

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA NATĘŻENIE ZMYWÓW I RUCHU RUMOWISKA W ZLEWNI POTOKU WIERCHOMLA WIELKA

Piotr Prochal

Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych AR w Krakowie

WSTĘP

Rozpoznanie natężenia procesów erozyjnych w zlewni potoków górskich jest zagadnieniem bardzo ważnym ze względu na programowanie, planowanie i projektowanie zabudowy potoków. Zagadnienie to nabiera coraz to większego znaczenia przy programowaniu, planowaniu i projektowaniu zbiorników wodnych. Ilość bowiem przemieszczanego corocznie rumowiska decyduje o tempie zamulania zbiorników rumowiskowych i zbiorników wodnych. Całkowite zamulanie zbiorników rumowiskowych wymaga wznoszenia nowych zapór przeciwrumowiskowych, a zamulanie zbiorników wodnych uszczupla ich pojemność.

Z powyższego widać, że określenie ilości przemieszczanego corocznie rumowiska ma duże znaczenie gospodarcze, które uwypukla się szczególnie w okresach natężonego ruchu rumowiska tj. w okresach wezbrań i powodzi.

Nasilenie erozji wodnej może być określane metodami wskaźnikowymi [2, 7, 8] lub metodami bezpośrednich pomiarów ilości przemieszczonej gleby [8]. Do metod bezpośrednich zalicza się między innymi pomiar osadzonego rumowiska w miejscach podparcia potoku. Miejsca takie mogą być naturalne lub sztuczne. Najczęściej bada się ilości osadzonego rumowiska za zaporami przeciwrumowiskowymi lub za przegrodami dolinowymi. Pierwsze tego typu badania na obszarze Karpat Zachodnich w latach 1944—1956 przeprowadzał Pietruszewski [3] w zlewniach 8 potoków Beskidu Sądeckiego. Według jego wyników badań tempo osadzania namulów za zaporami przeciwrumowiskowymi wahało się od 10,3 (potoku Mała Łomnica) do 122,2 m³/km²/rok (potok Świdnik Tęgoborski).

W 1955 r. Reniger [6] przedstawia wyniki badań nad zamulaniem zbiornika zapory na p. Łukowica km 9+698. Ilość rumowiska osadzonego za tą zaporą wynosiła 122,5 m³/km²/rok.

W 1965 r. Polak [4] badał załadowanie zapory przeciwrumowiskowej w zlewni p. Brzeźnianka. Przeciętna akumulacja rumowiska wynosiła tutaj $48,9 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{rok}$.

Czasokres działania zbiorników rumowiskowych utworzonych za zaporami Pietruszewski i Reniger oceniają na 7 do 10 lat.

Pierwsze spostrzeżenia co do tempa zamulania zbiorników wodnych stworzonych przez przegrody dolinowe podaje Reniger [6]. Dotyczą one zamulania w latach 1946—1951 zbiornika Roźnowskiego. Przeciętna wartość z tego okresu wynosiła $86,4 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{rok}$. W 1960 r. Prochal [7] badał ilość i jakość osadzanego rumowiska w zbiorniku Porąbka na Sole. W latach od 1937 do 1957 osadzało się w tym zbiorniku $74,6 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{rok}$. Czasokres pracy zbiornika Roźnowskiego Reniger ocenia na 70 lat, a zbiornika Porąbka Prochal ocenia na 400 lat.

Bartnik i Gładki [1] przytaczają wyniki badań J. Gruszewskiego, Pietruszewskiego, Polaka i Reniger dotyczące osadzania ilości namulów w zbiornikach rumowiskowych oraz podejmują próbę określenia związku między stopniem lesistości a średnią roczną ilością rumowiska z 1 km^2 zlewni osadzaną w zbiornikach rumowiskowych.

Celem niniejszej pracy jest określenie wpływu niektórych czynników fizjograficznych na natężenie erozji gleb drogą określenia ilości rumowiska osadzonego za zaporami przeciwrumowiskowymi.

METODYKA BADAŃ

Badania wpływu niektórych elementów fizjograficznych na natężenie erozji zlokalizowano w zlewni potoku Wierchomla Wielka. W tej zlewni bowiem po roku 1950 rozpoczęto budowę leśnych dróg wywozowych. Nowo wybudowanym odcinkom dróg zagrażały corocznie wezbrane wody nie uregulowanych potoków. W związku z powyższym wraz z budową dróg przystąpiono równoległe do zabudowy potoków górskich. Po roku 1955 potok ten zabudowano systemem zapór przeciwrumowiskowych. W pierwszej fazie zapory wzniesiono w ujściowych odcinkach dopływów, a później na potoku głównym.

Badaniami objęto 11 zlewni dopływów potoku Wierchomla Wielka. Zapory na tych dopływach wzniesiono w latach 1955—1962. Czasokres osadzania rumowiska wynosił zatem od 10 do 15 lat. Metodyka badań polegała z jednej strony na pełnym rozeznaniu niektórych czynników fizjograficznych zarówno w terenie jak i na mapie w skali 1:10 000 i z drugiej strony na określeniu metodą pomiaru geodezyjnego rumowiska złożonego w zbiornikach zapór przeciwrumowiskowych. Rozpatrywano następujące czynniki: elementy urzeźbienia — spadek podłużny potoków, średni ważony spadek powierzchni zlewni, średnie długości stoków, stosunki hydrograficzne — gęstość sieci hydrograficznej, użytkowanie — stopień lesistości, wskaźnik biotechnicznej obudowy sieci hydro-

graficznej. Objętość złożonego rumowiska określono metodą profilu podłużnego i profilów poprzecznych.

Związek opisano za pomocą prostej regresji $y=a+bx$, wyznaczonej metodą najmniejszych kwadratów.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI POTOKU WIERCHOMLA WIELKA

Potok Wierchomla Wielka wypływa spod szczytu Runek w paśmie górskim — Jaworzyny. Jest on prawobrzeżnym dopływem Popradu do którego uchodzi w km 29+300. Najwyższy punkt, szczyt Runek wznosi się na wysokość 1082 m n.p.m. Najniższy punkt — ujście do Popradu leży na wysokości 443 m n.p.m. Największa deniwelacja zlewni jest równa 639 m. Przeciętne wzniesienie zlewni wynosi 737 m n.p.m. Deniwelacje mierzone od wododziału do dna doliny wynoszą średnio 290 m.

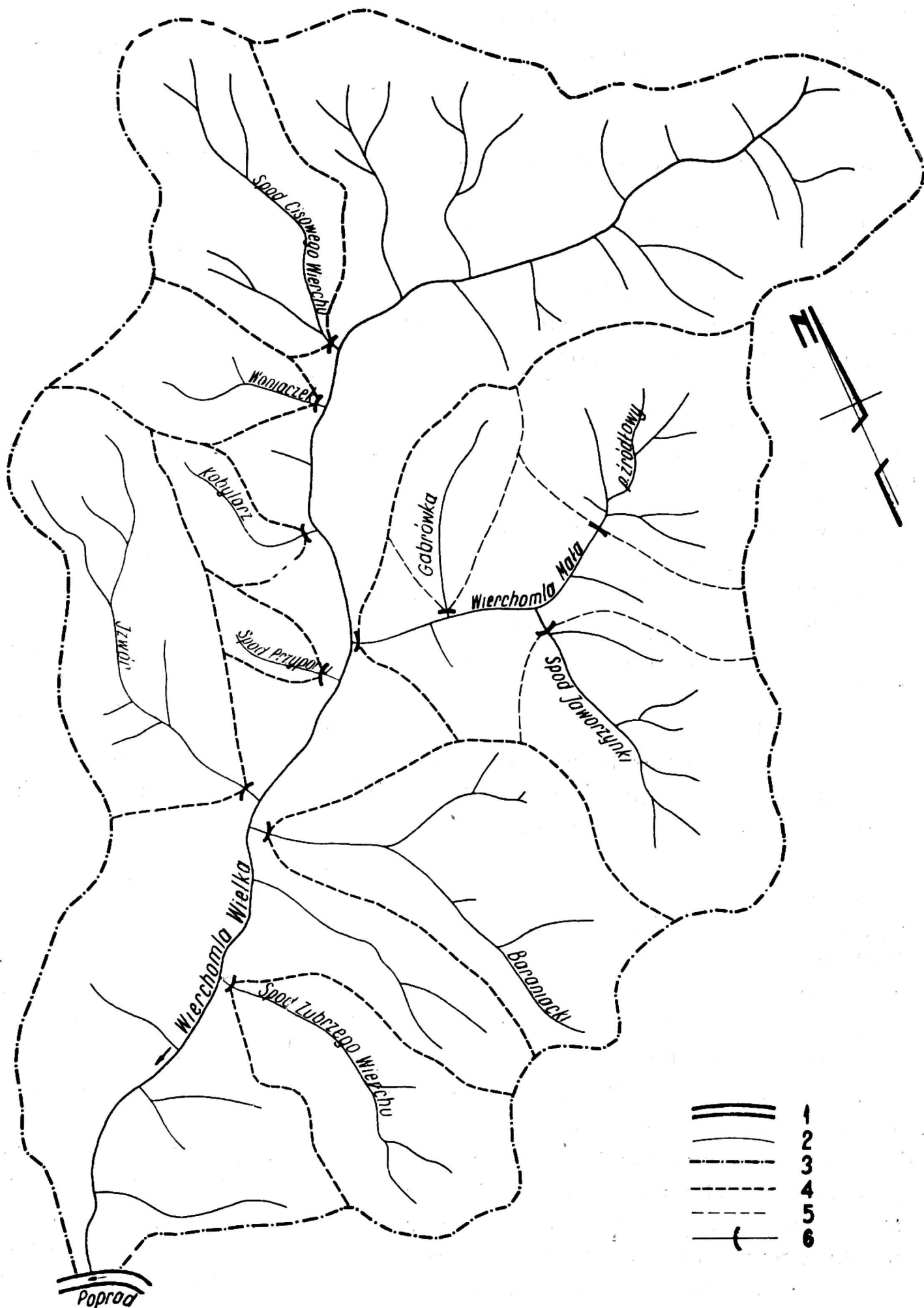
W rzeźbie terenu przeważają spadki duże. Dominuje przedział od 20 do 30%. Średni spadek powierzchni zlewni wynosi 27,15‰.

Zlewnia potoku leży w całości w obrębie płaszczowiny magurskiej. Flisz wieku paleogeńskiego składa się z piaskowców, łupków i margli magurskich, które pokrywają 3/4 zlewni oraz łupków i piaskowców podmagurskich. Warstwy podmagurskie przecinają równoleżnikowym pasem szerokości 2,5 km zlewnię potoku w rejonie ujścia dopływu Wierchomla Mała.

Gleby zlewni potoku powstały z utworów fliszowych. Są to gleby przeważnie brunatno-gliniaste (95‰). Dominują gleby gliniaste ciężkie, głębokie i średnio głębokie (59,7%) i gleby gliniaste średnie, płytkie i płytkie ze szkieletem (31,0‰).

Klimat zlewni potoku jest typu górskiego. Dane klimatyczne oparto o następujące stacje klimatyczne: Piwniczna, Muszyna, Krynica i Łabowa. Średnia roczna temperatura 5,5°C. Średnia temperatura lata (VI, VII, VIII) wynosi 14,7°C, a okres zimy (I, II) -4,6°C. Średni opad roczny obliczony metodą symetralnych wynosi 824,6 mm. Dni z opadem w formie deszczu 100—150, dni ze śniegiem 90—100. Trwałość pokrywy śniegowej 90—180 dni, a grubość pokrywy śniegowej waha się od 40 do 150 cm.

Potok Wierchomla Wielka płynie początkowo w kierunku zachodnim, a następnie przyjmuje kierunek południowo-zachodni. Dorzecze ma kształt wydłużony. Powierzchnia zlewni wynosi 39,02 km². Obok potoku głównego na zlewnię składają się trzy większe dopływy: Wierchomla Mała, Izwor i Baraniacki. Sieć rzeczna jest średnio rozwinięta. Długość potoku głównego wynosi 11,5 km, a długość sieci hydrograficznej 42,2 km. Gęstość sieci hydrograficznej wynosi 1,082 km/km². Przeciętny spadek podłużny potoku głównego od źródeł do ujścia wynosi 46,3‰. Spadki dopływów przekraczają 200‰. Średni roczny spływ jednostkowy wynosi 14,37 l/s/km², a średni odpływ roczny 453 mm.



Rys. 1. Zlewnia potoku Wierchomla Wielka

1 — rzeka Poprad, 2 — potoki, 3 — zlewnia IV rzędu, 4 — zlewnia V rzędu, 5 — zlewnia V rzędu, 6 — zapora przeciwrumowiskowa

Lesistość zlewni jest stosunkowo duża. Las zajmuje 17,45 km² co stanowi 46⁰/₀ powierzchni zlewni. Dalsze 35% powierzchni zajmują użytki zielone, a grunty orne 15⁰/₀. Pozostały odsetek przypada na drogi, wody, zabudowania gospodarcze i nieużytki.

Sieć hydrograficzna potoku zabudowana została systemem zapór przeciwrumowiskowych. Ogółem wzniesiono 16 zapór. Pięć na potoku głównym i 11 na dopływach.

CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI CZĄSTKOWYCH

Zaporami przeciwrumowiskowymi zamknięto 8 zlewni dopływów Wierchomla Wielka, a to potoków: Spod Cisowego Wierchu, Woniaczek, Kobylarz, Spod Przyporu, Izwor, Baraniacki i Spod Zubrzego Wierchu i 3 zlewnie dopływów do potoku Wierchomla Mała a to źródłową część potoku Wierchomla Mała, oraz potoków: Spod Jaworzynki i Gabrówka (rys. 1).

Powierzchnie badanych zlewni cząstkowych wahały się w granicach od 0,34 do 3,29 km². Jedynie zbiorcza zlewnia potoku Wierchomla Mała ma powierzchnię rzędu 8,44 km². Kształty zlewni są na ogół wydłużone, typowe dla potoków karpackich. Na 11 rozpatrywanych zlewni cząstkowych 9 ma kształt typowy, a tylko dwie: część źródłowa potoku Wierchomla Mała i cała zlewnia potoku Wierchomla Mała mają odmienny kształt.

Kierunki zlewni cząstkowych są różne. Południowy kierunek wykazują 4 zlewnie, północny 1, południowo-wschodni 3 i północno-zachodni 3 zlewnie. Wystawy zlewni cząstkowych są zgodne z ich kierunkiem.

Powierzchnie zlewni rozmieszczone są w różnych przedziałach hipsometrycznych od 448 ujęcie potoku Spod Zubrzego Wierchu do 1061 m n.p.m. wododziały potoku Spod Cisowego Wierchu i Spod Zubrzego Wierchu. Najwyżej położona jest zlewnia potoku Spod Cisowego Wierchu a najniższej zlewnia potoku Spod Zubrzego Wierchu.

Średnie spadki powierzchni zlewni są wysokie. Wahają się one od 25,49 (źródłowy potok Wierchomli Małej) do 37,33⁰/₀ (potok Spod Zubrzego Wierchu). Pochylone stoki należą raczej do krótkich. Średnia ich długość waha się od 235 m (potok Spod Zubrzego Wierchu) do 488 m (potok źródłowy Wierchomli Małej).

Sieć hydrograficzna zlewni cząstkowych jest dobrze rozwinięta. Gęstość jej waha się od 1,508 km/km² (potok Woniaczek) do 2,500 km/km² (potok Spod Przyporu). Średni spadek podłużny mierzony od źródeł do ujścia jest bardzo wysoki. Waha się on od 82,5⁰/₀₀ (potok Wierchomla Mała) do 211,7⁰/₀₀ (potok Spod Przyporu).

Charakterystykę niektórych elementów fizjograficznych zlewni cząstkowych przedstawia tabela 1.

Użytkowanie rolniczo-leśne zlewni jest rozmaite. Występują zlewnie o bardzo wysokim stopniu lesistości (potok Kobylarz). Są zlewnie całko-

Biologiczna charakterystyka zlewni ujętych zaporami przeciwrumowiskowymi
Zlewnia potoku Wierchomla

Nazwa potoku	Dopływ potoku	km	Użytkowanie zlewni — %				Brzegi chronione zabudową biologiczną L_0 w km	Długość sieci hydro- graficznej L_c w km	Wskaźnik obudowy sieci hydro- graficznej $\frac{L_0}{L_c}$
			Powierz- chnia zlewni km ²	lasy	użytki zielone	grunty orne			
Spod Cisowego	Wierchomla	7 + 350	2,552	61,0	39,0	—	3180	5190	0,62
Wierchu	Wielka								
Woniaczek	Wierchomla	6 + 900	1,160	68,2	31,8	—	1330	1750	0,76
Kobylarz	Wierchomla	6 + 000	0,600	91,4	8,6	—	860	1300	0,66
Spod Przyporu	Wierchomla	5 + 100	8,440	44,7	44,7	10,6	7270	13450	0,54
Wierchomla Mała	Wierchomla	4 + 900	0,340	43,4	34,3	22,3	250	850	0,29
Lzwor	Wierchomla	3 + 800	3,210	54,7	16,7	28,6	3450	5950	0,58
Baraniacki	Wierchomla	3 + 600	3,290	56,3	25,0	18,7	2950	5560	0,53
Spod Zubrzego	Wierchomla	2 + 500	2,200	77,8	22,2	—	3700	4050	0,91
Wierchu	Wielka								
Źródłowy potok	Wierchomla	2 + 200	2,400	44,5	45,8	9,7	2400	3520	0,68
Wierchomli	Mała								
Małej									
Spod Jaworzynki	Wierchomla	1 + 400	2,900	36,6	60,8	2,6	2550	4980	0,51
Mała									
Wierchomla									
Gabrówka	Mała	0 + 750	0,900	69,7	26,5	3,8	840	1400	0,60

wicie biologicznie zabudowane tj. zalesione i zadarnione (potoki: Spod Cisowego Wierchu, Woniaczek, Kobylarz i Spod Zubrzego Wierchu). Występują także zlewnie z małym (potok Spod Jaworzynki i potok Gabrówka), średnim (potok Wierchomla Mała) i większym (potoki: Spod Przyporu, Izwor, Baraniacki) udziałem gruntów orných.

W użytkowaniu powierzchni zlewni cząstkowych dominuje użytkowanie leśne. Stopień lesistości waha się od 36,6 do 91,4%. Drugą pozycję w użytkowaniu zlewni zajmują łąki i pastwiska. Ich udział wynosi od 8,6% (potok Kobylarz) do 60,8% (potok Spod Jaworzynki). Udział gruntów orných jest niewielki. Maksymalnie sięga 28,6% (potok Izwor).

Koryta potoków na długich odcinkach są biologicznie chronione naturalnymi zbiorowiskami leśnymi. Wskaźnik obudowy sieci hydrograficznej jest wysoki; waha się w granicach od 0,51 km/km² (potok Spod Przyporu) do 0,91 km/km² (potok Spod Zubrzego Wierchu) (tab. 2).

IŁOŚCI OSADZONEGO RUMOWISKA

Ilości pomierzonego we wrześniu 1971 r. rumowiska osadzonego za zaporami przeciwrumowiskowymi wahały się w dość dużych rozpiętościach. W małych zlewniach były mniejsze, a w dużych zlewniach większe. W zlewni Spod Przyporu osadziło się za zaporą 880 m³, a w zlewni potoku Spod Jaworzynki 3200 m³. W przeliczeniu na km² wartości były niższe i zachowały się odwrotnie do wielkości zlewni. W zlewni potoku Spod Przyporu szacowaną wartość z km² określono na 2588 m³, a w zlewni potoku Spod Jaworzynki 1103 m³. W tym przeliczeniu najmniejszą wartość bo 523 m³/km² znaleziono za zaporą na potoku Baraniackim.

Natomiast średnia roczna ilość osadzonego rumowiska z 1 km² zlewni wahała się od 45,4 m³ (potoku Baraniacki) do 166,9 m³ (potok Spod Przyporu). W zlewni potoku Spod Jaworzynki natężenie procesów erozyjnych określono na 81,7 m³/km²/rok (tab. 3).

WPLYW NIEKTÓRYCH CZYNNIKÓW FIZJOGRAFICZNYCH NA IŁOŚCI OSADZONEGO RUMOWISKA ZA ZAPORAMI PRZECIWRUMOWISKOWYMI

W terenach górskich za Ziemnickim [7] i Figułą [2] wyróżniamy dwa rodzaje erozji wodnej gleb — a mianowicie: erozję powierzchniową i erozję liniową. Natężenie erozji powierzchniowej jest funkcją: rzeźby, gleby, klimatu i użytkowania, a erozji liniowej: gęstości sieci rzecznej i odpowiadającym jej spadkom podłużnym, biotechnicznej obudowy brzegów i tzw. sumie przepływu wielkich wód.

Dotychczas w zlewniach cząstkowych potoku Wierchomla Wielka nie przebadano szczegółowo gleb i stosunków klimatyczno-hydrologicznych. Dlatego na wstępie pracy przyjęto założenie, że na powierzchniach badanych zlewni cząstkowych, gleby oraz stosunki klimatyczno-hydrologiczne są podobne. Takie założenie zapewne obciąży wyniki badań błędem, bowiem jak przytoczono wyżej oba wpływają na natężenie procesu erozji.

Tabela 3

Charakterystyka zapór i zbiorników rumowiskowych oraz ilości rumowiska osadzone do września 1971 r.
Zlewnia potoku Wierchomla

Lokalizacja zapory przeciwrumowiskowej		Data		Ilość osadzonego rumowiska do IX. 1971 m ³		Powierzchnia zlewni km ²	Ilość osadzonego rumowiska m ³ /km ²	Czasokres działania zapory w latach	Ilość osadzonego rumowiska m ³ /km ² /rok
Nazwa potoku	km	początku działania zapory	odbioru zapory	Wysokość zapory m	wiska do IX. 1971 m ³				
Spod Cisowego									
Wierchu	0+063	IV.1958	I.1959	4,10	1850	2,552	725	13,5	53,7
Woniaczek	0+055	IV.1958	I.1959	5,10	1330	1,160	1146	13,5	84,8
Kiobylarz	0+080	IV.1957	XII.1957	5,50	960	0,600	1600	14,5	110,3
Wierchomla Mała	0+156	IV.1958	I.1959	2,80	9370 *	8,440	1110	13,5	82,2
Spod Przyporu	0+120	IV.1956	XII.1957	5,00	880	0,340	2588	15,5	166,9
Izwor	0+217	IV.1960	VIII.1962	3,80	2310	3,210	720	11,5	62,5
Baraniacki	0+072	IV.1960	VIII.1962	3,80	1720	3,290	523	11,5	45,4
Spod Zubrzego									
Wierchu	0+048	IV.1958	I.1959	3,00	1550	2,200	705	13,5	52,1
Wierchomla Mała	2+200	IV.1958	I.1959	3,90	3050	2,400	1270	13,5	94,1
Spod Jaworzynki	0+090	IV.1958	I.1959	4,00	3200 **	2,900	1103	13,5	81,7
Gabrówka	0+092	IV.1962	XII.1962	3,50	1260	0,900	1400	10,5	133,3

* Zbioreza ilość rumowiska za 4 zaporami i korycie potoku

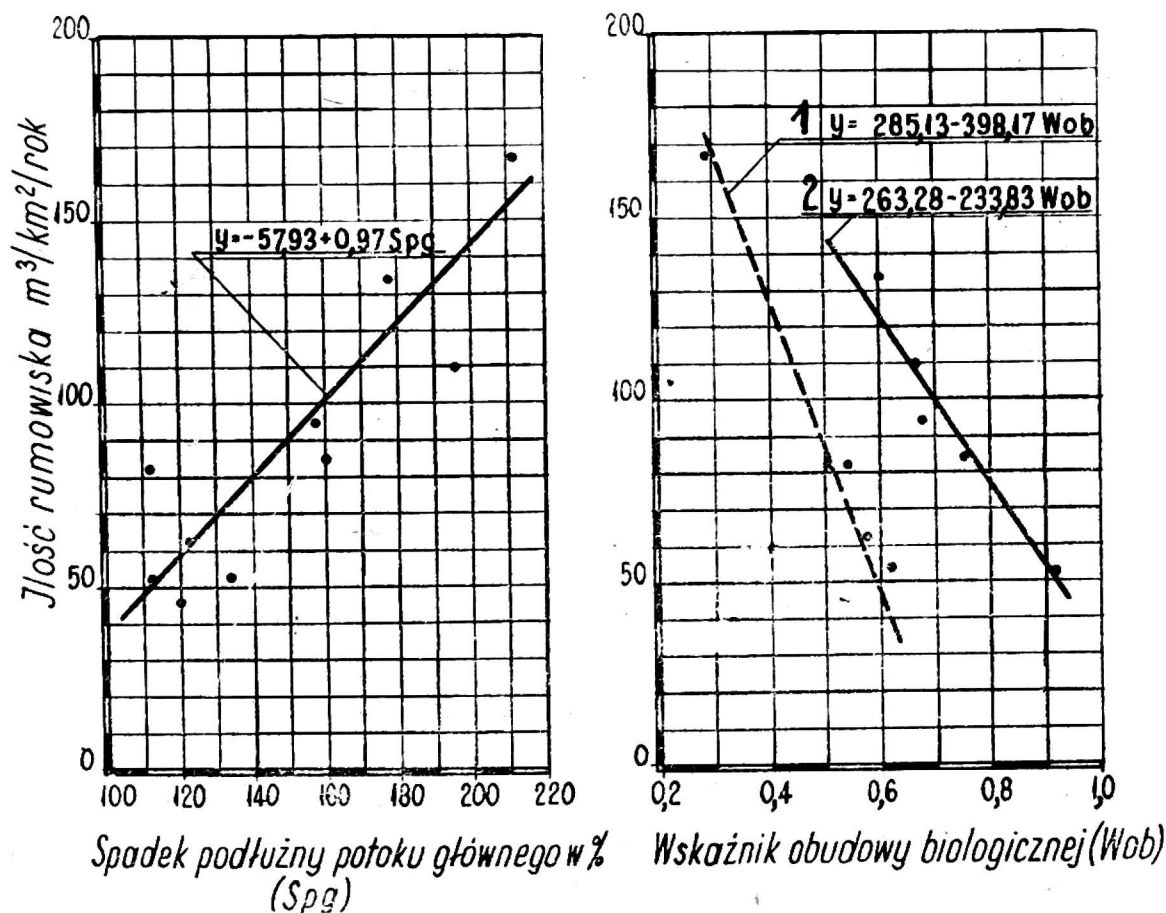
** Wartość przybliżona — skrzydło ziemne zapory było 2 razy przerwane raz w 1958 r. a drugi raz w 1970 r.

Do badań wzięto pozostałe następujące czynniki: spadek powierzchni i długość zbczy (rzeźba), stopień lesistości (użytkowanie), gęstość sieci rzecznej, biotechniczną obudowę brzegów i spadki podłużne cieków.

Mając zebrane spostrzeżenia zestawione w tabelach 1, 2 i 3, podjęto próbę oceny wpływu poszczególnych czynników na natężenie erozji w wybranych zlewniach. Zależność zmiennych przedstawiono na wykresach (rys. 2—7). Obliczenie prostych regresji i współczynników korelacji pozwoliło na ustalenie, które z badanych czynników mogą istotnie decydować o natężeniu erozji, mierzonej w jednostkach składanego rumowiska w zbiornikach zapór przeciwrumowiskowych.

Rozpatrując zebrane wartości należy na wstępie stwierdzić, że stosunkowo mała ich liczba nie pozwala na wyciągnięcie daleko idących wniosków. Można tutaj mówić o zarysowujących się tendencjach w mniejszym lub większym stopniu obciążonych błędami.

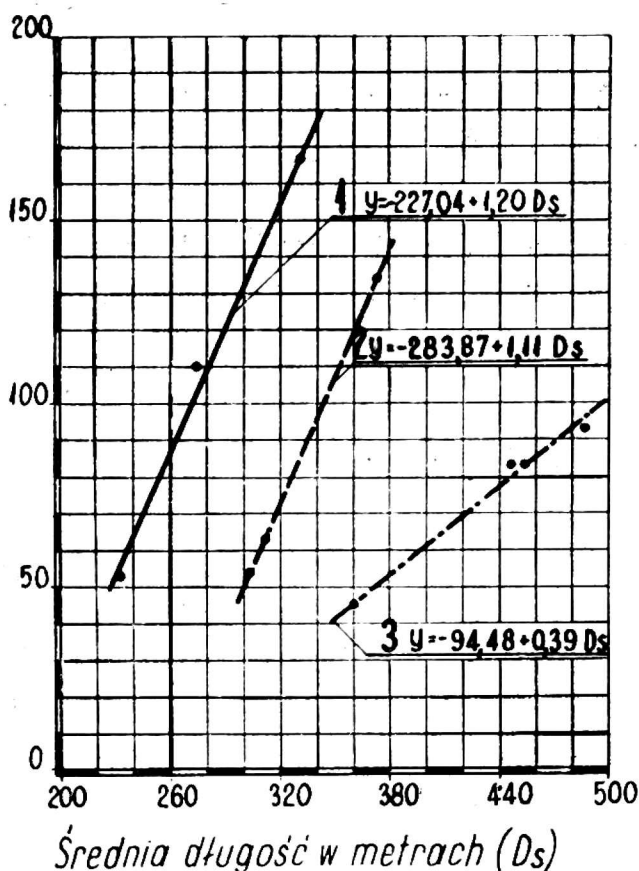
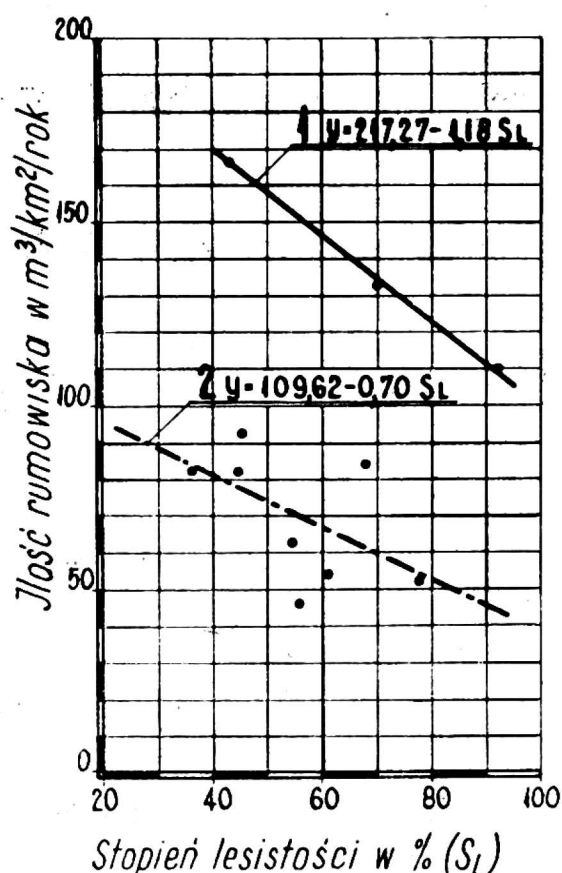
Największy wpływ na ilość osadzonego rumowiska zdaje się wywierać spadek podłużny potoku. Zależność ta jest tu stosunkowo dobrze widoczna. Ze wzrostem spadku podłużnego cieku wzrasta ilość osadzanego rumowiska, a zatem zwiększa się natężenie erozji wodnej w zlewni (rys. 2).



Rys. 2. Związek pomiędzy spadkiem podłużnym potoku a ilością osadzanego rumowiska

Rys. 3. Związek pomiędzy wskaźnikiem obudowy biologicznej brzegów a ilością osadzanego rumowiska

1 — spadek podłużny potoku od 82 do 133‰, 2 — spadek podłużny potoku od 113 do 196‰



Rys. 4. Związek pomiędzy stopniem lesistości a ilością osadzanego rumowiska
1 — spadek podłużny potoku od 178 do 212‰, 2 — spadek podłużny potoku od 82 do 160‰

Rys. 5. Związek pomiędzy średnią długością stoku a ilością osadzanego rumowiska
1 — stopień lesistości od 36 do 53‰, 2 — stopień lesistości od 53 do 69‰, 3 — stopień lesistości od 44 do 91‰

Związek pomiędzy spadkiem podłużnym cieków a ilością osadzanego rumowiska przedstawia równanie:

$$Y = -57,93 + 0,97 S_{pg} \quad (1)$$

Y — ilość osadzanego rumowiska za zaporami przeciwrumowiskowymi,
 S_{pg} — spadek podłużny potoku głównego, współczynnik korelacji: 0,89.

Drugim ważnym czynnikiem mającym wpływ na natężenie erozji w zlewni wydaje się być wskaźnik biotechnicznej obudowy (sieci hydrograficznej) brzegów. Ze spadkiem tego wskaźnika rośnie ilość rumowiska osadzanego w zbiornikach rumowiskowych. Z zebranych spostrzeżeń wynika, że czynnikiem modyfikującym zależność pomiędzy wskaźnikiem obudowy biotechnicznej brzegów a ilością rumowiska jest średni spadek podłużny potoku. Rozdzielając zebrane spostrzeżenia na dwie grupy różniące się spadkiem podłużnym otrzymano wysokie współczynniki korelacji (rys. 3).

Związek pomiędzy wskaźnikiem biotechnicznej obudowy brzegów a ilością osadzanego rumowiska przy większych spadkach podłużnych potoku, a to w granicach od 113 do 196‰ przedstawia równanie:

$$Y = 263,28 - 233,83 W_{ob} \quad (2a)$$

gdzie: W_{ob} — wskaźnik biotechnicznej obudowy brzegów współczynnik korelacji: $-0,95$

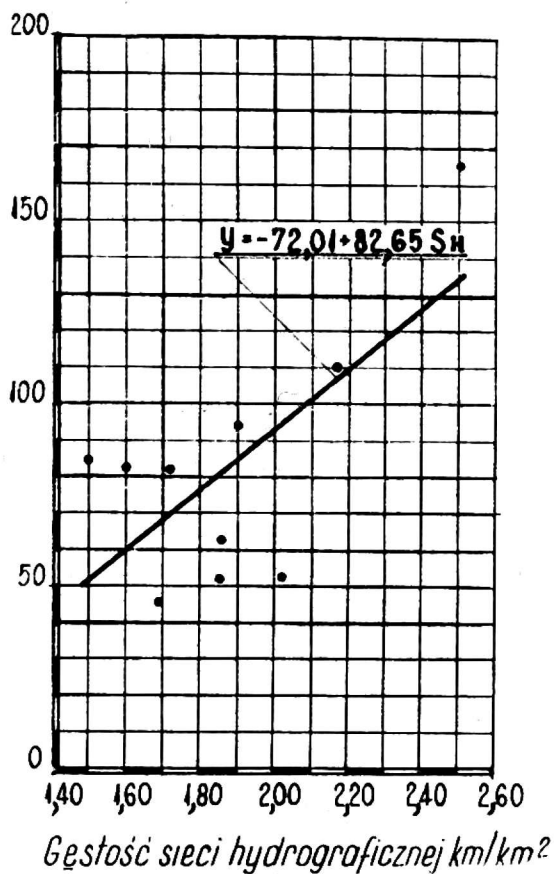
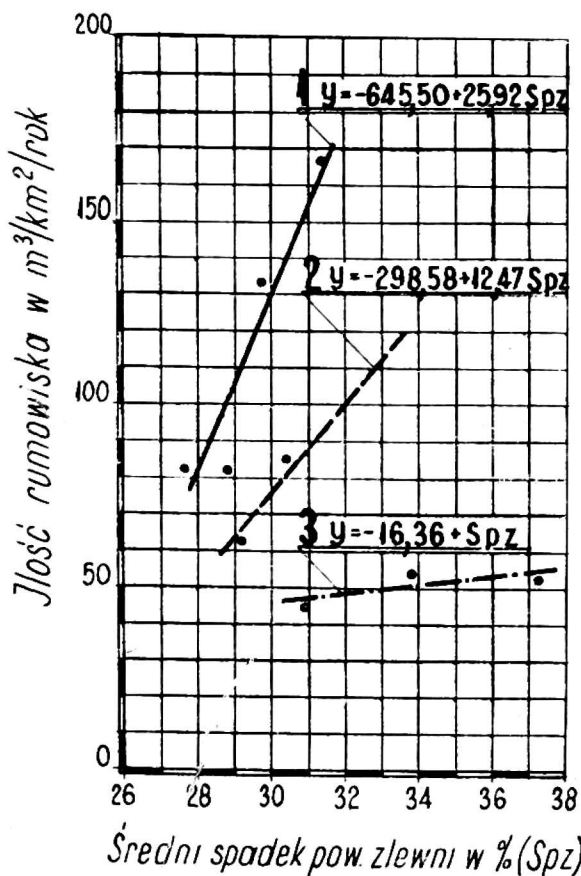
Przy mniejszych spadkach podłużnych a to w granicach od 82 do 133‰ zależność tę ujmuje równanie:

$$Y = 285,13 - 398,17 W_{ob} \quad (2b)$$

współczynnik korelacji: $-0,99$

Równorzędym czynnikiem obok spadku podłużnego i wskaźnika biotechnicznej obudowy brzegów wydaje się być stopień lesistości. Ze wzrostem stopnia lesistości maleje ilość osadzanego rumowiska. W zbiorze zebranych spostrzeżeń wyraźnie jednak oddzielają się dwie grupy (rys. 4).

Z analizy wynika, że czynnikiem wydzielającym te dwie grupy spostrzeżeń jest spadek podłużny potoku. Toteż przeciwnożyjne działanie lasu w danym przypadku zaciemnia wpływ wysokich spadków podłużnych. Spadki podłużne potoków powyżej 175‰ redukują ochronne działanie szaty leśnej.



Rys. 6. Związek pomiędzy średnim spadkiem powierzchni zlewni a ilością osadzanego rumowiska

1 — długość stoku od 330 do 445 m, 2 — długość stoku od 227 do 373 m, 3 — długość stoku od 235 do 304 m

Rys. 7. Związek pomiędzy gęstością sieci hydrograficznej a ilością osadzanego rumowiska

Związek między stopniem lesistości a ilością osadzanego rumowiska przy spadkach podłużnych potoku głównego w granicach 82—160‰ przedstawia równanie:

$$Y = 109,62 - 0,72 S_l \quad (3a)$$

gdzie: S_l — stopień lesistości w procentach

współczynnik korelacji: $-0,53$.

Przy wyższych spadkach podłużnych potoku głównego w granicach od 178—212‰ zależność tę ujmuje równanie:

$$Y = 217,27 - 1,18 S_l \quad (3b)$$

współczynnik korelacji: $-1,0$.

Mniej jasny i dyskusyjny obraz przedstawiają zależności pozostałych czynników. Stosunkowo najlepszy w tym względzie obraz przedstawia długość stoku. Tendencja wzrostu ilości osadzanego rumowiska wraz z długością stoku jest widoczna. Widoczne jest tutaj dodatnie działanie lasu na stokach, a co szczególnie jest wyraźne na krótkich stokach. Zbiór spostrzeżeń można tutaj podzielić na trzy wyraźne grupy. O ich podziale decyduje stopień lesistości (rys. 5).

Związek pomiędzy średnią długością stoku wyrażoną w metrach a ilością osadzanego rumowiska przy lesistości 36—53‰ przedstawia równanie:

$$Y = -227,04 + 1,20 D_s \quad (4a)$$

gdzie: D_s — długość stoku

współczynnik korelacji: $0,997$.

Przy lesistości w granicach od 53 do 69‰ równanie przybiera postać:

$$Y = -283,87 + 1,11 D_s \quad (4b)$$

współczynnik korelacji: $1,0$.

Przy lesistości od 44 do 91‰ zależność tę ujmuje równanie:

$$Y = -94,48 + 0,39 D_s \quad (4c)$$

współczynnik korelacji: $0,995$.

Średni spadek powierzchni zlewni zachowuje się podobnie. Z jego wzrostem przybywa ilość osadzanego rumowiska. Czynnikiem ograniczającym ilość rumowiska wydaje się być średnia długość stoków i stopień lesistości. Przy dużych spadkach na krótkich zalesionych stokach jest mniejsza ilość osadzanego rumowiska, natomiast na długich stokach o mniejszym stopniu zalesienia przybywa rumowiska (rys. 6).

Na związek pomiędzy średnim spadkiem powierzchni zlewni a ilością osadzanego rumowiska większy wpływ ma długość stoku. Stąd też ten związek przy długości stoku 330—445 m przedstawia równanie:

$$Y = -645,50 + 25,92 S_{pz} \quad (5a)$$

gdzie: S_{pz} — średni spadek powierzchni zlewni

współczynnik korelacji: 0,96.

Przy długości stoku 277—373 m równanie przybiera postać:

$$Y = -298,58 + 12,47 S_{pz} \quad (5b)$$

współczynnik korelacji: 0,99.

Przy długości stoku 235—304 m zależność tę ujmuje równanie:

$$Y = 16,36 + S_{pz} \quad (5c)$$

współczynnik korelacji: 0,732.

Gęstość sieci hydrograficznej wykazuje wprawdzie tendencję zwiększania się ilości osadzanego rumowiska ze wzrostem gęstości sieci, ale liczba układających się w ten sposób spostrzeżeń jest niewielka (rys. 7). Związek pomiędzy gęstością sieci hydrograficznej a ilością osadzanego rumowiska przedstawia równanie:

$$Y = -72,01 + 82,65 G_{sh} \quad (6)$$

gdzie: G_{sh} — gęstość sieci hydrograficznej

wartość współczynnika korelacji wynosi: 0,678.

Ostatnim analizowanym czynnikiem była wielkość powierzchni zlewni. Związek pomiędzy wielkością powierzchni zlewni a ilością osadzanego rumowiska wyraża tendencja zmniejszania się ilości rumowiska ze wzrostem powierzchni zlewni. Na spostrzeżenia tego związku oddziałuje jednak bardzo wiele czynników, toteż i w danym przypadku zebrane spostrzeżenia były rozproszone i nie wykazywały istotnego związku. Współczynnik korelacji był bardzo niski.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na natężenie erozji wodnej w zlewniach górskich wpływa wiele czynników. W pracy przedstawiono niektóre stosunkowo łatwo dostępne czynniki fizjograficzne zlewni i ich wpływ na natężenie erozji wodnej mierzonej ilością osadzanego rumowiska za zaporami przeciwrumowiskowymi.

Na podstawie zebranych związków pomiędzy wybranymi czynnikami fizjograficznymi zlewni a ilością osadzanego rumowiska można by wpro-

wadzić prostą metodę określenia natężenia erozji wodnej w zlewniach górskich. Dla badanej zlewni należy najpierw ustalić następujące parametry charakterystycznych cech potoku:

- S_{pg} — spadek podłużny potoku głównego
 W_{ob} — wskaźnik obudowy biotechnicznej brzegów
 S_l — stopień lesistości
 D_s — średnią długość stoków
 S_{pz} — średni spadek powierzchni zlewni
 S_h — gęstość sieci hydrograficznej

Następnie dla ustalonych parametrów przy pomocy wzorów od 1 do 6 można obliczyć (Y) jednostkowe ilości osadzanego rumowiska. Uwzględniając dalej przewagę istotności jednych czynników nad drugimi — natężenie erozji wodnej (E) można by obliczyć wzorem:

$$E = \frac{YS_{pg} \cdot 3 + YW_{ob} \cdot 2 + YS_l \cdot 2 + YD_s + YS_{pz} + S_h}{10} \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{rok}$$

Obliczone tym sposobem ilości jednostkowe osadzanego rumowiska będą przybliżone, niemniej jednak ułatwią programowanie, planowanie i projektowanie biotechnicznej zabudowy koryt potoków górskich i budowę zbiorników wodnych w górach.

W zlewni potoku Wierchomla Wielka o stosunkowo silnie rozwiniętej zabudowie biologicznej zlewni, układ czynników morfologicznych i hydrograficznych sprzyja procesom erozji wodnej. Najsilniej na procesy erozji wodnej wydaje się wpływać spadek podłużny potoku. Także decydującymi czynnikami o charakterze ochronnym wydają się być: stopień lesistości i biotechniczna obudowa brzegów sieci hydrograficznej. Dalszymi czynnikami o mniejszej wyrazistości są: średni spadek powierzchni zlewni, średnia długość stoków i gęstość sieci hydrograficznej.

Natężenie erozji wodnej w zlewni potoku Wierchomla Wielka wyrażone ilością osadzanego rumowiska za zaporami przeciwrumowiskowymi wahało się od 45,4 do 166,9 m³/km²/rocznie.

Z zebranych obserwacji i pomiarów wynika, że natężenie erozji wodnej w zlewniach górskich jest wypadkową wielu czynników. Toteż nie można na podstawie jednego czynnika [1] charakteryzować lub obliczać wskaźnika natężenia erozji wodnej w zlewni górskiej.

LITERATURA

1. Bartnik W., Gładki H.: Próba określenia intensywności odkładania się rumowiska powyżej zapór przeciwrumowiskowych w zlewni Dunajca. Gosp. wod. nr 7, 1972
2. Figuła K.: Wstępna charakterystyka zjawisk erozji na terenie kilku powiatów woj. krakowskiego. Roczn. Nauk rol. ser. F, t. 71, z. 1, 1955

3. Pietruszewski W.: Budowa zapór na potokach górskich. Arkady, 1956
4. Polak S.: Erozja gleb w obrębie potoku Brzeźnianka. Roczn. glebozn. t. IV, z. 1, 1965
5. Prochal P.: Przyrodnicze i techniczne podstawy walki z erozją gleb w górnym dorzeczu Soły. Roczn. Nauk rol. ser. F, t. 72, z. 1960
6. Reniger A.: Erozja gleb na terenie podgórskim w obrębie zlewni potoku Łukowica. Roczn. Nauk rol. ser. F, t. 71, z. 1, 1955
7. Ziernicki S.: Ekspertyza generalna Górnej Wisły. Erozja 1952. Maszynopis w Katedrze Melioracji Rolnych AR w Lublinie
8. Ziernicki S.: Melioracje przeciwoerozyjne. PWRiL. Warszawa 1968

Петр Прохаль

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ СМЫВОВ И ДВИЖЕНИЯ НАНОСОВ В БАССЕЙНЕ ПОТОКА ВЕРХОМЛЯ ВЕЛЬКА

Резюме

Распознавание интенсивности эрозионных процессов в бассейне горных потоков представляет очень важный вопрос в связи с программированием, планированием и проектированием застройки русел горных потоков и строения водохранилищ в горах.

Целью настоящей работы является определение влияния некоторых физико-географических факторов на интенсивность водной эрозии почв, путем определения количества отлагающихся наносов выше противонаносных заграждений. Исследования были локализованы в бассейне потока Верховля Велька. Они охватывали одиннадцать частичных бассейнов. Период отлагания наносов составлял 10-15 лет. Рассматривалось влияние следующих факторов на количество отлагаемых наносов: продольный наклон потоков, средний взвешенный наклон поверхности бассейна, средняя длина склонов, густота гидрографической сети, степень лесистости и показатель биотехнического укрепления берегов. Связи описаны при помощи прямой регрессии ($y = a + bx$), обозначенной методом наименьших квадратов.

Измеренное среднее годовое количество отложенных наносов колебалось в границах от 45,4 до 166,9 м³ из 1 км² бассейна. Повидимому самое сильное влияние на процесс водной эрозии оказывает продольный наклон потока. С ростом продольного наклона растет количество отлагающихся наносов. Связь между продольным наклоном потока и количеством отложенных наносов представляет уравнение:

$$Y = -57,93 + 0,97 S_{pg}$$

где Y — количество отлагаемых наносов, а S_{pg} — продольный наклон потока, выраженный в ‰.

Следующие, также решающие факторы, имеющие охранительный характер, это, вероятно: степень лесистости и биотехническое укрепление берегов. Связь между степенью лесистости и количеством отлагаемых наносов зависит от продольного наклона потока. При продольных наклонах потоков в границах 82-160‰ такую связь представляет уравнение:

$$Y = 109,62 - 0,72 S_l$$

где S_l представляет степень лесистости в процентах. При более значительных продольных наклонах потоков (178-212‰) эту зависимость выражает уравнение:

$$Y = 217,27 - 1,18 S_l$$

Связь между показателем биотехнического укрепления берегов и количеством отлагаемых наносов тоже зависит от продольного наклона потока. При продольных наклонах в границах от 82-133‰ эту зависимость выражает уравнение:

$$Y = 263,28 - 233,83 W_{ob}$$

где W_{ob} означает показатель биотехнического укрепления берегов. При более высоких наклонах (113-196‰) зависимость выражает уравнение:

$$Y = 285,13 - 398,17 W_{ob}$$

В исследованиях был выработан простой метод определения интенсивности водной эрозии в бассейнах горных потоков, выражающиеся как результирующая рассматриваемых факторов.

Piotr Prochal

FACTORS INFLUENCING THE INTENSITY OF WASHOUT AND THE MOVEMENT OF RUBBLE IN THE WATERSHED OF THE STREAM WIERCHOMLA WIELKA

S u m m a r y

The aim of the paper is to define the influence of some physiographic factors on the intensity of water soil erosion by means of defining the amount of rubble deposited behind the anti-rubble dam. The investigations took place in the watershed of the stream Wierchomla Wielka. Eleven fragmentary watersheds were also included in the investigations. The time of rubble depositing was 10—15 years. The influence of the following factors on the amount of deposited rubble was examined: longitudinal inclination of streams, average inclination of the watershed area taking into consideration the length on which it occurs, average length of slopes, distribution of hydrographic systems, degree of afforestation, and bio-technical bank casing rate. Relationships were described by the simple formula ($y = a + bx$) calculated by the method of the smallest squares.

The annual mean amount of the rubble deposited was measured and it ranged from 45.4 to 166.9 m³ per 1 km² of the watershed.

In the watershed of the stream Wierchomla Wielka, where the vegetation cover is quite well developed, the configuration of morphological and hydrographic factors is favourable for water erosion.

The longitudinal inclination of the stream seems to influence water erosion more than any other factor. With an increase in the longitudinal inclination of the stream, the amount of the rubble deposited increases.

The relationship between the longitudinal inclination of the stream and the amount of the rubble deposited is given by the equation

$$Y = -57.93 + 0.97 S_{pg}$$

where Y is the amount of the material deposited and S_{pg} is the longitudinal inclination of the stream expressed in ‰.

Other important factors closely connected with soil control seem to be the degree of afforestation and biotechnical bank casing. The relationship between the afforestation degree and the the amount of the rubble deposited depends on the longitudinal of the stream. For the longitudinal inclination of the stream equal to 82—160‰, this relationship is given by the equation

$$Y = 109.62 - 0.72 S_l$$

where S_l means the afforestation degree in ‰.

For greater longitudinal inclination of the stream (178—212‰) the relationship is given by the equation

$$Y = 217.27 - 1.18 S_l$$

The relationship between the biotechnical bank casing rate and the amount of the rubble deposited also depends on the longitudinal inclination of the stream. When the latter is between 82 and 133‰, the relationship can be expressed as

$$Y = 263.28 - 233.83 W_{ob}$$

where W_{ob} is the biotechnical bank casing rate.

When the inclination is still greater (113—196‰) this relationship is expressed by the equation

$$Y = 285.13 - 398.17 W_{ob}$$

On the basis of this paper it is possible to introduce a simple method of defining the intensity of water erosion in mountain watersheds as a resultant of the investigated factors.