

## **Wpływ spływu roztopowego i deszczowego na wielkość spłukiwania z poletek o różnym użytkowaniu**

**Krzysztof Sępniewski\***

*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk o Ziemi, Roztoczańska Stacja Naukowa w Guciowie, Guciów 20, 22-470 Zwierzyniec*

### **Cel i metody badań**

Pomiary spływu wody i spłukiwania gleby na stokach prowadzone są w Polsce od wielu lat (m.in. Gerlach 1966, Słupik 1981, Smolska 1993, 2005, Rodzik, Sępniewski 2005), w tym stacjonarne pomiary na poletkach o wyznaczonej długości (Gil 1986, 1999, Słupik 1986, Klimczak 1992, Święchowicz 2002). Na Lubelszczyźnie, gdzie badania erozji gleb mają długą historię (m.in. Mazur, Pałys 1992), badania poletkowe w naturalnych warunkach pogodowych zainicjował Rejman (2006). W 1998 r. podjęto je także w Roztoczańskiej Stacji Naukowej UMCS w Guciowie na Roztoczu Środkowym. Początkowo prowadzono je w ramach badań statutowych i wewnętrznych programów UMCS, w celu oceny zróżnicowania wielkości spłukiwania na stokach o różnym typie użytkowania i różnym stopniu antropopresji (Sępniewski i in. 1999). W latach 2005–2006 badania prowadzono w ramach grantu zamawianego PBZ-KBN-086/P04/2003, w celu określenia roli zjawisk epizodycznych i okresowych – takich jak deszcze ulewne i roztopy – w formowaniu spływu i spłukiwania.

W obrębie terenu stacji, na zerodowanej glebie bielcowej, wytworzonej na piaskach pylastych, założono 3 poletka o wymiarach 25 × 2 m, odpowiadające głównym typom użytkowania ziemi. Grunty orne reprezentowało poletko utrzymywane w czarnym ugorze herbicydowym, łąki i pastwiska – poletko trwale zadarnione i regularnie koszone, powierzchnie leśne – poletko założone w ok. 20-letnim brzożowo-osikowo-sosnowym zagajniku o odroślowym podszycie i ubogim, mszystym runie. Położone obok siebie poletka: w czarnym ugorze i w darni miały eks-

pozycję S i nachylenie 3–5°, natomiast w zagajniku – ekspozycję NE i nachylenie 13–18°.

Jako urządzenia zbierające zainstalowano aluminiowe skrzynie o pojemności ok. 1 m<sup>3</sup>, wzorowane na stosowanych w Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie (Klimczak 1992). Opróżniano je przeciętnie raz w miesiącu, a w roku 2006 po każdym „skutecznym” spływie. Jako tło pogodowe wykorzystano pomiary opadów atmosferycznych deszczomierzem Hellmanna oraz standardowe pomiary wysokości i gęstości pokrywy śnieżnej, co pozwoliło na określenie zapasu wody. Wyniki pomiarów zestawiono dla lat hydrologicznych. Pominięto „rozruchowy” rok 1998 ze względu na – rzutuający na wyniki – brak stabilizacji poletek, zwłaszcza ze świeżo zasianą trawą.

### **Charakterystyka opadów i pokrywy śnieżnej**

Na tle regionów otaczających Roztocze wyróżnia się większą wilgotnością i śnieżnością (Kaszewski 2004). W latach 1999–2006 średnia roczna suma opadów atmosferycznych w Guciowie wyniosła 709 mm i była równa średniej wieloletniej dla pobliskiego Zwierzynca. Opady w półroczach ciepłych były wyższe niż w chłodnych i stanowiły od 82 do 52% sum rocznych, które wahały się od 563,2 do 873,1 mm (tab. 1). Najobfitszym w opady miesiącem był lipiec, ze średnią sumą 112 mm, najuboższym zaś luty (40 mm). Stosunkowo dużo, średnio 19 (15–25), było dni z wysokim opadem = 10 mm, o dwa więcej, niż wynosi średnia wieloletnia (Siwek 2006). Nie było w tej liczbie katastrofalnych deszczów nawalnych. Mimo

\* e-mail: krzysztof\_stepniewski@onet.eu

**Tabela 1.** Charakterystyka opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej w Guciowie w latach hydrologicznych 1999–2006

Rok	Suma opadu mm	Max dobowe mm	Liczba dni z opadem			Pokrywa śnieżna		
			≥0,1 mm	≥1 mm	≥10 mm	liczba dni	h max cm	RW* mm
1999	692,3	51,6	174	119	16	104	36	83
2000	873,1	59,3	155	110	19	110	49	86
2001	710,3	36,6	174	114	16	52	25	42
2002	791,8	55,3	173	119	23	73	53	97
2003	563,2	39,6	146	92	15	89	26	42
2004	638,4	51,6	174	119	16	84	39	50
2005	686,7	35,7	158	103	23	85	52	67
2006	719,0	41,2	156	108	25	119	42	101
Śr.	709,0	46,4	164	111	19	90	40	70

\* równoważnik wodny przed roztopami

że w czterech latach maksymalne sumy dobowe przekroczyły 50 mm, żadna z nich nie osiągnęła 60 mm (tab. 1).

Ciągła pokrywa śnieżna występowała w okresie od listopada do marca, średni czas trwania pokrywy wynosił 90 dni, a średnia maksymalna wysokość 40 cm. Zanik odbywał się na ogół na płytko zamrożonym gruncie – jedynie w 2003 r. zmarzlina osiągnęła głębokość ok. 30 cm. Zapas wody w pokrywie śnieżnej przed roztopami wynosił średnio 70 mm (42–101 mm). Podczas zim z częstymi odwilżami równoważnik wodny śniegu osiągał tylko 40–50 mm, natomiast dwukrotnie więcej pod koniec zim bez dużych odwilży (tab. 1).

## Wyniki pomiarów spływu i spłukiwania

Spływ wody był zróżnicowany w zależności od użytkowania poletka. Największy średni roczny spływ – 58,2 mm – wystąpił z czarnego ugoru, najmniejszy – 10,8 mm – z darni, natomiast z zagajnika 14,5 mm. Stanowiło to odpowiednio: 8,2%, 1,5% oraz 2,0% średniej rocznej sumy opadów. Zróżnicowany był zwłaszcza spływ deszczowy (4,3–45,4 mm), natomiast spływ roztopowy nie różnił się znacznie (6,5–12,8 mm). Na czarnym ugorze spływ deszczowy stanowił 78%, a w niektórych latach nawet >90% sumy rocznej (tab. 2). Największy – głównie deszczowy – spływ roczny o wysokości 113,9 mm, zarejestrowano na czarnym ugorze w 2000 r. Był to rok o najwyższej sumie opadów, ale niezbyt dużej ich liczbie. Najmniejszy spływ (11,7 mm) wystąpił tu w 2004 r., w którym liczba opadów była duża, ale ich suma była relatywnie niska (tab. 1 i 2).

Na poletkach z roślinnością spływ wody był w poszczególnych latach mniej zmienny oraz od 1,5 do ponad 20 razy niższy w porównaniu z czarnym ugo-

rem (tab. 2). Najwyższy spływ na poletku zadarnionym wystąpił w 2003 r. i był skutkiem zimowych odwilży i wiosennych roztopów, natomiast na stoku zalesionym – w 1999 r., głównie w wyniku szybkiego tajania 20-centymetrowej pokrywy mokrego śniegu, powstałej w dniach 18–20 kwietnia. Najniższą roczną sumę spływu wody odnotowano na poletku trawiastym w 2005 r., natomiast na stoku leśnym w mokrym roku 2000. W przeciwieństwie do czarnego ugoru, spływ wody na stokach z okrywą roślinną był w większości wynikiem roztopów, które odpowiadały za ok. 60% średniej sumy rocznej (tab. 2).

Spłukiwanie materiału glebowego było wszędzie skutkiem głównie spływu deszczowego, na czarnym ugorze niemal w całości (98%), a na darni i w zagajniku w znacznej przewadze (odpowiednio: 90 i 88%). Proces ten był zróżnicowany w znacznie większym stopniu niż spływ wody. Średnia roczna wielkość spłukiwania z czarnego ugoru wyniosła ponad 9,8 t/ha, przy bardzo dużej zmienności w poszczególnych latach, od 162 kg/ha do 37,7 t/ha. Na poletkach z roślinnością wielkości spłukiwania były wielokrotnie mniejsze; z darni średnio 29 kg/ha (2,9–113,2 kg/ha), natomiast z zagajnika tylko 7 kg/ha, (1,9–10,9 kg/ha). W niektórych latach o niewielkim spłukiwaniu spływ deszczowy lub roztopowy z tych poletek nie był efektywny. Na uwagę zasługuje fakt, że spłukiwanie z zagajnika było nie tylko najmniejsze, ale także najmniej zmienne (tab. 3).

## Dyskusja i wnioski

Wyniki badań generalnie potwierdzają antropogeniczne uwarunkowania wielkości spływu i spłukiwania związane z użytkowaniem ziemi (m.in. Gerlach 1966, Słupik 1981, Gil 1986, 1999). Stosunkowo małe jest oddziaływanie użytkowania na spływ rozto-

**Tabela 2.** Wielkość spływu roztopowego i deszczowego w Guciowie w latach 1999–2006 z poletek o różnym użytkowaniu

Rok	Spływ wody z poletek											
	z czarnego ugoru				z darni				z zagajnika			
	roztopowy		deszczowy		roztopowy		deszczowy		roztopowy		deszczowy	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
1999	33,1	63	19,1	37	14,2	87	2,1	13	29,0	85	5,0	15
2000	8,3	7	105,6	93	4,3	48	4,6	52	1,5	30	3,6	70
2001	19,1	31	42,1	69	2,8	45	3,4	55	1,4	22	4,8	78
2002	1,1	2	52,7	98	2,2	13	14,5	87	1,3	11	10,5	89
2003	16,3	34	31,9	66	16,8	86	2,7	14	16,9	77	5,1	23
2004	3,4	29	8,3	71	4,3	68	2,0	32	2,7	41	3,9	59
2005	1,1	4	30,0	96	2,1	48	2,2	52	4,4	42	6,0	58
2006	19,6	21	73,5	79	5,3	61	3,3	39	11,4	58	8,1	42
Śr.	12,8	22	45,4	78	6,5	60	4,3	40	8,6	59	5,9	41

**Tabela 3.** Udział spływu roztopowego i deszczowego w wielkości spłukiwania z poletek o różnym użytkowaniu w Guciowie w latach 1999–2006

Rok	Spłukiwanie z poletek									
	z czarnego ugoru			z darni				z zagajnika		
	kg/ha	udział w %		kg/ha	udział w %		kg/ha	udział w %		
		R*	D*		R	D		R	D	
1999	785	5,6	94,4	21,2	23,9	76,1	10,9	12,2	87,8	
2000	37672	0,1	99,9	113,2	4,6	95,4	7,3	9,6	90,4	
2001	5890	1,5	98,5	23,0	3,2	96,8	6,0	2,3	97,7	
2002	2001	0,1	99,9	42,1	0,4	99,6	10,7	0,6	99,4	
2003	4049	22,8	77,2	15,8	50,3	49,7	4,1	60,1	39,9	
2004	162	14,4	85,6	3,3	100,0	0,0	1,9	100,0	0,0	
2005	4604	0,1	99,9	10,6	0,0	100,0	7,4	0,0	100,0	
2006	23657	0,5	99,5	2,9	0,0	100,0	7,3	0,0	100,0	
Śr.	9853	2,0	98,0	29,0	10,0	90,0	7,0	12,0	88,0	

\*R – spływ roztopowy, D – spływ deszczowy

powy, na którego wyrównanie wpływa przemarznięcie gruntu. Zróżnicowany jest natomiast spływ deszczowy, wielokrotnie większy z czarnego ugoru niż z poletek z roślinnością. Spłukiwanie deszczowe również odgrywa w skali pola rolę decydującą, zwłaszcza na gruntach ornych, gdzie stanowi ono 98% całej sumy. Wielkość spłukiwania jest tu w znacznym stopniu zależna ( $r^2=0,81$ ) od spływu powierzchniowego, pochodzącego w większości (78%) z opadów deszczu. Spłukiwanie deszczowe przeważa także na poletkach z roślinnością (na darni 90% oraz 88% w zagajniku), mimo niewielkiej tu przewagi (ok. 60%) spływu roztopowego.

Wielkości spłukiwania na poletkach o różnym użytkowaniu w Guciowie i relacje między nimi naj-

bardziej zbliżone są do wyników uzyskanych przez Smolską (1993) na glinach lekkich Pojezierza Suwalskiego o zbliżonych warunkach klimatycznych. Można by je uznać za reprezentatywne dla poszczególnych typów użytkowania ziemi na Roztoczu Środkowym, gdyż warunki pogodowe w okresie badań były zbliżone do przeciętnych. Należy jednak zastrzec, że reprezentowany był tu tylko jeden z występujących na Roztoczu typów podłoża – najbardziej podatne na erozję piaski (Rodzik, Stępniewski 2005). Poza tym czarny ugor herbicydowy reprezentuje skrajnie podatną postać użytkowania ziemi, występującą tylko okresowo, a nie prowadzono badań spływu i spłukiwania z poletek w typowym płodozmianie (które rozpoczęto w 2007 r. w ramach ogóln-

nopolskiego programu badawczego KBN 2 P04E 05330). Z kolei poletko w zagajniku miało dużo większy spadek, co mogło spowodować, że spływy i spłukiwanie były tu większe niż na poletku zadarnionym. Zagajniki reprezentujące zbiorowiska zastępcze, rozwijające się na odłogowanych gruntach porolnych wskutek wtórnej sukcesji, występują zwłaszcza na takich stokach (Someya, Furtak 1996).

Wskutek odłogowania pól i naturalnej sukcesji roślinności leśnej, szczególnie na najsłabszych glebach i najbardziej stromych stokach, zmniejsza się powierzchnia intensywnego spłukiwania na Roztoczu. Mniejsza dostawa materiału do cieków może być jedną z przyczyn wyraźnego w ostatnich latach zmniejszenia tutaj transportu fluwialnego (Stępniewska, Stępniewski 2008).

## Literatura

- Gerlach T. 1966. Współczesny rozwój stoków w dorzeczu Górnego Grajca (Beskid Wyspowy – Karpaty Zachodnie). *Prace Geogr. IG PAN*, 52: 1–111.
- Gil E. 1986. Rola użytkowania ziemi w przebiegu spływu wody i erozji gleb w Karpatach. *Przeł. Geogr.*, 58, 1–2: 51–65.
- Gil E. 1999. Obieg wody i spłukiwanie na fliszowych stokach użytkowanych rolniczo w latach 1980–1990. *Zesz. IGiPZ PAN*, 60: 1–78.
- Kaszewski B.M. 2004. Warunki klimatyczne. [W:] A. Świeca (red.), *Przyrodnicze uwarunkowania dynamiki obiegu wody i natężenia transportu fluwialnego w zlewni górnego Wieprza*. Wyd. UMCS, Lublin, s. 41–49.
- Klimczak R. 1992. Pomiar spłukiwania i spływu powierzchniowego na obszarach nizinnych – uwagi metodyczne. *Bad. Fizj. nad Polską Zach.*, A, *Geogr. Fiz.*, 43: 23–45.
- Mazur Z., Pałys S. 1992. Erozja wodna w zlewni lesosowej na Lubelszczyźnie w latach 1956–1991. *Annales UMCS, Lublin, E*, 47: 219–229.
- Rejman J. 2006. Wpływ erozji wodnej i uprawowej na przekształcanie gleb i stoków lessowych. *Acta Agrophysica, Rozprawy i Monografie*, 136: 1–90.
- Rodzic J., Stępniewski K. 2005. Spłukiwanie na zróżnicowanych litologicznie użytkowanych rolniczo stokach Roztocza Środkowego. [W:] A. Kotarba, K. Krzemień, J. Święchowicz (red.), *Współczesna ewolucja rzeźby Polski. VII Zjazd Geomorfologów Polskich, Kraków 19–22 września 2005*, s. 389–396.
- Słupik J. 1981. Rola stoku w kształtowaniu odpływu w Karpatach fliszowych. *Prace Geogr. IGiPZ PAN*, 142.
- Słupik J. 1986. Ocena metod badań roli użytkowania ziemi w przebiegu spływu wody i erozji gleb w Karpatach. *Przeł. Geogr.*, 58, 1–2: 41–50.
- Smolska E. 1993. Rola spłukiwania w dostawie materiału do transportu fluwialnego w obszarze młodoglacjalnym (na przykładzie górnej Szeszupy) – wstępne wyniki badań. *Zesz. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko”*, 6: 159–165.
- Smolska E. 2005. Znaczenie spłukiwania w modelowaniu stoków młodoglacjalnych (na przykładzie Pojezierza Suwalskiego). *Wyd. Geogr. i Studiów Region. UW, Warszawa*.
- Someya T., Furtak T. 1996. Zastosowanie programów GIS do analizy i prezentacji przekształceń środowiska (na przykładzie okolic wsi Guciów w otulinie Roztoczańskiego Parku Narodowego). [W:] *Badania ekologiczne na obszarach chronionych, Problemy Ekologii Krajobrazu*, 2. Gdańsk, s. 225–230.
- Stępniewska S., Stępniewski K. 2008. Variability of fluvial transport of the upper Wieprz river. *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Land Reclam.* 39: 59–68.
- Stępniewski K., Gawrysiak L., Rodzik J. 1999. Wstępne wyniki spływu i spłukiwania w Roztoczańskiej Stacji Naukowej UMCS. [W:] *Mat. Konf. „Dynamika procesów stokowych i fluwialnych...”*, Jeleniewo k. Suwałk, 13–17 września 1999 r., s. 30–32.
- Święchowicz J. 2002. Współdziałanie procesów stokowych i fluwialnych w odprowadzaniu materiału rozpuszczonego i zawiesiny ze zlewni pogórskiej. *Przemiany środowiska na Pogórzu Karpackim*, 3: 1–134.