

PRÓBA KARTOGRAFICZNEGO, UJEDNOLICONEGO WYZNACZENIA CZYNNIKA UKSZTAŁTOWANIA TERENU (DŁUGOŚCI I SPADKÓW STOKÓW) WE WZORZE NA OKREŚLENIE EROZJI POWIERZCHNIOWEJ W ZLEWNI GÓRSKIEJ

THE CARTOGRAPHICAL, UNIFORM, QUALIFYING TEST INDICATOR CALCULATION OF THE LAND CONFIGURATION (LENGTHS AND SLOPES OF MOUNTAIN - SIDE) TO FORMULA OF THE SHEET WATER EROSION IN MOUNTAIN CATCHMENT AREA

Jacek Niemiec, Maciej Brożek

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza w Krakowie

Wstęp

Metody wskaźnikowe oceny natężenia procesów erozji gleb są pomocne przy ich rozpoznawaniu, nie dają jednak całościowego obrazu zachodzących w zlewni zjawisk, ponieważ nie uwzględniają wszystkich występujących w niej czynników.

Istotną ich zaletą, która zdecydowanie przeważa nad negatywnymi ocenami jest uproszczone matematyczne ujęcie, prostota pozwalająca na osiągnięcie celu, dogodność użycia w pracach kameralnych i dydaktyce, dlatego stosowane są powszechnie w opracowaniach naukowych.

Literatura w tym zakresie jest obszerna. Z materiałów historycznych wynika, iż pośrednio modyfikacją i weryfikacją wskaźników zajmowali się Reniger 1950, Figuła 1955, Holy 1956, Flegel 1958, Ziemnicki 1964, Oświęcimski i Kowaliński 1964, Micholcs 1965, Prochal 1973 oraz ostatnio Koreleski 1973, 1994, Niemiec 1993, 1997 i inni.

Dokładność metod była zróżnicowana i zależała od zakresu rozpoznania warunków środowiska przyrodniczego zlewni.

Celem pracy był kartograficzny pomiar długości stoków i ich spadków w zlewni górskiej w Beskidzie Sądeckim w aspekcie wykorzystania go w klasyfikacji zjawisk erozji.

Charakterystyka zlewni

Potok Izdwór jest prawobrzeżnym dopływem potoku Wierchomla Wielka w km 3+800. Zlewnia o powierzchni 3,29 km² stanowi 8,43 % powierzchni Wierchomli. W rzeźbie, góry niskie (200-500 m npm.) zajmują 0,97 %, a średnio wysokie (500-1000 m npm.) 99,03 % powierzchni. Charakterystykę parametrów morfometrycznych podano w tabeli 1.

Opad średni z wielolecia wynosi 825,0 mm, a temperatura 5,5 °C.

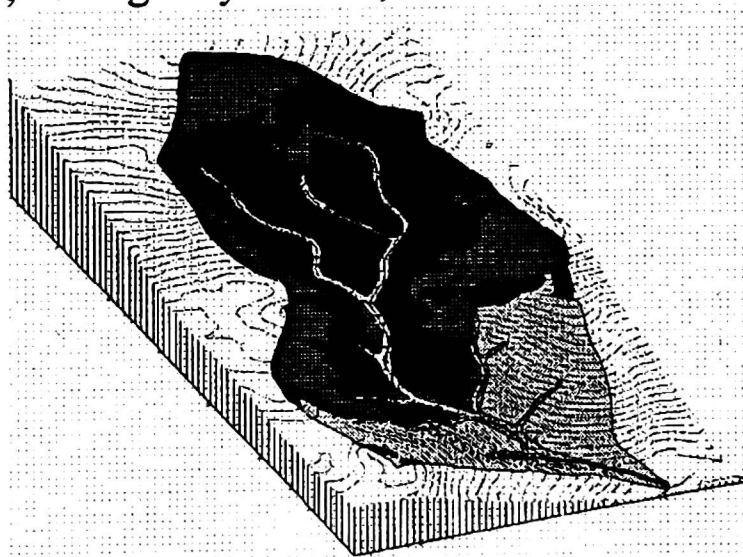
Z analizy hipsometrycznej wynika, że 31,19 % powierzchni zajmuje przedział od 600-700 m, drugi pomiędzy 700-800 m - 27,20 %, przedział 800-900 m - 17,05 %, od 500-600 m - 15,75 %, od 900-1000 m - 7,84 % i pomiędzy 400-500 m - 0,97 %. Średnia wysokość zlewni wynosi 717,0 m npm.

Obszar o warunkach nadających się ewentualnie do uprawy ≤ 700 m npm. zajmuje 47,91 % powierzchni. Przedział od 700 - 900 m npm. odpowiedni pod użytki zielone stanowi 44,25 %.

Średni spadek zlewni wynosi 29,06 %, przeważają spadki z przedziału >30 %, zajmują - 43,95 %, przedział drugi od 20-30 % zajmuje 43,05 %. Obszar nadający się pod uprawę rolną o spadku ≤ 10 % stanowi 2,55 %, a o spadkach między 10-30 % - 53,50 % i może być przeznaczony pod użytki zielone.

W zlewni dominuje klasa gleb brunatno-ziemnych, typu brunatnych kwaśnych wytworzonych z fliszu karpackiego o składzie glin.

Użytkowanie zlewni jest typowe dla terenów górskich, lasy zajmują 54,7 %, użytki zielone 16,7 % a grunty orne 28,6 %.



Rysunek 1. Przestrzenny obraz zlewni potoku Izdwór.

Figure 1. The three-dimensional catchment area picture of Izdwór stream.

Uwagi merytoryczne

Przedmiotem analizy jest formuła Figuły (1955), na ilość zmytych cząstek gleby $G = \alpha \cdot c \cdot r \cdot \varphi^m \cdot X^m \cdot I^n$, weryfikowana i dostosowywana do warunków środowiska przyrodniczego. Występujący we wzorze czynnik ukształtowania terenu wyrażany iloczynem długości (X^m) stoków i ich spadków (I^n), był celem analizy. Zgodnie z sugestią autora, jego wartość odczytać można z mapy hipsometrycznej. Z punktu widzenia merytorycznego ten sposób pozyskania nie wydaje się poprawny. W innych pracach nie znajdujemy również odpowiedzi, co do sposobów jego określania. W najnowszych, parametrycznych metodach, opartych na uniwersalnych równaniach strat gleby typu *USLE* oraz *RUSLE* i *WEPP*, czynnik ten także zależny jest od długości (l) stoków i ich nachyleń (s). Parametry powyższe w metodzie *RUSLE* poddane zostały dalszej weryfikacji. Średnią drogę spływu powierzchniowego (długość zbocza), wyznaczono z formuły:

$$\lambda = 0,5 \cdot DA \cdot l_s^{-1}$$

w której l_s reprezentuje długości wszystkich cieków, a także okresowych dróg spływu powierzchniowego, a średni spadek zlewni z zależności:

$$s = 0,25 \cdot Z \cdot (l_{c25} + l_{c50} + l_{c75}) \cdot DA^{-1} \cdot 100,$$

w której Z reprezentowane jest przez ΔH , a l_{c25} , l_{c50} , l_{c75} , przez długości warstwicy na wysokości 25 %, 50 % i 75 % wartości Z , a DA jest powierzchnią zlewni. Współczynnik topografii obliczany jest ze wzoru:

$$LS = [\lambda \cdot 22,1^{-1}]^m \cdot (0,065 + 0,0454s + 0,0065s^2)$$

Opisu związków statystycznych między ilością osadzanego rumowiska za zaporami przeciwrumowiskowymi, a długościami zboczy (D_s) podjął się Prochal (1973), wyprowadzając zależności:

$$Y = -227,04 + 1,20 D_s \text{ przy lesistości } 36\text{-}53 \%, \text{ dla } r = 0,997;$$

$$Y = -283,87 + 1,11 D_s \text{ i } r = 1,0;$$

$$Y = -94,48 + 0,39 D_s, r = 0,995$$

i spadkami powierzchniowymi (S_{pz}):

$$Y = -645,50 + 25,92 S_{pz} \text{ przy } L = 330\text{-}445 \text{ m i } r = 0,96,$$

$$Y = -298,58 + 12,47 S_{pz} \text{ dla } L = 277\text{-}373 \text{ m i } r = 0,99,$$

$$Y = 16,36 + S_{pz} \text{ przy } L = 235\text{-}304 \text{ i } r = 0,732.$$

Korelacja okazała się relatywnie wysoka, r przyjęły wartości od 0,732 do 0,990. Związki te mimo ich eksperymentalnego ale istotnego znaczenia, podają ocenę wpływu rzeźby na natężenie erozji. W tym przypadku sposób pozyskania wartości D_s i S_{pz} wydaje się również mało precyzyjny.

Uwagi metodyczne

Wykorzystując geometryczną zasadę rzutu cechowanego mówiącą, że krzywe największego spadku na powierzchni (planie warstwicowym), przecinają warstwicę pod kątami prostymi, z wyłączeniem punktów wierzchołkowych **W** (szczytów) - w których powierzchnia przyjmuje maksimum lokalne, punktów kotlinowych **K** - w których powierzchnia przyjmuje minimum oraz punktów siodłowych **S** - w których przecinają się linie grzbietowe **g** i ściekowe **s**, bowiem linie te są szczególnymi liniami spadku terenu, na mapie topograficznej w skali 1:10 000 wykreślono je jako okresowe drogi spływu powierzchniowego, dochodzące do wyznaczonych wcześniej przekrojów poprzecznych - dolinowych, zlokalizowanych co 100 m na potoku głównym i jego dopływach mierząc od ujścia. Każdy z przekrojów zamykający określoną mikrozwleńnię i mający charakter przekroju kotlinowego (o najniższej rzędnej terenu) pozwolił na wskazanie linii ściekowych dobiegających do niego od wododziału.

Linie spływu wyznaczyły długości stoków a ich spadki stały się spadkami powierzchniowymi. Przebieg okresowych dróg spływu powierzchniowego był identyfikowany w zlewni po intensywnych opadach.

Efektom prac było wyznaczenie w potoku głównym 35 przekrojów dolinowych, dzięki temu uzyskano 63 pomiary: w tym 34 prawobrzeżne i 29 lewobrzeżne. Na dopływie w km 0+920 rzędu 1 (VII), 8 przekrojów dolinowych: 14 pomiarów, w tym 7 prawobrzeżnych i 7 lewobrzeżnych, na dopływie w km 1+970 , rzędu 2 (VI), 25 pomiarów: 12 prawobrzeżnych i 13 lewobrzeżnych oraz na dopływie w km 0+440, rzędu 1 (VII), p.d. pot. rzędu 2 (VI), 5 przekrojów dolinowych, 11 pomiarów, w tym 6 prawobrzeżnych i 5 lewobrzeżnych. Ogółem dla różnych form rzeźby uzyskano w 48 przekrojach: 113 pomiarów, w tym 59 prawobrzeżnych i 54 lewobrzeżnych.

Dla porównania, obliczenia wskaźników wykonano w metodzie *RUSLE*.

Wyniki badań

Zlewnia potoku Izdwór charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą, co znalazło odzwierciedlenie w pomiarze parametrów.

Empiryczne wyniki zestawiono w tabelach 2, 3, 4, 5 i 6 a graficzne na mapie (Rys. 2).

Charakterystyka parametrów morfometrycznych zlewni potoku Izdwór
Characteristic of morphometrical parameters of Izdwór catchment area

Potok - Profil <i>Stream - Section</i>	Rząd/powierzchnia zlewni <i>Order/surface of catchment area</i>	Długość potoku <i>Lenght of stream</i>	Długość zlewni <i>Lenght of catchment area</i>	Obwód zlewni <i>Circum- ference of catchment area</i>	Szerokość zlewni <i>Width of catchment area</i>	Wskaźniki kształtu zlewni <i>Indicator of basin form</i>				Lemniskata C_l <i>Lemniscate</i>
						Formy C_f <i>Mould</i>	Zwartość C_z <i>Compactness</i>	Kolistość C_k <i>Circular</i>	Wydłużenie C_w <i>Elongation</i>	
Potok Izdwór prawy dopływ (p.d.) potoku Wierchomla Wielka km 3+800										
	2 (V) / 3,290	3,000	3,580	8,050	0,940	0,269	1,243	0,640	0,586	11,690
P.d. km 0+580 epizodyczny *										
	1 (VI)	0,240	-	-	-	-	-	-	-	-
P.d. km 0+600 epizodyczny *										
	1 (VI)	0,260	-	-	-	-	-	-	-	-
L.d. km 0+800 epizodyczny *										
	1 (VI)	0,320	-	-	-	-	-	-	-	-
L.d. km 0+920 stały										
	1 (VI) / 0,433	0,620	1,350	2,950	0,321	0,238	1,255	0,630	0,551	13,220
L.d. km 0+400 okresowy - d. potoku rz. 1 (VI) w km 0+920 *										
	1 (VII)	0,160	-	-	-	-	-	-	-	-
P.d. km 1+000 stały										
	1 (VI) / 0,155	0,380	0,650	1,650	0,238	0,367	1,173	0,720	0,684	8,560
P.d. km 0+060 okresowy - d. potoku rz. 1 (VI) w km 1+000 *										
	1 (VII)	0,300	-	-	-	-	-	-	-	-
P.d. km 1+200 okresowy *										
	1 (VI)	0,260	-	-	-	-	-	-	-	-
P.d. km 1+530 okresowy *										
	1 (VI)	0,180	-	-	-	-	-	-	-	-
L.d. km 1+970 stały										
	2 (VI) / 0,980	1,300	1,750	4,000	0,560	0,320	1,131	0,770	0,633	9,820
P.d. km 0+440 pot. rz. 2 (VI) w km 1+970 *										
	1 (VII)	0,480	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 1b. Table 1b.

Potok - Profil Stream - Section	Wysokość zlewni m nprn Height of basin above sea level			Deniwelacja zlewni DH Difference of levelling of basin m	Spadek zlewni R Slope of basin ‰	Spadek działu wodnego R _p Slope of watershed ‰
	H _{max} H _{max} m	H _{sr} H _{mean} m	H _{min} H _{min} m			
	m	m	m			
Potok Lzdwór prawy dopływ (p.d.) potoku Wierchomla Wielka km 3+800	1005	740	475	530	292,3	65,8
P.d. km 0+580 epizodyczny *	-	-	-	-	-	-
P.d. km 0+600 epizodyczny *	-	-	-	-	-	-
L.d. km 0+800 epizodyczny *	-	-	-	-	-	-
L.d. km 0+920 stały	850	650	450	400	607,9	135,6
L.d. km 0+400 okresowy - d. potoku rz. 1 (VI) w km 0+920 *	-	-	-	-	-	-
P.d. km 1+000 stały	700	620	540	160	406,4	96,9
P.d. km 0+060 okresowy - d. potoku rz. 1 (VI) w km 1+000 *	-	-	-	-	-	-
P.d. km 1+200 okresowy *	-	-	-	-	-	-
P.d. km 1+530 okresowy *	-	-	-	-	-	-
L.d. km 1+970 stały	1005	827,5	650	355	358,9	88,7
P.d. km 0+440 pot. rz. 2 (VI) w km 1+970 *	-	-	-	-	-	-

Objaśnienia: * - dla cieków o bardzo małej zlewni, okresowych i epizodycznych parametrów nie określano,

1.d. - dopływ lewobrzeżny

p.d. - dopływ prawobrzeżny

2 (V) - dopływ rzędu 2 wg Strahlera (rzędu V wg IMGW)

Tabela 2. Table 2.

Długości i spadki linii splywu - dopływ w km 0+920
Lengths and slopes of lines terrain aspect of the tributary in km 0+920

Przekrój Section	Wysokości npm [m] Heights				Deniwelacje [m] Difference of eveling		Długości [m.] Lenghts		Spadki % Slopes	
	Prawostronne right streamside		Lewostronne left streamside		Prawo- stronne right streamside	Lewo- stronne left streamside	Prawo- stronne right streamside	Lewo- stronne left streamside	Prawo- stronne right streamside	Lewo- stronne left streamside
	max max	min min	max max	min min						
0+000 (0+920)	-	540	700	540	-	160	-	660	-	24,24
0+100	675	545	725	545	130	180	420	860	30,95	20,93
0+200	675	560	725	560	115	165	480	840	23,95	19,64
0+300	675	585	760	585	90	175	560	960	16,07	18,23
0+400	675	595	830	595	80	235	580	1260	13,79	18,65
0+500	670	615	830	615	55	215	660	1240	8,33	17,33
0+600	830	645	830	645	185	185	1040	1220	17,78	15,16
0+620	830	650	-	650	180	-	1220	-	14,75	-

Tabela 3. Table 3.

dopływ w km 1+970 - tributary in km 1+970

0+000 (1+970)	-	650	830	650	-	180	-	720	-	25,00
0+100	725	670	830	670	55	160	240	740	22,91	21,62
0+200	750	685	830	685	65	145	380	780	17,10	18,58
0+300	755	695	830	695	60	135	460	860	13,04	15,69
0+400	760	700	830	700	60	130	600	900	10,00	14,44
0+500	850	705	830	705	145	125	1000	920	14,50	13,58
0+600	850	725	830	725	125	105	1060	940	11,79	11,17
0+700	775	735	830	735	40	95	820	1060	4,87	8,96
0+800	925	740	850	740	185	110	1380	1200	13,40	9,16
0+900	1000	755	875	755	245	120	1660	1280	14,75	9,37
1+000	1005	775	875	775	230	100	1980	1240	11,61	8,06
1+100	1005	795	890	795	210	95	2020	1340	10,39	7,08
1+200	1005	830	985	830	175	155	1980	1840	8,83	8,42

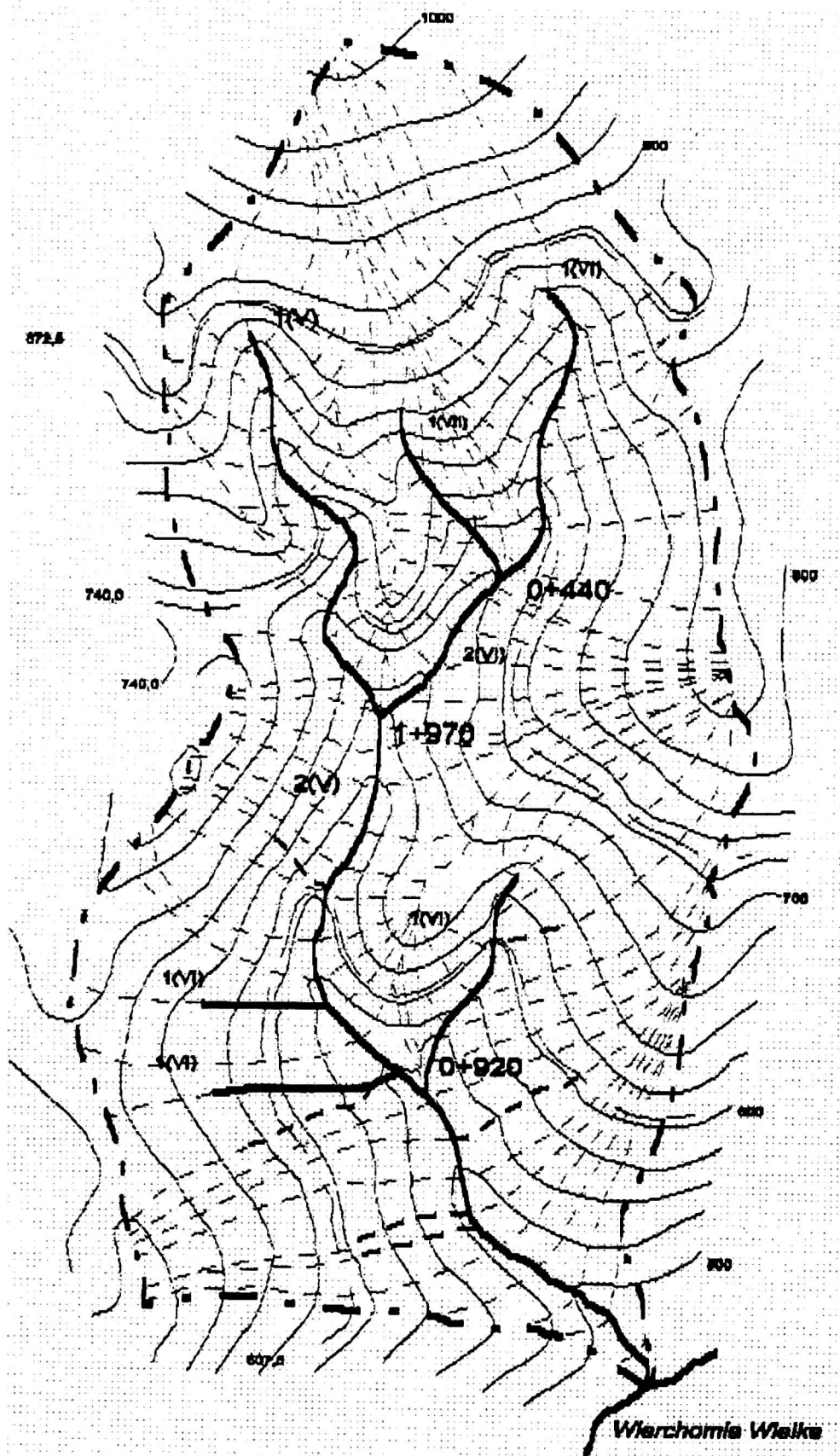
Tabela 4. Table 4.

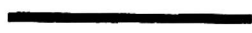



dopływ w km 0+440 - tributary in km 0+440

0+000 (4+440)	760	700	830	700	60	70	640	940	9,37	7,44
0+100	765	720	850	720	45	130	720	940	6,25	13,82
0+200	775	735	850	735	40	115	760	1000	5,26	11,50
0+300	840	760	860	760	80	100	1020	1100	7,84	9,09
0+400	990	790	870	790	200	80	1740	1120	11,49	7,14
0+480	995	825	-	825	170	-	1780	-	9,55	-

Długości i spadki linii splywu - dopływ w km 3+800
Lengths and slopes of lines terrain aspect of the tributary in km 3+800

Przekrój Section	Wysokości npm [m] Heights				Deniwelacje [m] Difference of levelling		Długości [m] Lengths		Spadki % Slopes	
	Prawostronne right streamside		Lewostronne left streamside		Prawo- stronne right streamside	Lewo- stronne left streamside	Prawo- stronne right streamside	Lewo- stronne left streamside	Prawo- stronne right streamside	Lewo- stronne left streamside
	max max	min min	max max	min min						
0+000 (3+800)	475	475	475	475	-	-	-	-	-	-
0+100	490	480	490	480	10	10	50	60	20,00	16,66
0+200	525	495	525	495	30	30	140	200	21,42	15,00
0+300	550	500	700	500	50	200	160	820	31,25	24,39
0+400	575	505	700	505	70	195	240	780	29,16	25,00
0+500	710	510	700	510	200	190	760	800	26,31	23,75
0+580	710	515	-	515	195	-	700	-	27,85	-
0+600	710	520	700	520	190	180	700	760	27,14	23,68
0+700	705	525	700	525	180	185	700	710	25,71	24,64
0+800	705	535	700	535	170	165	720	660	23,61	25,00
0+900	705	540	700	540	165	160	700	660	23,57	24,24
1+000	680	550	-	550	130	-	660	-	19,69	-
d.1+000 (0+060)	700	550	-	550	150	-	620	-	24,19	-
1+100	695	555	625	555	140	70	600	180	23,33	38,88
1+200	710	570	675	570	140	105	540	280	25,92	37,50
1+300	745	575	675	575	170	100	580	280	29,31	35,71
1+400	745	590	675	590	155	85	500	240	31,00	35,41
1+500	750	605	675	605	145	70	400	200	36,25	35,00
d.1+530	750	605	-	605	145	-	420	-	34,52	-
1+600	750	610	675	610	140	65	400	180	35,00	36,11
1+700	750	615	830	615	135	215	410	280	32,92	76,78
1+800	750	625	830	625	125	205	360	760	34,72	26,97
1+900	750	635	830	635	115	195	330	340	34,84	57,35
2+000	750	650	670	650	100	20	300	20	33,33	100,00
2+100	750	675	750	675	75	75	260	200	28,84	37,50
2+200	730	690	750	690	40	60	210	180	19,04	33,33
2+300	880	710	755	710	170	45	680	140	25,00	32,14
2+400	800	720	760	720	80	40	220	110	36,36	36,36
2+500	800	730	775	730	70	45	160	100	43,75	45,00
2+600	805	755	805	755	50	50	130	160	38,46	31,25
2+700	830	770	840	770	60	70	140	200	42,85	35,00
2+800	885	785	865	785	100	80	260	220	38,46	36,36
2+900	890	800	905	800	90	105	240	300	37,50	35,00
3+000	905	820	985	820	85	165	240	640	35,41	25,78
3+000 cz. źród.	985	820	-	-	65	-	580	-	11,20	-



- | | | |
|---|--------------------|---------------------------|
|  | potok stały | <i>permanent stream</i> |
|  | potok okresowy | <i>periodic stream</i> |
|  | linie splywu | <i>lines of flow down</i> |
|  | linia wododziałowa | <i>watershed</i> |

Rysunek 2. Siatka linii splywu
Figure 2. The net of the biggest slope as lines of flow down

Długości (X) w m i spadki (I) w % stoków
Lengths (X) in m and terrain aspect (I) in % of the inclination

Dopływ Tributary [km]	X		X śr. X mean	I		I śr. I mean
	prawobrzeżne right streamside	lewobrzeżne left streamside		prawobrzeżne right streamside	lewobrzeżne left streamside	
0+920	709,0	1006,0	857,0	17,94	19,16	18,55
1+970 i	1131,0	1063,0	1097,0	12,76	13,16	12,96
d. w km 0+440	1110,0	1020,0	1065,0	8,29	9,79	9,04
0+000 do 3+000 (3+800)	415,0	361,0	388,0	29,64	35,51	32,57
potok Izdwór	666,0	674,0	670,0	22,65	25,63	24,07

Wg Figury wskaźnik długości zbocza wynosi:

$$X^m = 11,621 \text{ dla długości } X = 670,0 \text{ m (Tab. 6.)}$$

Wskaźnik spadku:

$$I^n = 6,610 \text{ dla spadku } I = 24,07 \% \text{ (Tab. 6)}$$

I^n - maksymalna wartość wskaźnika przedziału nachyleń zboczy dla
 $I = 20,0 \%$

Czynnik ukształtowania terenu:

$$X^m \cdot I^n = 11,621 \cdot 6,610 = 76,81$$

Z metody RUSLE:

Wskaźnik średniej drogi spływu powierzchniowego:

$$\lambda = 218,0 \text{ m dla } DA = 3\,290\,000 \text{ m}^2 \text{ i } l_s = 75\,730 \text{ m.}$$

Wskaźnik średniego spadku zlewni:

$$s = 28,35 \% \text{ dla } Z = 530,0 \text{ m}$$

$$l_{c25} = 2380,0 \text{ m}$$

$$l_{c50} = 3160,0 \text{ m}$$

$$l_{c75} = 1500,0 \text{ m}$$

Współczynnik topograficzny:

$$LS = 0,024 \text{ dla } m = 0,5$$

m - wykładnik potęgowej zależny od spadków zboczy
przyjęty dla $s \geq 5 \%$.

Współczynniki proporcjonalności wynoszą:

współczynniki długości zbocza:

$$W_F = X / \lambda = 3,073$$

$$W_R = \lambda / X = 0,325.$$

współczynniki spadku $I_F = 0,849$
 $I_R = 1,178$

Wnioski

1. Oszacowania długości stoków i ich spadków do wskaźnikowych metod oceny natężenia procesów erozji gleb, powinno dokonywać się poprzez kartograficzny pomiar linii największego spadku jako linii spływu powierzchniowego po wcześniejszym rozpoznaniu i zinwentaryzowaniu ich śladów.

2. Zlewnia potoku Wierchomla Wielka posiada 24 większych dopływów dla których wyznaczony będzie czynnik ukształtowania terenu (współczynnik topograficzny) co pozwoli na jego praktyczne określenie i wykorzystanie w obu metodach.

Literatura

- FIGUŁA K. 1955. *Wstępna charakterystyka zjawisk erozji na terenie kilku powiatów województwa krakowskiego*. Roczn. Nauk. rol. T. 71-F-1, s. 111-147.
- FOSTER G.R. 1991. *Advances in wind and water erosion prediction*. J. Soil a. Water Conserv. 46, 1: 27-29
- Instrukcja Nr 3. 1973. Ministrów Rolnictwa oraz Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 18 sierpnia 1973 r. (UR. ot. 003 -R/73) w sprawie sposobu określania gruntów rolnych i leśnych zagrożonych erozją oraz zasad i trybu przeciwdziałania erozji.
- Komentarz do instrukcji. 1975. w sprawie inwentaryzacji gruntów zagrożonych erozją. IUNiGI. Puławy.
- KORELESKI K. 1973. *Ocena natężenia erozji gleb lessowych na przykładzie powiatu proszowickiego*. Wiadomości IMUZ, T. XI. z. 1, s. 169-181.
- KORELESKI K. 1994. *Amerykańskie systemy prognozowania erozji wodnej i wietrznej*. Roczn. AR w Poznaniu CCLXVI z. 14 s. 341-347.
- NIEMIEC J. 1994. *Interpretacja czynnika (A) na podstawie stosowanych miar gęstości sieci rzecznej oraz wskaźnika (O_{sh}) we wzorze na obliczenie natężenia erozji liniowej*. Roczn. AR w Poznaniu CCLXVI z. 14 s. 121-128.
- NIEMIEC J., MOŹDŻEŃ M. 1993. *Sieć rzeczna zlewni potoku Wierchomla Wielka i jej parametry morfometryczne*. Zesz. Nauk. Scsja Naukowa AR w Krakowie nt. Melioracje terenów górskich a ochrona środowiska. s.155-169.
- NIEMIEC J., BROŹEK M. 1997. *Kartograficzny pomiar struktury i gęstości sieci rzecznej Białego Dunajca i jego dopływów przy zastosowaniu oprogramowania MicroStation*. Roczn. AR w Poznaniu CCXCIV, cz. I. s. 151-159.

- PROCHAL P. 1973. *Czynniki wpływające na natężenie zmywów i ruchu rumowiska w zlewni potoku Wierchomla Wielka*. Zesz. Probl. Post. Nauk. rol. z. 151 s. 31-48.
- RENARD K.G., FOSTER G.R., WEESIES G.A., PORTER J.P. 1991. *RUSLE - revised universal soil loss equation*. J. Soil. a. Water Conserv. 46, 1: 30-33.
- WILLIAMS J.R., BERNDT H.D. 1972. *Sediment yield computed with universal equation*. J. Hydraulics Division (HY 12), s. 2087-2098.
- WILLIAMS J.R., BERNDT H.D. 1977. *Sediment yield prediction based on watershed hydrology*. Trans. ASAE s. 1100-1104.
- WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. 1978. *Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*. Agriculture Handbook 573, USDA-ARS.

Summary

The cartographical, uniform, qualifying test indicator calculation of the land configuration (lengths and slopes of mountain - side) to formula of the sheet water erosion in mountain catchment area. The sheet water erosion in mountain area is function of four indicators namely: land configuration ($X^m \cdot I^n$), soil ($r \cdot \varphi^m$), climate (H^m) and utilization area ($\alpha \cdot c$).

$$G = \alpha \cdot c \cdot r \cdot \varphi^m \cdot X^m \cdot I^n$$

Slopes' lengths (X^m) and their indication are the values which determine the terrain configuration. Authors have tried to describe these values cartographically in the light of different opinions on that matter.

These cartographical works were made in fragmentary catchment area of the Wierchomla Wielka stream in Beskid Sądecki (Carpathian region).

The best method, suggested by authors is presenting the biggest slop as lines of flow down. The lines of flow down are described precisely and would have been the slopes of sheet catchment area.

Jacek Niemiec, Maciej Brożek
 Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
 AR w Krakowie
 al. Mickiewicza 24/28
 30-059 Kraków