

Natężenie procesów niweo-eolicznych w okolicy Lublina w lutym 2007 r.

Jan Rodzik*, Krzysztof Siwek

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk o Ziemi, al. Kraśnicka 2 cd, 20-718 Lublin

Cel i metody badań

W dniach 23–25 lutego 2007 r. wystąpiły we wschodniej Polsce (Nizina Południowopodlaska, Wyżyna Lubelska, Kotlina Sandomierska) procesy niweo-eoliczne o natężeniu – jak wynika z licznych relacji – niespotykanym od wielu lat. Po ustaniu zamieci w godzinach popołudniowych 25 lutego, przeprowadzono badania terenowe w okolicy Lublina. Mimo dość silnego wiatru (5–7 m/s) i niskiej temperatury powietrza ($-4,5^{\circ}\text{C}$), wykonano dokumentację fotograficzną oraz pomiary i kartowanie form niweo-eolicznych. Pobrano także na polach o różnych glebach 20 prób osadów ze śniegiem – w zależności od miąższości osadu – z powierzchni $1\text{--}4\text{ dm}^2$. Kontynuację badań uniemożliwiła zmiana pogody, jednak kilka prób pobrano po wytopieniu osadu. Wyniki badań stanowią istotny przyczynek do określenia roli procesów niweo-eolicznych, zwłaszcza na glebach lessowych.

Warunki wystąpienia tych procesów przedstawiono na tle danych pogodowych z Obserwatorium Meteorologicznego Zakładu Meteorologii i Klimatolo-



Ryc. 1. Położenie obiektów badań

- 1 – miejsca poboru prób osadów niweo-eolicznych w 2007 r.,
- 2 – miejsca wcześniejszego poboru prób osadów niweo-eolicz-

gii UMCS w Lublinie, odległego o 10 km od głównego obiektu badań w Snopkowie. Ze względu na położenie stacji w centrum miasta, posłużono się także danymi ze stacji IMGW w Radawcu, odległej o dalsze 10 km (ryc. 1). Charakterystykę cyrkulacji atmosferycznej przedstawiono na podstawie „2007 Deutsche Wetterdienst” (<http://www.wetter3.de>). Badania wykonano w ramach grantu PBZ-KBN-086/P04/2003 „Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne i hydrologiczne w Polsce”.

Warunki pogodowe

Omawiane procesy wystąpiły w ostatnich dniach bardzo łagodnej i krótkiej zimy 2006/2007. Zaczęła się ona wyjątkowo późno, bo w połowie stycznia, i trwała tylko 5 tygodni. W ostatnim jej tygodniu, w dniach 18–20 lutego, miała miejsce odwilż, która spowodowała zanik skąpej pokrywy śnieżnej (tab. 1). Następnie, 21 lutego, odnotowano spadek temperatury (do $-4,1^{\circ}\text{C}$) i wilgotności powietrza (do 43%), skutkujący osuszeniem i zamarznięciem kilkucentymetrowej warstwy gruntu. Wschodnia Polska znalazła się na skraju wyżu (1040 hPa) z centrum nad Finlandią, z napływem powietrza ze wschodu. Przez południowo-zachodnią część kraju „wędrował” w kierunku SE płytki niż (1010 hPa) połączony frontem atmosferycznym z głębokim niżem (980 hPa) z nad północnego Atlantyku, na zachód od Wysp Brytyjskich. W dniu 22 lutego wystąpił niewielki opad suchego śniegu: 6,2 mm w Lublinie i 6,3 mm w Radawcu, który uformował pokrywę śnieżną o wysokości odpowiednio: 4,5 cm oraz 7 cm.

* e-mail: jan.rodzik@poczta.umcs.lublin.pl

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w dniach 19–28 lutego 2007 r. w Lublinie (wg danych z Obserwatorium Meteorologicznego Zakładu Meteorologii i Klimatologii UMCS)

Dzień m-ca	Temperatura powietrza (°C)		Zakres kierunku wiatru (°)	Prędkość wiatru (m/s)		Wilg. pow. (%)	Suma opadu (mm)	Pokrywa śnieżna (cm)
	min.	maks.		śr.	maks.			
19	0,1	2,5	220–300	2,3	6,5	83–93	0,1	.
20	0,1	2,7	210–260	1,3	3,0	77–94	0,0*	.
21	-4,1	1,9	0–80	3,7	7,7	43–77	.	.
22	-9,3	-4,2	100	3,7	7,7	58–85	6,2*	.
23	-12,4	-6,8	80–100	3,7	6,7	57–77	.	4,5
24	-13,5	-5,6	110–120	4,7	10,4	48–67	.	4,5
25	-8,4	-3,4	110–130	4,0	6,9	65–70	.	4,5
26	-4,6	0,4	120–170	4,0	6,6	89–97	5,4*	4,5
27	0,4	3,9	200–270	2,7	5,5	93–95	0,9	8
28	-0,3	3,6	180–190	3,7	9,6	82–93	1,2	3

*opad śniegu

W kolejnych dniach (23–25 lutego) nastąpił napływ mroźniejszego (do $-14,4^{\circ}\text{C}$ w Radawcu) powietrza z SE, wywołany przesunięciem centrum wyżu nad pogranicze Białorusi, Ukrainy i Rosji. Jednocześnie wędrowka niżu 980 hPa nad Morze Północne spowodowała wzrost gradientu ciśnienia i prędkości wiatru oraz wystąpienie zamieci. W nocy 24/25 lutego wiatr osiągnął w Radawcu średnią prędkość 10 m/s i 14 m/s w porywach. W terenie uformowały się w „cieniach wiatrowych” zasypy śnieżne z nalotem pyłu glebowego, jednak z powodu stosunkowo małej ilości śniegu ich miąższość nie przekraczała 20–30 cm. W dniach następnym zmiana cyrkulacji na S, potem na W, przyniosła zmianę pogody, a opady śniegu z deszczem i odwilż zlikwidowały widoczne skutki procesów niweo-eolicznych.

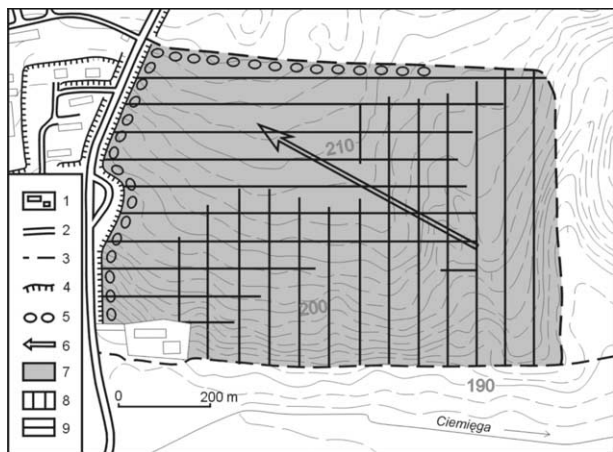
Teren badań

W rejonie północnej krawędzi Wyżyny Lubelskiej pobrano punktowo: po kilka prób na glebach lessowych Płaskowyżu Nałęczowskiego oraz na glebach piaszczystych Wysoczyzny Lubartowskiej (ryc. 1). Zasadnicze badania wykonano w Snopkowie, na dużym polu o powierzchni 20,5 ha (naprzeciw zespołu parkowo-pałacowego) obejmującym 550-metrowy fragment lewego zbocza doliny Ciemięgi o deniwelacji do 25 m (190–215 m n.p.m.). Jest to stok o rzeźbie falistej, generalnie rozbieżny i wypukły, o nachyleniu do 7° i ogólnej ekspozycji południowej (ESE-SSW). Otwarty jest na dolinę Ciemięgi, zwłaszcza w kierunku SE, natomiast od zachodu osłania go pas drzew przydrożnych, a od północy – przeciwerozyjny pas drzew i krzewów (ryc. 2).

Pole to należało do folwarku Snopków, następnie przechodziło przez różne formy własności państwowej. W latach 90. XX w. zaplanowano tu i częściowo zrealizowano tzw. fitomelioracje (Węgorok, Obroślak 1997). Dawniej służyło pod uprawę zbóż i buraków cukrowych, obecnie jest dzierzawione przez indywidualnego rolnika pod uprawę warzyw. Nalesowa gleba płowa, o pierwotnej miąższości 1,3–1,5 m i głębokości odwapnienia zwykle 1,5–2,0 m, zachowała się tu w pełnym profilu tylko w obrębie niecek i spłaszczeń stokowych. Użytkowanie rolnicze doprowadziło do znacznej erozji gleby, na garbach stokowych aż do lessu węglanowego, natomiast u podnóża stoku do jej zagrzebienia przez deluwia. Mimo mozaikowatości pokrywy glebowej zawartość próchnicy i części spławalnych w poziomie orno-próchnicznym sprawia, że podatność jej na procesy eoliczne (zwłaszcza na deflację) nie jest duża. Erozji eolicznej sprzyjają natomiast: konfiguracja, wielkość i ekspozycja pola oraz struktura upraw. Przed zimą 2006/2007 zaorano je „w ostrą skibę”, jednak mikrorelief został złagodzony przez odwilże z opadami deszczu.

Wyniki badań

Pokrywa śnieżna w okolicy Lublina, uformowana 22 lutego i niezwiązana z gruntem, w dniach następnym była zwiewana z wypukłości terenu, których powierzchnie podlegały korozji niweo-eolicznej. W sposób istotny erodowane były – poprzez ścinanie grud gleby – tylko pola bez okrywy roślinnej, zaorane „w ostrą skibę”. Niewielkie rozmiary działek oraz ograniczenia w postaci miedz, zabudowań i upraw



Ryc. 2. Położenie zwiewni w Snopkowie oraz strefy geomorfologiczne w lutym 2007 r.

trwałych nie pozwalały na swobodny dryft śniegu i duże natężenie procesów niweo-eolicznych. Materiał glebowy przemieszczany był na odległość do kilkudziesięciu metrów i akumulowany na powierzchni zasp za przeszkodami terenowymi, w rowach przydrożnych, pasach zieleni oraz na sąsiednich polach z oziminą.

Na glebach lessowych miąższość śniegu zawierającego materiał mineralny nie była duża i zwykle nie przekraczała kilku milimetrów. Na polu z oziminą, o powierzchni ok. 0,3 ha, w Marysinie, stwierdzono średnie natężenie akumulacji 0,19 kg/m², czyli 1,9 t/ha. Wielkość tę można uznać za reprezentatywną dla erozji zaoranych pól na Płaskowyżu Nałęczowskim, gdyż zwiewnię dla tej akumulacji stanowiło sąsiednie, zaorane pole o zbliżonej powierzchni. Na glebach lessowych, o znacznej spoiistości, nie stwierdzono deflacji, która wystąpiła na glebach piaszczystych z efektem w postaci burz pyłowych, zwłaszcza na północnym przedpolu Wyżyny Lubelskiej (Wysoczyzna Lubartowska), ale także w jej obrębie (Równina Bełżycka). Natężenie akumulacji było tu znacznie wyższe niż na glebach lessowych; w rowach przydrożnych dochodziło do 10 kg/m², natomiast w obrębie pokrywy na jednym z pól wynosiło 1,31 kg/m², czyli 13,1 t/ha (tab. 2). We wszystkich przypadkach, podobnie jak na glebach lessowych,

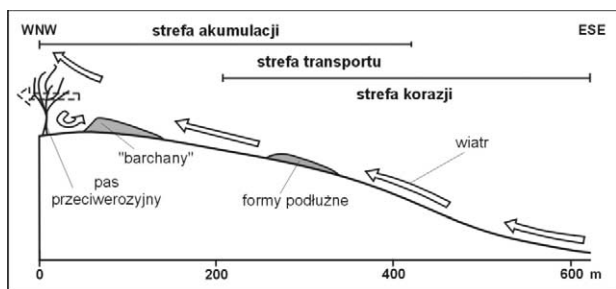
akumulowany był pył z zawartością próchnicy, bez frakcji piaszczystej.

Na opisanym wyżej polu w Snopkowie utworzyły się natomiast spektakularne formy wydymowe, zbudowane ze śniegu zmieszanego z materiałem glebowym. Oceniono, że w obrębie tej zwiewni powstało ok. 400 form eolicznych o powierzchni 1–50 m² i wysokości do 30 cm. Mniejsze przypominały podłużne cienie sedimentacyjne, większe miały kształt wydym poprzecznych i barchanów, nierzadko połączonych. Najwięcej form, zwłaszcza dużych, było w narożu za-wietrznym (NW), gdzie pokrywały one do 10% powierzchni, a ich zagęszczenie dochodziło do 50/ha. Wraz z obrzeżem pola była to główna strefa akumulacji materiału, także w postaci rozproszonej. W środkowej strefie pola dominował transport; występowały tam formy podłużne, a miejscami widoczne były też skutki korazji niweo-eolicznej w postaci ścięcia mikroreliefu. Zasadniczą strefą korazji była południowo-wschodnia część pola; tylko sporadycznie występowały tam cienie sedimentacyjne. Na tej podstawie określono, że odległość transportu na tym polu wynosiła 200–400 m, zaś do dalszego przemieszczania materiału zabrakło przede wszystkim „nośnika” w postaci śniegu (ryc. 3).

Potwierdza to koncentracja materiału glebowego, w formach poprzecznych wynosząca 0,020–0,030 g/cm³, natomiast w podłużnych – 0,030–0,040 g/cm³. Maksymalne natężenie akumulacji osadu w formach „wydymowych” przekraczało 5 kg/m², a jego miąższość po wytopieniu mogła osiągać kilka milimetrów, co potwierdziły pomiary wykonane po zejściu pokrywy śnieżnej (tab. 2). W strefie akumulacji (wraz z obrzeżem) jej średnie natężenie wyniosło 4,2 (3–6) t/ha, a więc znacznie więcej niż na małym polu w Marysinie, mniej jednak niż na glebie piaszczystej w Staroście. Zakładając brak korazji w strefie akumulacji, w pozostałych dwóch strefach zwiewni w Snopkowie jej wielkość oceniono na 2,3 t/ha, czyli 230 t/km².

Dyskusja i wnioski

Duże, lokalne zróżnicowanie erozji wynikało ze zróżnicowania terenu, a zwłaszcza pokrycia roślinnością. Erozja niweo-eoliczna wystąpiła na glebach odsłoniętych, praktycznie tylko na zaoranych polach. Istotną rolę odegrały także: ukształtowanie i ekspozycja zwiewni, a zwłaszcza jej wielkość. Poza tym silniejsza erozja wystąpiła na gruntach piaszczystych, gdzie oprócz korazji niweo-eolicznej zaznaczyła się deflacja, natomiast bardziej zwięzłe gleby lessowe okazały się – w stanie zamrożonym – stosunkowo odporne na deflację. Potwierdziły się więc obserwacje Strzemeskiego (1957) z okolic Puław, a także wnioski z 9-letnich badań z 8 punktów na Lubelszczy-



Ryc. 3. Schematyczny przekrój wzdłuż kierunku wiatru przez strefy geomorfologiczne w zwiewni w Snopkowie w lutym 2007 r.

Tabela 2. Wyniki pomiarów akumulacji niweo-eolicznej w rejonie północnej krawędzi Wyżyny Lubelskiej, wykonanych w dniu 25 lutego 2007 r.

Podłoże	Miejscowość	Forma akumulacji lub miejsce	Pow. akumulacji (m ²)	Miąższość warstwy z osadem (cm)		Koncentracja osadu w śniegu (g/dm ³)		Natężenie akumulacji osadu (kg/m ²)		Wielk. akumulacji (t)
				maks.	śr.	maks.	śr.	maks.	śr.	suma
Less	Marysin	Rozproszona	3000	–	–	–	–	0,34	0,19	0,57
		Snopków pole 20,5 ha	4350	29,0	12,4	29,1	24,2	5,60	3,01	13,04
		Podłużna	2090	11,0	5,7	39,0	33,7	3,35	1,92	4,01
		Rozproszona	60000	–	–	–	–	5,60	0,15	9,00
		Razem pole	66440	29,0	–	–	–	–	0,39	26,05
		Obrzeże ¹⁾	7650	–	–	–	–	8,40 ²⁾	0,68	5,16
		Razem	74090	–	–	–	–	8,40	0,42	31,21
Piasek	Staroścín	Pokr. na polu	–	–	4,0	–	33,0	–	1,31	–
	Zofian	Zaspa przydr.	–	15,0	–	–	36,0	5,36	–	–
	Borków	Zaspa przydr.	–	–	–	–	–	9,36 ²⁾	–	–

¹⁾zadrzewiona skarpa przydrożna, przeciwwiatrowy pas drzew i krzewów oraz pas pola przyległego

²⁾osad wytopiony ze śniegu, pobrany 31 marca 2007 r.

źnie, gdzie ekstremalna erozja wystąpiła tylko na glebach lekkich i w obrębie pól o dużej powierzchni (Repelewska-Pękałowa, Pękała 1991).

Silna erozja niweo-eoliczna spowodowana była wystąpieniem w następującej kolejności warunków pogodowych: ocieplenie i stajanie pokrywy śnieżnej, zamarznięcie i przesuszenie gruntu, opad suchego śniegu oraz silny, mroźny wiatr. Taki zbieg czynników meteorologicznych zdarza się rzadko i zawsze skutkuje procesami niweo-eolicznymi o natężeniu nawet kilku kg/m². W północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej rejestrowano je kilkakrotnie: w lutym 1956 r. koło Puław (Strzemski 1957), w grudniu 1973 r. koło Kazimierza (Rodzik 1976), w styczniu 1988 r. w Felinie koło Lublina (Repelewska-Pękałowa, Pękała 1991) oraz w listopadzie 1993 r. w Bogucinie koło Lublina (Józefaciuk, Nowocień 1994). Występują więc one na początku niektórych zim (listopad/grudzień) lub w ich środku, po znacznym ociepleniu (styczeń/luty) – średnio co 13 lat w skali mezoregionu. Nawet w okresie 1982–1990, o znacznym natężeniu procesów eolicznych na Lubelszczyźnie, taka erozja wystąpiła tylko podczas jednej zimy 1987/88, ale skutkiem jej był wzrost akumulacji rocznej o rząd wielkości (Repelewska-Pękałowa, Pękała 1991).

Przy ocenie skutków erozji niweo-eolicznej należy zwracać uwagę na odpowiednie stosowanie jednostek. W wielu przypadkach maksymalne (miejscowe) natężenie akumulacji – które powinno być wyrażane w g(kg)/m² – traktowano jako średnie natężenie akumulacji i erozji na znacznym obszarze, wyrażane w t/km². Uzyskano w ten sposób wielkości kilku tysięcy t/km² (Strzemski 1957, Repelewska-Pękałowa, Pęka-

ła 1991, Józefaciuk, Nowocień 1994), które charakteryzują ekstremalną erozję wawozową (Rodzik, Janicki 2003). Poprawne wydają się natomiast założenia Górnika (1983), który za średnią wielkość erozji niweo-eolicznej – podczas jednego epizodu – przyjął wielkość akumulacji na dachu budynku i użytku zielonym (77 g/m² – 77 t/km²). Z kolei w ciepłej porze roku pomiar „opadu” pyłu przy gruncie jest w rzeczywistości pomiarem części materiału transportowanego ze zwiewni o nieznannej powierzchni. Dlatego obliczana na tej podstawie erozja i akumulacja eoliczna wielokrotnie przewyższa wielkość erozji wodnej i transportu fluwialnego (Wojtanowicz 1990).

Znaczenie czynnika eolicznego w kształtowaniu rzeźby wyżynnej jest więc mocno przeceniane, zwłaszcza na obszarach lessowych, na stosunkowo zwięzłych i mało podatnych na deflację glebach oraz rozdrobnionych polach. Większą rolę czynnik ten może odgrywać w obszarach pogórskich (Gerlach, Koszarski 1968, Jahn 1972), chociaż, zważywszy na postępujące odłogowanie pól, jego znaczenie powinno maleć. Erozja eoliczna może być traktowana jako realne zagrożenie w obszarach nizinnych, na luźnych glebach użytkowanych rolniczo w gospodarstwach wielkoobszarowych (Niewiadomski, Poradowski 1959).

Literatura

Gerlach T., Koszarski L. 1968. Współczesna rola morfogenetyczna wiatru na przedpolu Beskidu Niskiego. Stud. Geomorph. Carp.-Balc., 2: 85–114.

- Górniak A. 1983. Natężenie procesów niveo-eolicznych na glebach lessowych w styczniu 1982 r. *Prace Stud. Koła Nauk. Geogr. UMCS, Lublin*, s. 61–70.
- Jahn A. 1972. Niveo-eolian processes in the Sudetes Mountains. *Geographia Polonica*, 23: 93–110.
- Józefaciuk A., Nowocień E. 1994. Przyczynek do badań natężenia deflacji w terenie lessowym. *Rocz. AR w Poznaniu*, 266: 557–261.
- Niewiadomski W., Poradowski J. 1959. Obserwacje nad erozją wietrzną okresu luty-marzec 1956 r. przeprowadzone na polach gospodarstwa doświadczalnego Posorty. *Rocz. Nauk Rol.*, 73-F-4: 643–658.
- Repelewska-Pękałowa J., Pękała K. 1991. Natężenie erozji eolicznej gleb na Lubelszczyźnie. *Erozja gleb i jej zapobieganie*, AR Lublin, s. 293–303.
- Rodzik J. 1996. Procesy denudacji w zlewni Potoku Witoszyńskiego. *Masz. w Zakł. Geogr. Fiz. UMCS, Lublin*.
- Rodzik J., Janicki G. 2003. Local downpours and their erosional effects. *Papers on Global Change IGBP*, 10, PAN, Warszawa, s. 49–66.
- Strzemski M. 1957. Efekty erozji wietrznej na terenie południowo-wschodniej Polski w lutym 1956 roku, *Przeł. Geogr.*, 29, 2: 371–374.
- Węgorek T., Obroślak R. 1997. Fitomelioracje fragmentu zlewni Ciemięgi w strefie obszaru chronionego krajobrazu. *Mat. konf. „Efekty proekologicznego zagosp. zlewni rzeki Ciemięgi”*. AR, Lublin, s. 79–88.
- Wojtanowicz J. 1990. Procesy eoliczne. [W:] M. Bogacki (red.), *Współczesne przemiany rzeźby Polski południowo-wschodniej*. *Prace Geogr. IGiPZ PAN*, 153: 99–107.