

Wojtasik Mieczysław, Szatten Dawid. Bilans dostawy rumowiska w wyniku erozji wodnej dla zlewni rzeki Brdy określony za pomocą modelu USLE = The balance of sediment supply by water erosion determined by USLE model on the catchment of Brda river. *Journal of Health Sciences*. 2014;4(11):61-70. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. <http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/article/view/2014%3B4%2811%29%3A61-70>  
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/484246>

The former journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1107. (17.12.2013).

© The Author (s) 2014;

This article is published with open access at License Open Journal Systems of Radom University in Radom, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

Conflict of interest: None declared. Received: 10.09.2014. Revised 15.09.2014. Accepted: 14.10.2014.

## **Bilans dostawy rumowiska w wyniku erozji wodnej dla zlewni rzeki Brdy określony za pomocą modelu USLE**

### **The balance of sediment supply by water erosion determined by USLE model on the catchment of Brda river**

**Mieczysław Wojtasik, Dawid Szatten**

**Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Wydział Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki,  
Instytut Geografii, 85-428 Bydgoszcz, ul. Mińska 15**

#### **Streszczenie**

Erozja wodna w systemie fluwialnym jest procesem wynikającym z wielu czynników zlewniowych. Jedną z metod określenia dostawy materiału z obszaru zlewni jest uniwersalne równanie strat glebowych (model USLE). W zlewni rzeki Brdy występują gleby silnie i średnio podatne na erozję wodną powierzchniową. Wynika to z polodowcowego charakteru osadów powierzchniowych tworzących zlewnię. Przeprowadzone badania umożliwiają zbilansowanie dostaw materii ze zlewni Brdy obliczonych za pomocą modelu USLE z rzeczywistymi wartościami wskaźnika denudacji jednostkowej dla rumowiska unoszonego. Analiza GIS umożliwiła porównanie ładunków rzeczywistych i potencjalnych dla zlewni cząstkowych zlewni Brdy.

#### **Słowa kluczowe**

model USLE, erozja wodna, dostawa rumowiska, procesy fluwialne, rzeka Brda

#### **Wprowadzenie**

Dostawa materiału ziemnego do koryta cieku w wyniku erozji wodnej jest procesem uzależnionym od wielu czynników zlewniowych. Czynniki mającymi największy wpływ na występowanie i nasilenie erozji wodnej są: opady atmosferyczne, zróżnicowanie rzeźby terenu, podatność gleb na spłukiwanie i sposób użytkowania ziemi [5]. Zlewnia rzeki Brdy, ze względu na położenie na obszarze o rzeźbie młodoglacjalnej, cechuje się silnym zróżnicowaniem ww. czynników. Cechą charakterystyczną zlewni Brdy jest zmienność dominującego typu pokrycia terenu wraz z przyrostem powierzchni dorzecza. W górnej części zlewni przeważają lasy (60%) [2]. Ich powierzchnia systematycznie maleje, kosztem gruntów ornych, pokrywając przy ujściu już tylko 38% powierzchni zlewni. Wewnętrzne zróżnicowanie zauważyć można również w czynnikach klimatycznych. Średnia suma roczna opadów atmosferycznych (lata 1971-2000) kształtuje się w granicach 550 mm w południowej i środkowej części Brdy. Obecność wyniesień garbu moren czołowych fazy pomorskiej ostatniego zlodowacenia plejstoceniowego położonych w zlewniach cząstkowych nr 1, 3-4, w środkowej części zlewni całkowitej Brdy powoduje wzrost średniej sumy rocznej opadów do poziomu 650 mm [1].

## Cel

Celem niniejszej pracy jest ocena wpływu poszczególnych zróznicowań: klimatu, rzeźby i pokrycia terenu oraz gatunków gleb na straty erozyjne materiału ziemnego w zlewniach cząstkowych rzeki Brdy. Ma to znaczenie przy zagospodarowaniu przestrzennym zlewni całkowitej Brdy.

Prace wykonano w ramach Projektu sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2013/11/N/ST10/01762.

## Metody

W badaniach zastosowano narzędzia analiz przestrzennych (GIS) w celu obliczenia potencjalnej wielkości start gleby w wyniku erozji wodnej. Materiałem bazowym pokrywy glebowej w zlewni Brdy była Mapa glebowo-rolnicza Polski w skali 1 : 300 000 [7]. Obszary o znacznych spadkach terenu, wyznaczono na podstawie analizy zagęszczenia warstwic na mapach topograficznych w skali 1 : 50 000 [8]. Użytkowanie terenu zobrazowano w oparciu o cyfrową mapę pokrycia terenu CORINE Land Cover 2006 [2], a zlewnie cząstkowe opracowano na podstawie Rastrowej Mapy Podziału Hydrograficznego Polski [9]. Powyższe materiały umożliwiły wyznaczenie potencjalnej wielkości start gleby w wyniku erozji wodnej w zlewni Brdy za pomocą uniwersalnego równania strat glebowych (model USLE) [10]. Następnie zestawiono otrzymane wyniki ze wskaźnikami denudacji jednostkowej obliczonymi na podstawie rzeczywistego ładunku materiału unoszonego (jednego z elementów bilansu odpływu materii z terenu zlewni) według wyników Państwowego Monitoringu Środowiska [12] oraz średnim odpływem jednostkowym.

Klasyfikację podatności gleb na splukiwanie powierzchniowe w niniejszych badaniach zdecydowano się oprzeć na rodzajach i gatunkach gleb wyznaczonych przez Józefaciuków [6], którzy zakładają wydzielenie 5 kryteriów zagrożenia erozją wodną powierzchniową, z czego cztery występują na obszarze zlewni Brdy (tabela 1).

Tabela. 1. Kryteria wyznaczania podatności gleb na erozję wodną na podstawie gatunków występujących w zlewni całkowitej rzeki Brdy

Kryterium podatności gleb	Gatunki gleb według Mapy... [7]
silnie podatne	piaski luźne (pl)
średnio podatne	piaski gliniaste (pg), kompleks piasków gliniastych i słabogliniastych (pgs), piaski słabogliniaste (ps)
słabo podatne	gliny piaszczyste i piaski naglinowe (gl), gliny średnie (gs)
bardzo słabo podatne	torfy niskie (n)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Józefaciuk A., Józefaciuk Cz. [6]

Podstawę do wyznaczenia stopni zagrożenia erozją wodną powierzchniową stanowi klasyfikacja według kryteriów podatności gleb (tab. 1), która uzupełniona jest od dwa parametry decydujące o nasileniu transportu erodowanego materiału glebowego: zróznicowania rzeźby terenu oraz opadu atmosferycznego. W zależności od ww. trzech parametrów A. i Cz. Józefaciukowie [4] wyznaczyli pięć stopni zagrożenia erozją wodną powierzchniową (tab. 2).

Tabela. 2. Wyznaczanie stopni zagrożenia erozją wodną powierzchniową w zlewni Brdy

Kryterium podatności gleb	Klasy nachyleń terenu									
	< 3°		3° - 6°		6° - 10°		10° - 15°		> 15°	
	A	B	A	B	A	B	A	B		
	<b>STOPNIE ZAGROŻENIA EROZJĄ WODNĄ</b>									
silnie podatne (pl)	1	1	2	2	3	3	4	5		
średnio podatne (pg, pgs, ps)	1	1	2	2	3	3	4	4	5	
słabo podatne (gl, gs)	-	1	2		3		4	5		
bardzo słabo podatne (n)	-	1	1	2	2	3	3	4		

A – roczna suma opadów atmosferycznych < 600 mm

B – roczna suma opadów atmosferycznych > 600 mm

1 - słaby

2 – umiarkowany

3 – średni

4 – silny

5 – bardzo silny

Źródło: Józefaciuk A., Józefaciuk Cz. [4]

Potencjalną wielkość start gleby w wyniku erozji wodnej w zlewni Brdy obliczono za pomocą zalecanego przez *Food and Agriculture Organization* (FAO) uniwersalnego równania strat glebowych (model USLE) [10], który pozwala wyliczyć roczny średni ubytek gleby w tonach na hektar. Wzory i wartości charakterystyczne wykorzystane do obliczeń mają postać:

$$A = R K L S C P, \text{ gdzie:}$$

A – roczna masa wyerodowanej gleby z jednostki powierzchni [ $t \cdot ha^{-1}$ ],

R – wskaźnik erozyjności deszczu i spływu dla danej lokalizacji:

$$R = 0,0709h + 49,46, \text{ gdzie:}$$

h – średnia ważona wysokości dla zlewni cząstkowej, w m n.p.m.

K – wskaźnik podatności gleby na erozję wodną, którego wartości graniczne zawiera tabela 3:

Tab. 3. Wartości wskaźnika podatności gleby na erozję wodną

Wartość wskaźnika K	Gatunki gleb
0,01	Piaski luźne
0,05	Piaski słabogliniaste, piaski słabogliniaste na glinie
0,08	Kompleks piasków gliniastych i słabogliniastych, kompleks piasków gliniastych i słabogliniastych na glinie
0,10	Piaski gliniaste, piaski gliniaste na glinie
0,11	Gliny piaszczyste i piaski naglinowe, gliny średnie

Źródło: Opracowane na podstawie Wawer R. i inni (2005) [11]

LS – wskaźnik topografii terenu:

$$LS = \left(\frac{\lambda}{22,1}\right)^m (0,065 + 0,0454 S + 0,0065 S^2), \text{ gdzie:}$$

$\lambda$  – długość zbocza równa drodze spływu powierzchniowego, w metrach:

$$\lambda = 0,5 \frac{DA}{L}$$

DA – powierzchnia zlewni cząstkowej, w  $m^2$ ,

L – długość wszystkich cieków w zlewni cząstkowej, w metrach,

S – spadek zbocza, w %,

m – wykładnik potęgowy zależny od spadku zbocza:

$m = 0,2$ , gdy  $s \leq 1,0$  %,

$m = 0,3$ , gdy  $1,0$  %  $< s < 3,0$  %,

$m = 0,4$ , gdy  $3,0$  %  $\leq s < 5,0$  %,

$m = 0,5$ , gdy  $s \geq 5,0$  %.

C – wskaźnik użytkowania terenu (pokrywy roślinnej), którego wartości graniczne zawiera tabela 4:

Tab. 4. Wartości wskaźnika użytkowania terenu, według CORINE Land Cover [2]

Wartość wskaźnika C	Typ pokrycia terenu
0,50	Tereny zantropogenizowane
0,20	Grunty orne
0,01	Strefy upraw mieszanych, strefy podmokłe
0,002	Lasy i ekosystemy seminaturalne

P – wskaźnik zabiegów przeciwoerozyjnych, którego wartości graniczne zawiera tabela 5:

Tab. 5. Wartości wskaźnika zabiegów przeciwoerozyjnych, według CORINE Land Cover [2]

Wartość wskaźnika P	Typ pokrycia terenu
1,00	Tereny zantropogenizowane
0,75	Grunty orne, strefy podmokłe
0,50	Strefy upraw mieszanych, Lasy i ekosystemy seminaturalne

## Wyniki i dyskusja

W zlewni rzeki Brdy gleby silnie podatne na erozję wodną powierzchniową (2 pkt), o granulometrii piasków luźnych (pl), występują głównie w północnej jej części oraz w postaci małych płatów w pozostałej jej części (rys. 1). Większość obszarów wysoczyznowych zajmują gleby średnio podatne na erozję (3 pkt). Piaski słabogliniaste pylaste (psp), piaski gliniaste lekkie pylaste (pglp), a także piaski gliniaste mocne (pgm) cechują się również średnią podatnością na erozję, zwłaszcza podczas gwałtownych spływów z ulew i nawałnic. Tereny pokryte glebami o słabej (4 pkt) bądź bardzo słabej podatności na erozję wodną (5 pkt) skupiają się odpowiednio w płatach pokrytych glinami piaszczystymi, glinami lekkimi, glinami średnimi oraz piaskami naglinowymi występującymi we wschodniej części Pojezierza Krajeńskiego oraz w zagłębieniach wypełnionych glebami torfowymi. Słabo podatne na erozję gliny morenowe, o korzystnym stosunku frakcji koloidalnej do frakcji pyłowych, cechują się odpornością na krótkotrwałe opady. Jednak mogą być silnie degradowane pod wpływem opadów długoterminowych. Substancje organiczne zawarte w glebach torfowych wpływają na stabilność agregatów glebowych, a zatem zmniejszają erozję do stanów śladowych. [5]. Dlatego też tereny pokryte glebami torfowymi wyłączono z analizy.

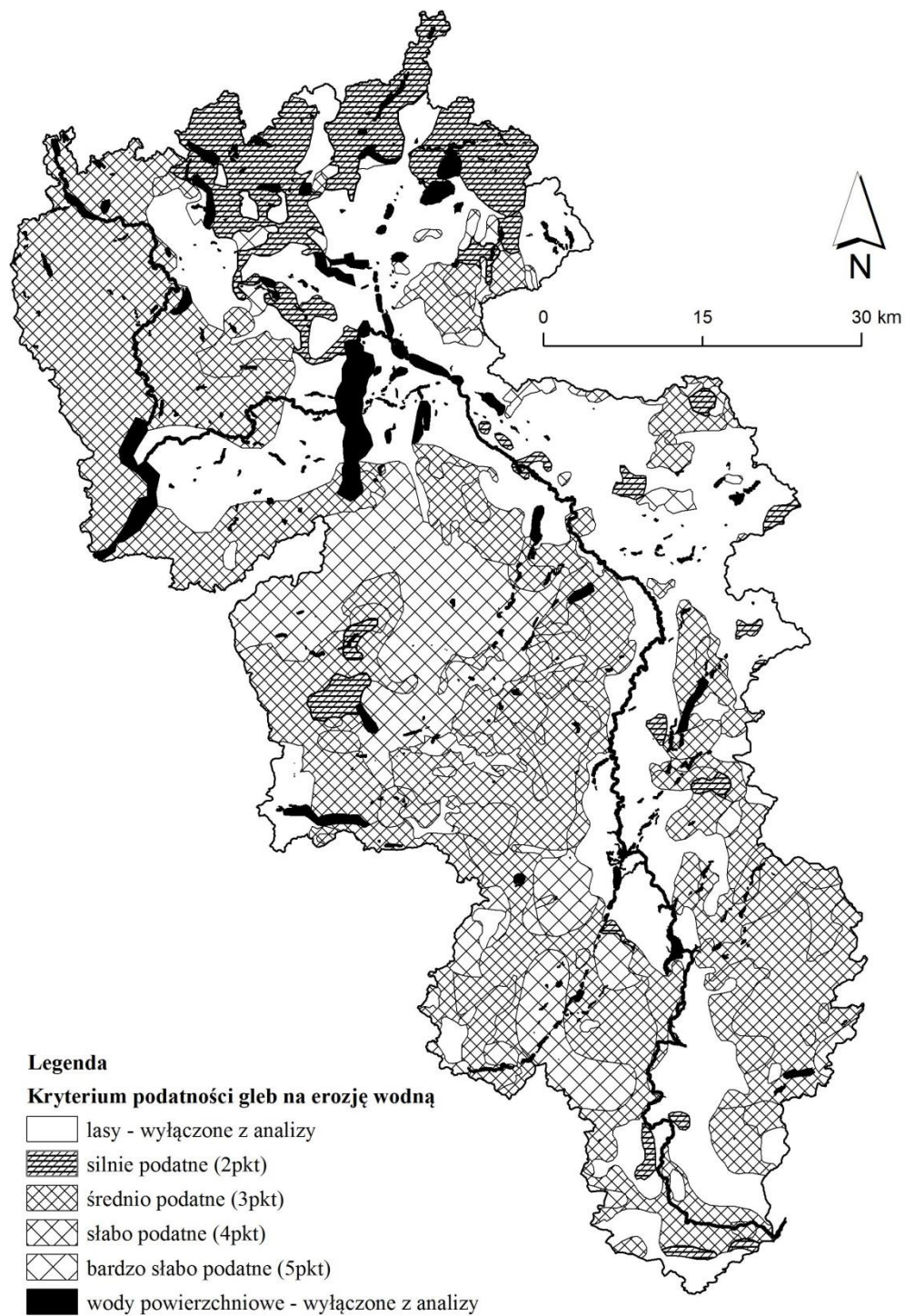
Słaby stopień zagrożenia erozją wodną (stopień 1) powoduje niewielkie zmywy powierzchniowe gleby. Charakterystyczny jest dla obszarów o niewielkim nachyleniu terenu, nie przekraczającym z reguły  $6^\circ$  przy rocznej sumie opadu atmosferycznego mniejszej od 600 mm. Stopień ten dominuje na obszarze zlewni całkowitej Brdy (rysunek 2). Pozostałe stopnie zagrożenia związane są z występowaniem stref krawędziowych: dolin rzecznych i jeziornych oraz krawędzi wysoczyznowych. Powierzchniowo obszary te nie stanowią znaczącego udziału, jednak ich położenie, w najbliższym sąsiedztwie cieków, wpływa na potencjalną dostawę materii do środowiska wodnego.

Potencjalna wielkość strat gleby w wyniku erozji wodnej, obliczona za pomocą modelu USLE, w zlewniach cząstkowych rzeki Brdy oscyluje w granicach od 0,004 do 1,183 t\*ha<sup>-1</sup>. Szczegółowy rozkład wielkości rocznych strat gleby w zlewni prezentuje rysunek 3. Największa potencjalna wielkość strat, powyżej 1,0 t\*ha<sup>-1</sup>, odnotowana została w dwóch zlewniach cząstkowych: Zbiornika Trzyszczyń oraz zlewni Strugi Lucimskiej. Wzrost wartości analizowanego wskaźnika w tych zlewniach spowodowany jest silnie urozmaiconą rzeźbą terenu. Kolejny przedział potencjalnych strat gleby w wyniku erozji wodnej (poniżej 0,75) odnosi się do zlewni cząstkowych położonych na Pojezierzu Krajeńskim – zlewnie Kamionki, Krówki. Najniższe straty charakterystyczne są dla obszarów położonych na wysoczyźnie świeckiej, cechującej się stosunkowo mało zróżnicowaną rzeźbą terenu.

Wysokie wartości potencjalnej wielkości strat gleby w wyniku erozji wodnej, obliczone za pomocą modelu USLE, charakterystyczne są dla zlewni cząstkowych zlewni Brdy obejmujących zasięgiem zlewnie bezpośrednie sztucznych zbiorników wodnych (Myłof, Koronowski, Trzyszczyń, Smukała) oraz ujściowego odcinka Brdy na obszarze miasta Bydgoszczy - o reżimie przepływu wód regulowanym piętrzeniem wód na jazach Młyńskim oraz Czersko Polskie.

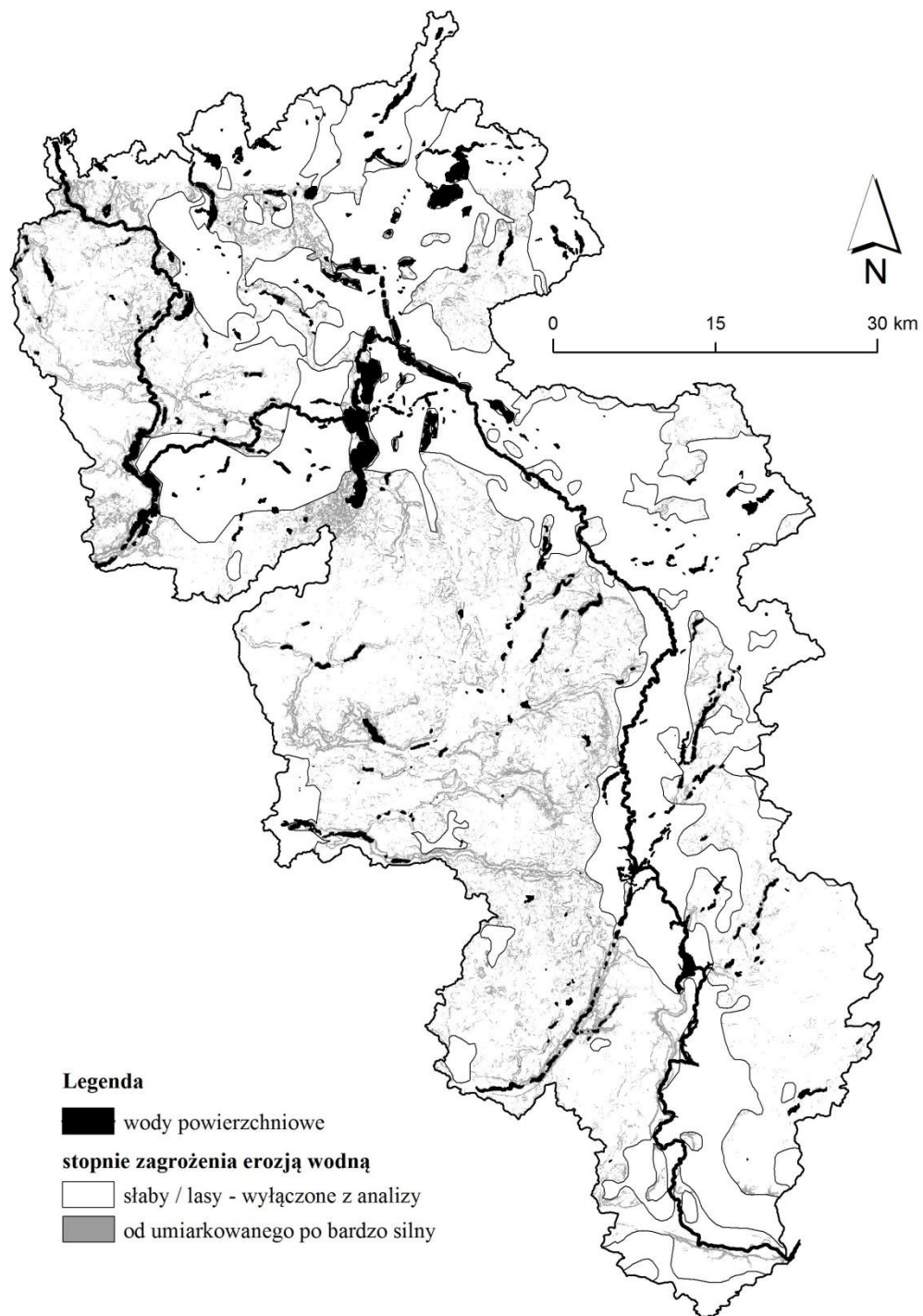
Zestawienie potencjalnych wielkości strat gleby w wyniku erozji wodnej, obliczonych za pomocą modelu USLE (A) ze wskaźnikami denudacji jednostkowej (Ls), obliczonymi na podstawie ładunku rumowiska unoszonego w profilach zamykających zlewnie cząstkowe pozwala stwierdzić, że wysokim wartością denudacji określonej za pomocą modelu USLE odpowiadają niskie wartości wskaźnika denudacji jednostkowej (tabela 6). Jednakże brak pomiędzy nimi silnych zależności, gdyż współczynnik korelacji pomiędzy ww. wskaźnikami (25 par wyników) wynosi -0,478. Fakt ten wynika z dużej jeziorności górnej części zlewni oraz występowania szeregu zbiorników retencyjnych w dolnej części zlewni, które wpływają na akumulację materiału dostarczanego do systemu fluwialnego Brdy. Również nie występuje wyraźna zależność pomiędzy potencjalną wielkością strat gleby w wyniku erozji wodnej określoną za pomocą modelu USLE (A), a średnim rocznym odpływem jednostkowym (q). Ich współczynnik korelacji wynosi -0,634, wskazując iż wyższym wartościom odpływu jednostkowego odpowiadają niższe wartości potencjalnej erozji wodnej określonej za pomocą modelu USLE.

Sumaryczna dostawa materiału glebowego w wyniku erozji wodnej obliczona za pomocą modelu USLE dla zlewni całkowitej rzeki Brdy wynosi 169,5 tys. ton. Średnia dostawa rumowiska unoszonego, obliczona na podstawie rzeczywistych pomiarów rumowiska w latach 1987 – 1999 wynosiła 6,6 tys. ton. Dostawa materiału glebowego do zlewni rzeki Brdy następuje za sprawą dwóch grup czynników: naturalnych (ukształtowanie terenu, gatunek gleby, wielkość opadu atmosferycznego) oraz antropogenicznych (sposób użytkowania terenu, charakter pokrywy roślinnej). Dla obszaru zlewni Brdy wartości erozyjnej degradacji kształtują się na poziomie 0,004 – 1,183 t\*km<sup>2</sup>, czyli na zdecydowanie niższym od średniej dla Polski wynoszącej 76 t\*km<sup>2</sup> [3]. Rozbieżności pomiędzy wartościami potencjalnej dostawy materiału glebowego obliczonej za pomocą modelu USLE, a wartościami denudacji jednostkowej (Ls) wynika przede wszystkim z nizinnego charakteru zlewni rzeki Brdy oraz faktu, iż drugi wskaźnik uwzględnia jedynie wielkość transport rumowiska unoszonego – pomijając ważną składową procesy denudacji – transport materiału wleczonego.

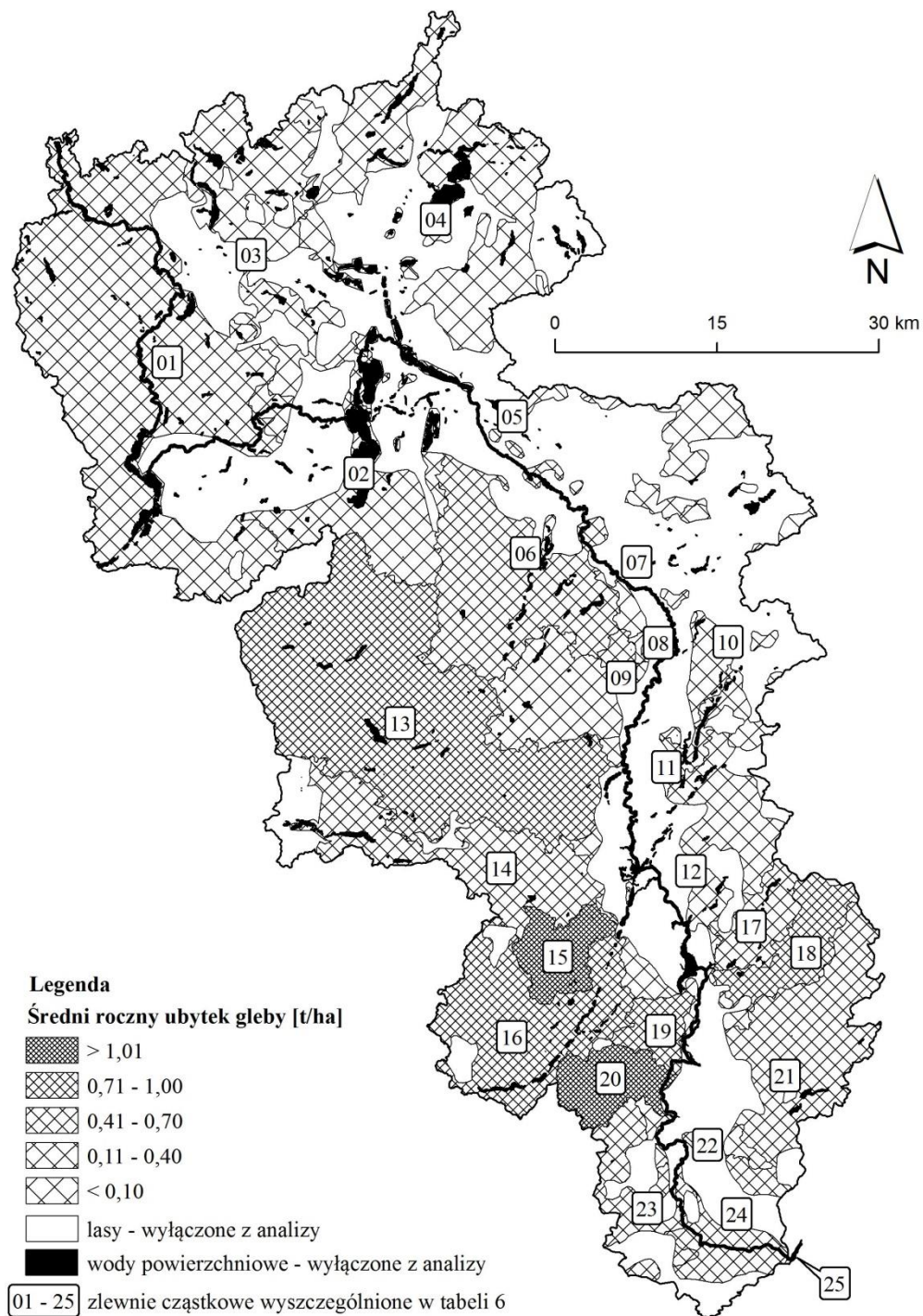


Rys. 1. Rozmieszczenie gleb w zlewni całkowitej Brdy według kryterium podatności na erozję wodną

Źródło: Opracowanie własne mapy glebowo-rolniczej Polski [7] oraz Józefaciuk A., Józefaciuk Cz. [6]



Rys. 2. Stopnie zagrożenia erozją wodną powierzchniową w zlewni Brdy  
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie Mapy glebowo-rolniczej Polski [7]



Rys. 3. Potencjalne wielkości strat gleby w wyniku erozji wodnej w zlewni Brdy, obliczone za pomocą modelu USLE

Źródło: Opracowanie własne mapy glebowo-rolniczej Polski [7] oraz Józefaciuk A., Józefaciuk Cz. [4]



Tab. 6. Potencjalna wielkość strat gleby w wyniku erozji wodnej według modelu USLE na tle wybranych wskaźników zlewniowych dla zlewni cząstkowych rzeki Brdy

Zlewnie cząstkowe	Powierzchnia	A (USLE)		Ls		Śr. q
	[km <sup>2</sup> ]	[t*ha <sup>-1</sup> ]	Σ [t]	[t*ha <sup>-1</sup> ]	Σ [t]	[m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> ]
1	656,76	0,248	16 290,33	0,022	1 464,59	0,0087
2	268,66	0,226	6063,20	0,014	376,13	0,0065
3	285,89	0,039	1107,37	0,015	420,26	0,0077
4	543,63	0,024	1286,19	0,016	864,37	0,0079
5	75,09	0,004	31,62	0,015	108,88	0,0076
6	313,87	0,451	14 152,60	0,013	401,75	0,0075
7	189,07	0,061	1 156,14	0,018	334,66	0,0075
8	119,65	0,006	74,93	0,015	184,25	0,0072
9	25,74	0,428	1 101,82	0,016	40,15	0,0074
10	211,88	0,234	4 967,27	0,015	317,81	0,0075
11	69,20	0,173	1 197,61	0,017	114,86	0,0076
12	291,70	0,153	4 470,93	0,010	291,70	0,0054
13	499,75	0,809	40 448,82	0,016	789,59	0,0047
14	193,05	0,594	11 459,69	0,013	252,94	0,0049
15	52,05	1,049	5 460,83	0,009	46,05	0,0026
16	187,09	0,885	16 561,61	0,003	60,57	0,0027
17	48,67	0,371	1 806,22	0,003	13,81	0,0026
18	66,02	0,856	5 651,97	0,006	41,01	0,0019
19	33,96	0,973	3 302,25	0,011	36,33	0,0055
20	62,83	1,183	7 432,85	0,011	67,86	0,0056
21	217,30	0,552	11 986,68	0,005	112,98	0,0015
22	38,45	0,165	633,74	0,011	41,91	0,0058
23	98,40	0,567	5 578,56	0,012	121,04	0,0059
25	111,64	0,655	7 310,75	0,015	164,11	0,0058
25	0,60	0,008	0,49	-	-	-
	<b>4 660,93</b>	-	<b>169 534,47</b>	-	<b>6 667,61</b>	-

**Zlewnie cząstkowe:** 01 – Brda od źródeł po Ciecholewy; 02 – Brda od Ciecholewy do Małych Swornychgaci; 03 – Brda od Małych Swornychgaci do Swornychgaci; 04 – Brda od Swornychgaci po Męcikał; 05 – Brda od Męcikału do Rytyła; 06 – Brda od Rytyła do Lutomskiego Młyna; 07 – Brda od Lutomskiego Młyna do Woziwody; 08 - Brda od Woziwody do Płaskosza; 09 – Brda od Płaskosza do Rudzkiego Mostu; 10 – Brda od Rudzkiego Mostu do Piszczka; 11 – Brda od Piszczka do Piły Młyn; 12 – zlewnia bezpośrednia Zbiornika Koronowskiego; 13 – zlewnia całkowita Kamionki; 14 – zlewnia całkowita Sępolenki; 15 – zlewnia całkowita Strugi Lucimskiej; 16 – zlewnia całkowita Krówki; 17 – zlewnia całkowita Strugi Kręgiel; 18 – zlewnia całkowita Strugi Granicznej; 19 – kanał lateralny Zbiornika Koronowskiego; 20 – zlewnia bezpośrednia Zbiornika Tryszczyń; 21 – zlewnia całkowita Kotomierzycy; 22 – Brda od wody dolnej Zbiornika Tryszczyń do Zbiornika Smukała; 23 – Brda od wody dolnej Zbiornika Smukała do ujęcia wód Czyżkówko (Bydgoszcz); 24 – Brda od ujęcia wód Czyżkówko (Bydgoszcz) do jazu Czersko Polskie (Bydgoszcz); 25 – Brda od jazu Czersko Polskie do ujęcia do Wisły.

## Wnioski

1. Rozpoznanie wielkości dostaw materiału ziemnego z obszaru zlewni cząstkowych do koryta Brdy, może być przydatne do rozstrzygnięcia lokalnych problemów zagospodarowania przestrzennego.
2. Zastosowanie modelu USLE do określenia wielkości strat gleby w wyniku erozji wodnej, stanowi istotną pomoc w określeniu bilansu dostawy materii do systemu fluwialnego, aczkolwiek są to wyniki jedynie szacunkowe, a nie rzeczywiste.

3. Rozbieżności pomiędzy wartościami otrzymanymi przy pomocy modelu USLE, a wskaźnikiem denudacji jednostkowej w zlewniach cząstkowych rzeki Brdy, wynikają z tej przyczyny, iż model USLE obejmuje potencjalną całkowitą masę materiału erodowanego ze zlewni, natomiast wskaźnik denudacji jednostkowej obejmuje tylko materiał unoszony transportowany wodami Brdy.

4. Na rozbieżności pomiędzy zmierzoną masą rumowiska unoszonego, a potencjalną dostawą materiału spowodowanego erozją wodną, wpływają wysoka jeziorność w górnej części zlewni oraz przekształcenia antropogeniczne (zbiorniki retencyjne) w dolnej części zlewni Brdy.

## **Literatura**

1. Atlas klimatu Polski, 2005, Lorenc H. (red.), Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa, ss.116,
2. CORINE Land Cover, 2006, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa,
3. Józefaciuk Cz., Józefaciuk A., 1992, Gęstość sieci wąwozowej w fizjograficznych krainach Polski, Pam. Puł., 101 (supl.): s. 5-23,
4. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz., 1992, Zarys morfogenetycznej klasyfikacji gleb, Wydawnictwo IUNG, Puławy,
5. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz., 1996, Mechanizm i wskazówki metodyczne badania procesów erozji. Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, Warszawa, ss.148,
6. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz., 1999, Ochrona gruntów przed erozją: poradnik dla władz administracyjnych i samorządowych oraz służb doradczych i użytkowników gruntów., Wydawnictwo MOŚZNiL, NFOŚiGW, IUNG, Puławy, ss.109,
7. Mapa glebowo-rolnicza Polski, skala 1:300 000, IUNG, Puławy, zamawiający: Wojewódzkie Biuro Geodezji i UR w Bydgoszczy, 1973,
8. Mapa topograficzna Polski, skala 1:50 000, Główny Geodeta Kraju, Warszawa,
9. Rastrowa Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, 2007, Zakład Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych, IMGW, Warszawa,
10. Stone R. P., Hilborn D., 2000, Universal Soil Loss Equation (USLE), Ministry of Agriculture and Food Rural Affairs, Ontario, Agdex 572/751, ss.8,
11. Wawer R., Nowocień E., Podolski B., 2005, Real and calculated KUSLE erodibility factor for selected polish soils, Polish Journal of Environmental Studies, vol. 14,5, s.665-658,
12. Wyniki Państwowego Monitoringu Środowiska – WIOŚ Bydgoszcz, 1987-1999 (materiały niepublikowane).

## **Abstract**

Water erosion in the fluvial system is a process arising from the several catchment factors. One of the methods determining the supply of material from the catchment area is the Universal Soil Loss Equation (USLE). In catchment of the Brda River occur soils are strongly and medium susceptible for water erosion. This is a result of the glacial origins of sediments which are creating the surface of the catchment. The research compares the supply of sediments calculated by the USLE model and the real value of the rate of denudation for suspended material in the catchment of the Brda River. GIS analysis allowed to comparison of actual and potential loads for sub-catchments of the Brda River.

## **Key words**

USLE model, water erosion, sediment supply, fluvial processes, Brda river