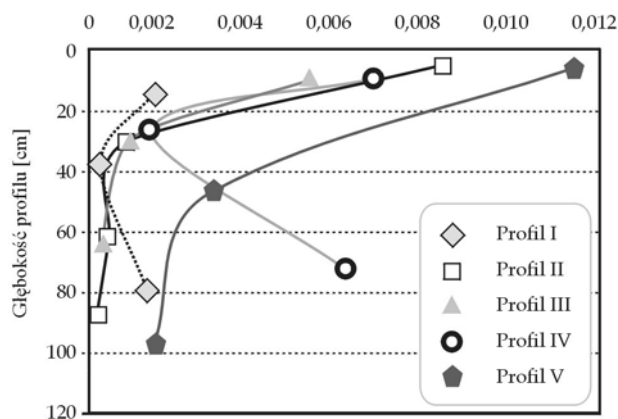
Powierzchnia z punktami pomiarowymi zlokalizowana jest w zlewni Bystrzanki w Beskidzie Niskim. Zlewnia, chociaż zaliczana do Beskidu Niskiego, znajduje się w strefie granicznej Beskidów i Pogórzy, i wzajemnie przenikają się tu cechy krajobrazu beskidzkiego (górniskich) oraz pogórskiego (Starkel 1972)

Pomiary wykonywane są na pogórskim stoku o nachyleniu 10°, okrytym gliniastymi pokrywami, na których wytworzyły się różne podtypy gleb brunatnych. Pokrywy gliniaste powstały w wyniku wietrzenia utworów inceramowych płaszczowiny magurskiej (łupkowo-piaszczystych) budujących pogórską część zlewni. Miąższość profili glebowych zależy tu przede wszystkim od rodzaju skał (ich odporności) występujących w podłożu i wynosi od ok. 80 cm na wierzchołku w górnej części stoku do 200 cm w dolnej części. Dno doliny „wysłane” jest żwirowo-piaszczystymi utworami aluwialno-deluwialnymi, na których wykształciły się mady.

Szczegółową analizę gleb ówczesnej gromady Szymbark, ze szczególnym uwzględnieniem gleb na stoku doświadczalnym, przeprowadził zespół pod kierownictwem B. Adamczyka (Adamczyk i in. 1973). Niezależnie od nich, w odkrywkach glebowych wykonanych w pobliżu stanowisk piezometrycznych, dokonano opisu gleb oraz pobrano próby z wyróżnionych poziomów genetycznych do dalszych analiz. Założono, że warunki glebowe tu opisane odpowiadają tym, które występują w miejscu lokalizacji piezometrów, chociaż autor jest świadom dużej zmienności przestrzennej cech gleb, nawet na niewielkiej powierzchni.

Najistotniejszą rolę w prędkości transmisji wody, zarówno w głąb, jak i w kierunku dna doliny odgrywa przepuszczalność poszczególnych poziomów genetycznych wynikająca z ich składu mechanicznego.

Przepuszczalność oznaczona została laboratoryjnie metodą zaproponowaną przez Komornickiego (1983) dla prób glebowych pobranych z poszczególnych poziomów genetycznych w 5 odkrywkach glebowych (ryc. 3).

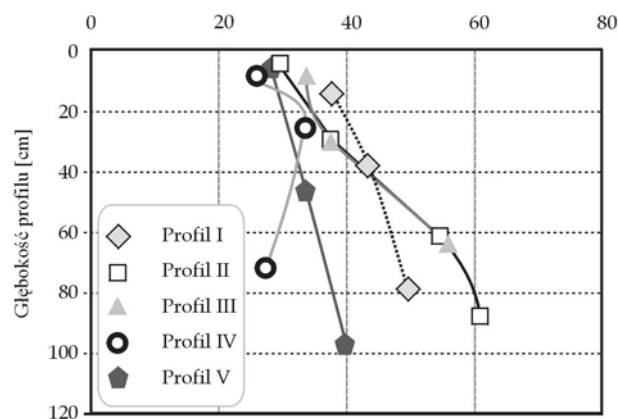


Ryc. 3. Przepuszczalność gleby [w $\text{cm} \cdot \text{sek}^{-1}$]

Fig. 3. Soil permeability [in $\text{cm} \cdot \text{cm}^{-1}$]

3. Wyniki

Wykresy przepuszczalności gleb z odkrywek stokowych (profile I-III) mają podobny charakter; przepuszczalność na głębokości 30-40 cm gwałtownie maleje i utrzymuje się na podobnym poziomie głębiej. W profilu IV po zmniejszeniu się przepuszczalności na głębokości 30 cm do poziomu zbliżonego do tego, jaki obserwowano w glebie na stoku, następuje jej wyraźny wzrost. Dzieje się tak za sprawą występowania w górnej części profilu utworów deluwialnych, pochodzących ze stoku, poniżej zaś żwirowo-piaszczystych utworów terasowych, o znacznie większej przepuszczalności, „wychodzących” na stok. W dnie doliny (profil V) obserwuje się stosunkowo wysoką przepuszczalność, a jej zmniejszanie się wynika z kolmatacji utworów żwirowo-piaszczystych materiałem spławnym, który w szybkim tempie jest przemieszczany w głąb profilu. Jego osadzanie się wynika ze zmniejszającej się prędkości infiltracji spowodowanej występowaniem w głębszym podłożu cokołu skalnego.



Ryc. 4. Udział frakcji ilastej [$<0,02 \text{ mm}$] w profilach glebowych

Fig. 4. Percentage of clay content [$<0,02 \text{ mm}$] in soil profiles

Możliwości zatrzymywania (retencji) wody zależą od udziału nieprzepuszczalnych, lecz higroskopijnych frakcji ilastych w poziomach glebowych. Ich obecność może wywoływać powstawanie lokalnych, zawieszonych poziomów wodonośnych. Podobny i duży udział frakcji ilastej

stwierdzono na stanowiskach stokowych (profil II i III) już na głębokości ok. 60 cm (ryc. 2).

Całkowite przesuszenie gruntu do głębokości 1 metra wymaga bardzo długiego bezopadowego okresu czasu. Opad występujący częściej, chociaż nie wywołuje zjawiska spływu, powoduje wzrost wilgotności gruntu i w konsekwencji suma opadu poniżej 100 mm wywołuje spływ śródpokrywowy. Spływ śródpokrywowy towarzyszy najczęściej opadom rozlewnym, których wydajność dobowa nie jest wysoka, lecz ich długotrwałość powoduje, że suma za kilka – kilkanaście dni przekracza 120–150 mm. Istnieją wówczas dobre warunki do infiltrowania wody w głąb i formowania się spływu śródglebowego. Równie dogodne warunki panują podczas roztopów, szczególnie wtedy, gdy brak przemarznięcia gruntu. Badania prowadzone nad spływem śródglebowym na stoku doświadczalnym w okresie ponad 30 lat przez Słupika i Gila składają do wysnucia następujących prawidłowości:

- średnia roczna wysokość spływu – 54 mm (7% sumy rocznej opadu, zakres zmienności sum rocznych: 7,2–100,9 mm),
- równomierny rozkład pomiędzy półroczami hydrologicznymi – zimowym i letnim po ok. 27 mm,
- w latach o rocznych sumach opadu poniżej przeciętnej wieloletniej, spływ śródglebowy w półroczach zimowych większy aniżeli w półroczach letnich (Gil 1999).

Spływ śródglebowy trwa przez 170–300 dni w roku i związany jest z długim okresem odsączalności glin ciężkich występujących na głębokości kilkudziesięciu cm.

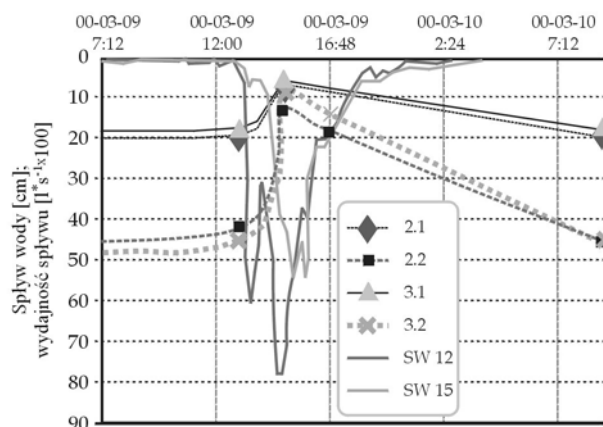
Zjawiskiem chwilowym, epizodycznym jest spływ powierzchniowy występujący 20–80 razy w ciągu roku (Gil 1999). Jego występowanie związane jest z opadami o dużym natężeniu, przekraczającym możliwości infiltracyjne gruntu (spływ powierzchniowy nienasycony) lub długotrwałymi opadami i nasyceniem gruntu wodą (przekroczeniem pojemności infiltracyjnej), kiedy występuje spływ powierzchniowy nasycony (Horton 1940).

Pomiarów spływu powierzchniowego dokonywano na poletkach o różnym użytkowaniu rolniczym. Średni roczny spływ na ziemniakach wyniósł 105 mm (12,7%), na zbożach – 80 mm (9,8%) a na łące 73 mm (8,9%).

Spływ powierzchniowy obejmuje także przypowierzchniową warstwę gruntu (gleby). Podczas pomiarów stanów wód w piezometrach najpłytszych tj. 20 i 50 cm stwierdzono równoczesność występowania wody z występowaniem spływu powierzchniowego. Brak ciągłej rejestracji stanów wody w piezometrach uniemożliwia wyznaczenie zależności między wydajnością spływu a poziomem wody w otworze. Pomiaru wykonano w próbkach pobranych w odkrywkach glebowych na stoku wskazują na tempo przepuszczalności w warstwie do głębokości 20 cm ok. 25 cm/godz. Uwzględniając szczeliny z wysychania po dłuższym okresie bezdeszczowym i korytarze organizmów glebowych możemy uznać, że stany wody w najpłytszych piezometrach zaczynają wzrastać w ciągu kilku minut od rozpoczęcia spływu a kulminacja stanów pokrywa się z maksimum intensywności spływu (ryc. 5).

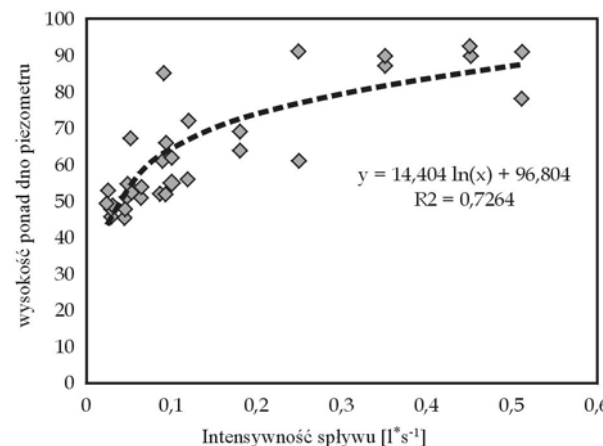
Ze względu na stosunkowo długi czas trwania, możliwy był pomiar stanów wody przy różnej intensywności spływu śródglebowego. Do porównań wybrano piezometry na dwóch stanowiskach stokowych sięgające do głębokości

1 metra, odpowiadające głębokości strefy pomiarowej spływu śródpokrywowego.



Ryc. 5. Zmiany stanów wody w najpłytszych (20 i 50 cm) piezometrach stokowych na tle zmian intensywności spływu powierzchniowego na poletkach doświadczalnych

Fig. 5. Changes of water stages in most shallow (20 and 50 cm) slope piezometers on the background of overland flow intensity changes on experimental fields

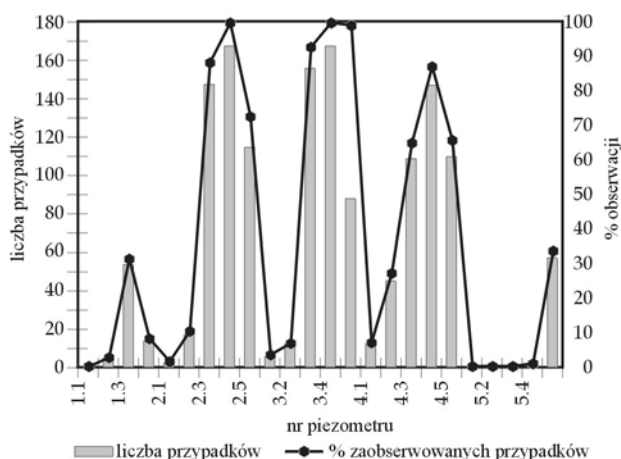


Ryc. 6. Zależność między stanem wody w piezometrach do głębokości 100 cm a intensywnością przepływu

Fig. 6. Relationship between water stage in 100 cm piezometer and throughflow intensity

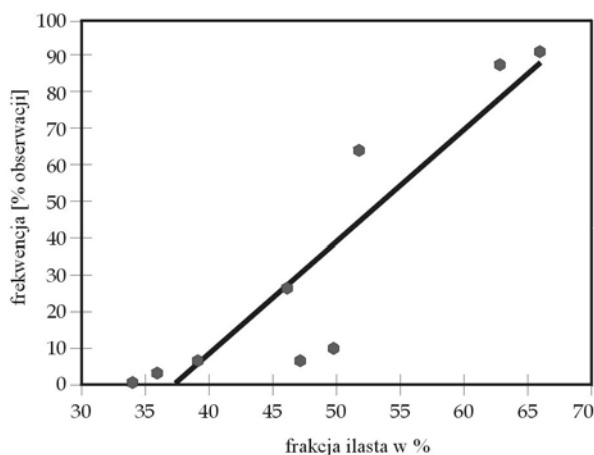
Zależność najlepiej opisuje funkcja logarymiczna o współczynniku determinacji 0,73, istotnym statystycznie na poziomie <0,1%. Wysoki współczynnik determinacji świadczy zatem o wpływie ilości wody zawartej w glebie na prędkość jej przepływu i wydajność spływu.

Dobrym miernikiem możliwości retencyjnych gleby jest częstotliwość występowania wody w poszczególnych piezometrach, niezależnie od jej wysokości ponad dno otworu. Pomiaru wykonywane były w nierównych odstępach czasowych, zależnych od oczekiwanych zmian stanów: podczas roztopów lub opadów i bezpośrednio po nich pomiary wykonywano często, nawet 3-krotnie w ciągu doby. W okresach braku dostawy wody – co 2–3 dni. Częstotliwość występowania wody w okresie od września 1999 do sierpnia 2001 przedstawia ryc. 7.



Ryc. 7. Częstotliwość występowania wody w piezometrach
 Fig. 7. Frequency of water occurrence in piezometers

W piezometrach położonych na stoku, zarówno na stanowisku II jak i III, liczebność przypadków występowania wody w poszczególnych piezometrach jest podobna: od kilku przypadków w najpłytszych (20 cm), kilkunastu – w 50 cm otworach po 100- lub blisko 100% frekwencję w otworach 100 i 150 cm. Tak duża częstotliwość towarzyszy otworom, w których perforacja znajduje się na głębokości występowania utworów o składzie mechanicznym glin ciężkich i poziomu oglejania.



Ryc. 8. Zależność między częstotliwością występowania wody w piezometrach a udziałem frakcji ilastej w glebie.
 Fig. 8. Relationship between a frequency of water in piezometers and clay content in soil.

Na stanowisku V, położonym na żwirowo piaszczystej terasie w dnie doliny, woda występuje wyłącznie w najgłębszym piezometrze. Warunki filtracji są tu korzystne ze względu na skład granulometryczny osadów rzecznych i ich jednolitość w całym przekroju. Występowanie wody w najgłębszym piezometrze o głębokości ponad 2 metry wynika ze zmniejszenia spadku hydraulicznego na płaskim dnie doliny między stokiem a korytem rzecznych i podniesieniem się poziomu wody w korycie.

Zbadano również zależność pomiędzy częstotliwością (% obserwacji, podczas których występowała woda w otworach) a procentowym udziałem frakcji ilastej (średnica ziaren <0,2 mm) w profilach glebowych na wysokości

perforacji w rurze piezometrycznej. W związku z występowaniem stosunkowo płytkich profili glebowych i trudnościami technicznymi z kopaniem głębszych odkrywek, pod uwagę wzięto wyłącznie otwory do głębokości 100 cm.

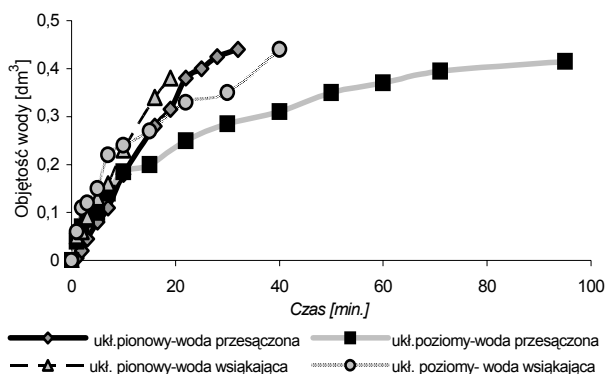
Mimo niewielkiej liczebności przypadków otrzymano istotny statystycznie (na poziomie 0,1%) współczynnik determinacji 0,82.

Możliwości transmisji wody w głąb profilu glebowego oraz w dół stoku badano eksperymentalnie. Za pomocą cylindra Burgera pobierano próby – monolity glebowe – z głębokości odpowiadających poszczególnym poziomom genetycznym. Pobierano próby wbijając cylinder pionowo a następnie poziomo (fot. 1).

fotografie na wkładce kolorowej

Fot. 1. Monolity glebowe: w układzie pionowym (a) i w układzie poziomym (b) oraz przesączanie wody przez monolit glebowy (c)
 Photo 1. Soil monoliths: horizontal arrangement (a) and vertical arrangement (b) and water percolation through soil monoliths (c)

Od góry monolit zalewano wodą destylowaną o objętości 0,5 dm³. Pomiar polegał na określaniu prędkości wsiąkania wody (zmiany objętości wody w cylindrze, nad monolitem glebowym) oraz przesiąkania (zmiany objętości wody w zlewce, pod cylindrem). Na ryc. 9 przedstawiono wynik eksperymentu dla monolitu glebowego 0-10 cm głębokości.



Ryc. 9. Wsiąkanie i przesiąkanie wody przez monolity glebowe.
 Fig. 9. Percolation of water through soil monoliths.

Prędkość wsiąkania (objętość wody w cylindrze) oraz przesiąkania (objętość wody w zlewce) jest ok. 4-krotnie większa w monolicie pobranym w układzie pionowym. Tempo wchłaniania wody przez monolit jest 1,5-2-krotnie większe od jej oddawania do zlewki poniżej cylindra. W próbie pobranej „w pionie” następuje jednostajny przyrost objętości wody pochłanianej i oddawanej przez monolit. W monolicie pobranym „w poziomie” po szybkim wzroście objętości związanym z wypełnieniem przestrzeni glebowych w ciągu pierwszych 10 minut następuje spowolnienie tempa przesiąkania do poziomu tzw. pojemności infiltracyjnej (Horton 1940). Tempo przesiąkania obliczono jako średnią arytmetyczną różnic objętości wody „wchłoniętej” i „oddanej” przez monolit glebowy w określonych odstępach czasu. Przepuszczalność obliczono również metodą Burgera (Musierowicz 1968). Wyniki eksperymentu przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Porównanie przepuszczalności gleby do głębokości 10 cm
 Tab. 1. Comparison of soil permeability to depth 10 cm

	Układ pionowy		Układ poziomy	
	Woda wsiąkająca	Woda przesiąkająca	Woda wsiąkająca	Woda przesiąkająca
	ml*cm ⁻² *min ⁻¹			
Metoda Burgera	0,14	0,20	0,04	0,44
Obliczenia autora	0,14	0,24	0,11	0,21

Dla monolitu pobranego w układzie pionowym widoczna jest zbieżność wyników obliczeń. W przypadku poboru próby równoległe do nachylenia stoku (układ poziomy) zaznaczają się wyraźne rozbieżności wyników obliczeń różnymi metodami.

Monolity glebowe pobrane zostały również na głębokości 30–40 cm i 70–80 cm. Z przeprowadzonych analiz wynika, że w monolitach nabijanych „w pionie” następuje stały i systematyczny wzrost przepuszczalności, zaś w układzie „poziomym” wyraźny wzrost następuje na głębokości 30–40 cm. Do tej pory przeprowadzono tylko jedną serię pomiarową. Przedstawione wyniki eksperymentu mają zatem charakter wyłącznie informacyjny, nie mają zaś charakteru naukowego. Autor zamierza wykonać kilka powtórzeń tych badań.

4. Podsumowanie

Ocena możliwości retencyjnych pokryw stokowych pozwala określić tempo transmisji wody w obrębie stoku od wierzchołki do dna doliny, od momentu opadu do chwili jej dotarcia do koryta rzecznej i później w miarę szybkiego odpływu ze zlewni. Na wstępie wyeliminować należy elementy „szybkiego” odprowadzania wody: bezpośredni spływ siecią rowów, bruzd i dróg polnych, których gęstość na obszarze Karpat Polskich jest wyjątkowo duża oraz spływ powierzchniowy. Wyeliminować należy również najbardziej intensywną część spływu śródglebowego. Możliwości retencyjne zależą w dużej mierze od składu mechanicznego pokryw stokowych. Obecność utworów gliniasto-ilastych o składzie mechanicznym glin ciężkich sprzyja powstawaniu lokalnych, zawieszonych poziomów wodonośnych. Jest to z jednej strony zjawiskiem niekorzystnym, gdyż sprzyja powstawaniu oglejenia, z drugiej zaś — podsiąk kapilarny umożliwia zaopatrzenie roślin w wodę.

5. Literatura

- Adamczyk B., Maciaszek W., Januszek K., 1973: *Gleby gromady Szymbark i jej wartość użytkowa*. w: *Gleby i zbiorowiska leśne okolic Szymbarku*. Pr. zb. pod red. L. Starkla, Dokumentacja Geograficzna nr 1, s. 15–66.
- Figuła K., 1966: *Badania nad gospodarką wodną zlewni górskich zalesionych i niezalesionych*. Cz1 i 2. Roczn. Nauk Rol., Ser. D., t. 118.
- Gil E., 1999: *Obieg wody i spłukiwanie na fliszowych stokach użytkowanych rolniczo w latach 1980–1990 (Wyniki badań przeprowadzonych na poletkach doświadczalnych na Stacji naukowej IGiPZ PAN w Szymbarku)*. Zeszyty IGiPZ PAN nr 60 ss.78.
- Horton R. E., 1940: *An approach toward a physical interpretation of infiltration-capacity*. Soil Sc. Soc. Am. Proc. 5.
- Komornicki T. (red.) 1983: *Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa i geologii*. Skrypt dla studentów Akademii Rolniczej. Kraków.
- Musierowicz A., 1968: *Gleboznawstwo ogólne*. PWRiL.

- Słupik J., 1973: *Zróźnicowanie spływu powierzchniowego na fliszowych stokach górskich*, Dokumentacja Geogr., z.2.
- Słupik J., 1978: *Obieg wody w glebie na stokach a rolnicze użytkowanie ziemi w: Studia nad typologią i oceną środowiska geograficznego Karpat i Kotliny Sandomierskiej*. Pr. zb. pod red. L. Starkla, Prace Geograficzne nr 125, s. 93–108.
- Słupik J., 1981: *Rola stoku w kształtowaniu odpływu*, Pr. Geogr. IGiPZ PAN, 142, ss. 98.
- Starkel L., 1972: *Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat (i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej)*. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, zeszyt 10, s. 75–91.
- Starkel L., Gil E. (red.), 1994: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stacja Bazowa Szymbark (Karpaty Fliszowe)*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

ESTIMATION OF THE RETENTION CAPACITY OF SOIL AND ROCK-WASTE ON THE PLATEAU SLOPE

Summary

The main aim of this paper is assessment of retention possibility in slope covers on flysch foothill slope. They were taken into consideration results of investigation of particular elements of water circulation on slope: overland flow, throughflow, water stage in piezometers to depth: 20, 50, 100, 150, 200 cm. They are define relationship between a water stage and overland flow or throughflow intensity. The author also defined water stages frequency in piezometer holes, which is dependent on the granulometric composition of soil. The author carried out the field experiment, whose aim was definition of water transmission speed from top to valley bottom.



a



b



c

Fot. 1. Monolity glebowe: w układzie pionowym (a) i w układzie poziomym (b) oraz przesączanie wody przez monolit glebowy (c)
Fot. 1. Soil monoliths: horizontal arrangement (a) and vertical arrangement (b) and water percolation through soil monoliths (c)

Bochenek W., 2002: Ocena możliwości retencyjnych pokryw glebowozwierzelinowych na stoku pogórskim, (*Estimation of the retention capacity of soil and rockwaste on the plateau slope*)