

## **Rola procesów niweo-eolicznych w kształtowaniu rzeźby obszarów młodoglacjalnych (zlewnia Perznicy, Pojezierze Drawskie)**

**Józef Szpikowski\***

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Stacja Geoekologiczna, Storkowo 32, 78-450 Grzmiąca*

### **Wprowadzenie**

W literaturze geomorfologicznej znane są wyniki badań procesów eolicznych na Nizinie Polskiej (Wielkopolska, Pomorze Zachodnie, Pojezierze Mazurskie), które obrazują natężenie oraz cykliczność procesów eolicznych uwarunkowanych głównie czynnikami klimatycznymi oraz uprawą ziemi (m.in. Kostrzewski, Szpikowski 1993, 1994, Kostrzewski i in. 1994, Stach 1995, Nożyński, Piaścik 1998, Podsiadłowski 1998, Stach, Podsiadłowski 2001). Natomiast występowanie, zasięg i skutki dla rozwoju rzeźby procesów niweo-eolicznych są dla niżowej części Polski słabo rozpoznane. Dotychczasowe opracowania w tym zakresie koncentrują się na obszarze gór i wyżyn, gdzie specyfika wiatru, orografia, a często również litologia decydują o znacznej roli procesów niweo-eolicznych we współczesnym funkcjonowaniu środowiska przyrodniczego (Jahn 1969, Janiga 1971, Welc 1977). Wydaje się, iż zasadniczą przyczyną braku badań procesów niweo-eolicznych na Nizinie jest ich epizodyczność i krótkotrwałość. Wiąże się to z koniecznością podejmowania natychmiastowych działań dokumentacyjnych, ponieważ osady i formy pochodzenia niweo-eolicznego są po wytopieniu pokrywy śnieżnej szybko inkorporowane do podłoża i maskowane roślinnością.

Obserwacje procesów niweo-eolicznych i ich skutków, podjęte w lutym 2007 r. w zlewni Perznicy na Pojezierzu Drawskim, wskazują na ich ważną rolę we współczesnym rozwoju rzeźby strefy młodoglacjalnej Niziny Polskiej. Perznica jest prawostronnym dopływem Parsęty, a jej zlewnia obejmuje po-

wierzchnię 245 km<sup>2</sup>. Rozpościera się na urozmaiconym morfologicznie terenie Pojezierza Drawskiego w obrębie północnych, północno-wschodnich i wschodnich fragmentów lobu Parsęty. Morfologia i litologia zlewni jest efektem transgresji lądolodu i złożonej deglacjacji obszaru podczas fazy pomorskiej zlodowacenia vistuliańskiego oraz holocenijskiego cyklu przekształcania rzeźby. Pod względem użytkowania ziemi zlewnia Perznicy należy do obszarów rolno-leśnych (grunty rolne – 54%, lasy – 33%).

### **Znaczenie warunków meteorologicznych dla funkcjonowania procesów niweo-eolicznych**

Warunki meteorologiczne określono na podstawie obserwacji prowadzonych na posterunku meteorologicznym Stacji Geoekologicznej w Storkowie, w zlewni górnej Parsęty, oddalonym od 2 do 12 km od stanowisk badawczych. W okresie od 22 do 25 lutego 2007 r. zarejestrowano silny wiatr z kierunków E i ESE, o średnich dobowych prędkościach od 4,1 do 5,0 m s<sup>-1</sup> oraz średnich dobowych prędkościach maksymalnych od 9,4 do 14,3 m s<sup>-1</sup> (obserwacje prowadzone za pomocą automatycznej stacji meteorologicznej Vaisala). W tym samym czasie występowała niska pokrywa śnieżna o miąższości od 2 do 5 cm przy średniej dobowej temperaturze powietrza od –6,3 do –1,2°C. Warunki pogodowe sprzyjały zatem wystąpieniu procesów niweo-eolicznych, podczas których z powierzchni deflacyjnych – głównie pól bez okrywy roślinnej – był wywiewany śnieg oraz mate-

\* e-mail: szpiko@amu.edu.pl

riał glebowy, akumulowany następnie w miejscach bardziej osłoniętych od wiatru.

Przeprowadzono kwerendę meteorologicznej bazy danych Stacji Geoekologicznej w Storkowie w celu stwierdzenia, jak często występują warunki meteorologiczne podobne do tych z dni 22–25 lutego 2007 r., przyjmując za wartości graniczne:

- średnią dobową temperaturę powietrza  $< 0^{\circ}\text{C}$ ,
- średnią prędkość wiatru  $> 3,0 \text{ ms}^{-1}$ ,
- maksymalną prędkość wiatru  $> 7 \text{ ms}^{-1}$ ,
- grubość pokrywy śnieżnej nie przekraczającą 5 cm.

W latach 2000–2007 opisane warunki wystąpiły w ciągu 17 dni (przy czym aż 4 dni spośród nich przypadają na opisywane zdarzenie; tab. 1). Zjawiska niweo-eoliczne na obszarze Pojezierza Drawskiego, zdefiniowane przedstawionymi powyżej uwarunkowaniami meteorologicznymi, należy więc zaliczyć do zdarzeń wyjątkowo ekstremalnych, o prawdopodobieństwie występowania poniżej 1%. Warunki meteorologiczne sprzyjające procesom niweo-eolicznym ograniczały się tylko do stycznia i lutego, podczas napływu mas powietrza polarnokontynentalnego i dominacji wiatru z kierunków ENE, E i ESE, a jedynie wyjątkowo przy wietrze z kierunków S i SSW. Przyjmuje się, że transport śniegu może inicjować wiatr o prędkości  $2\text{--}3 \text{ m s}^{-1}$  (przy powierzchni terenu), wówczas wiatr mierzony na posterunku meteorologicznym (na wysokości 10 m) powinien mieć prędkość co najmniej  $5 \text{ m s}^{-1}$  (Jahn 1969). W przypadku obserwacji prowadzonych w Storkowie należy

jednak uwzględnić dolinne i śródlądne położenie posterunku meteorologicznego i zakładać, że prędkość wiatru na terenie otwartym może być większa nawet o 100%. Trzeba też pamiętać o zwiększonych prędkościach podczas porywów wiatru o turbulencyjnym charakterze ruchu powietrza, co ma zasadnicze znaczenie zarówno w procesach deflacji, jak i transportu cząstek śniegu i gleby.

## Metody badań

Rozpoznanie skutków procesów niweo-eolicznych przeprowadzono na wybranych stanowiskach w zlewni Perznicy. Do badań terenowych wytypowano: krawędź wysokiej miedzy w miejscowości Kusowo, rów i pobocze drogi w okolicy miejscowości Gdaniec, drogę polną osłoniętą drzewami w Storkowie oraz wąwóz drogowy w Gdańcu. Każdemu ze stanowisk badawczych od strony dowietrznej towarzyszyły obszary pól uprawnych, praktycznie bez szaty roślinnej, które były źródłem dostawy materiału do transportu niweo-eolicznego.

W ramach badań terenowych oraz prac laboratoryjnych przeprowadzono:

- kartowanie miąższości i zasięgu pokrywy śnieżnej na wybranych stanowiskach terenowych,
- pobór próbek śniegu o nienaruszonej strukturze,
- określenie ilości materiału mineralnego i organicznego akumulowanego w pokrywie śnieżnej,

**Tabela 1.** Dni z warunkami meteorologicznymi sprzyjającymi występowaniu zjawisk niweo-eolicznych w Storkowie w latach 2000–2007

Data	Śr. dob. temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	V śr. wiatru ( $\text{ms}^{-1}$ )	V maks. wiatru ( $\text{ms}^{-1}$ )	Grub. śniegu (cm)	Dominujący kierunek wiatru
2000.02.19	-0,6	3,1	9,4	2	E
2001.01.19	-4,0	3,6	8,2	1	E, ESE
2001.01.22	-3,6	4,3	9,8	1	ESE
2001.01.23	-2,4	4,2	10,8	1	ESE
2001.02.05	-2,0	3,9	11,0	5	E
2002.01.22	-3,5	3,5	14,8	2	S, SSW
2003.02.26	-1,4	3,1	8,5	2	ESE, E
2006.01.05	-1,6	3,6	8,8	3	E, ENE
2006.01.06	-3,0	3,5	7,6	3	E, ESE
2006.01.18	-6,4	3,3	8,1	3	E, NE
2006.01.20	-10,9	4,1	9,9	4	ESE, E
2007.02.08	-1,6	3,3	9,3	2	ENE
2007.02.11	-8,4	4,6	11,3	5	E
2007.02.22	-5,2	4,1	9,4	2	E
2007.02.23	-6,3	4,1	10,4	5	ESE
2007.02.24	-5,3	5,0	14,3	5	ESE
2007.02.25	-1,2	4,1	10,0	4	E

- analizę składu granulometrycznego materiału deponowanego w pokrywie śnieżnej, w pokrywach niweo-eolicznych oraz z miejsc dostawy do transportu niweo-eolicznego,
- pobór próbek o nienaruszonej strukturze z powierzchniowej warstwy gleby w celu określenia gęstości gleby,
- kartowanie pokryw niweo-eolicznych po wytopieniu pokrywy śnieżnej.

Szczegółowych pomiarów miąższości śniegu oraz poboru próbek dokonano na polnej drodze w Storkowie oraz w wąwozie drogowym w Gdańcu. Akumulacyjne efekty procesów niweo-eolicznych na drodze w Storkowie zostały skartowane na odcinku 100 m, natomiast w wąwozie drogowym w Gdańcu na odcinku 55 m. Co 5 m wykonywano pomiary miąższości śniegu w profilu poprzecznym łącznie z poborem próbek śniegu, które umożliwiły m.in. obliczenie masy zgromadzonego w nim materiału mineralnego i organicznego.

### Natężenie procesów niweo-eolicznych i ich wpływ na rzeźbę

Na polach przyległych do stanowisk pomiarowych zaobserwowano w trakcie występowania procesów niweo-eolicznych przewiewanie pokrywy śnieżnej do mikrozagłębień terenowych oraz wywiewanie śniegu poza obręb pola. Niezwłocznie po całkowitym wytopieniu się śniegu przeprowadzono szczegółowe kartowanie terenowe, które wykazało, iż w wielu miejscach na powierzchniach pól występowało residuum deflacyjne w postaci materiału gruboziarnistego o średnicach od 2 do nawet 10 mm. Stwierdzono również małe fragmenty pokryw niweo-eolicznych w depresjach mikroreliefu pól, co potwierdza, że część materiału niweo-eolicznego jest tylko przemieszczana w obrębie pola i nie opuszcza jego granic.

Rezultaty prowadzonych badań wskazują, iż w okresie czterech dni, od 22 do 25 lutego 2007 r., w zlewni Perznicy wystąpiły procesy niweo-eoliczne o charakterze ekstremalnym. Koncentracja zanieczyszczeń w pokrywie śnieżnej dochodziła maksymalnie do  $14 \text{ kg m}^{-3}$ , przy średniej  $6,5 \text{ kg m}^{-3}$ . Są to wartości bardzo duże, biorąc pod uwagę np. podawane przez Jahna (1969) koncentracje zanieczyszczeń w pokrywie śnieżnej w Sudetach, które osiągały maksymalnie  $0,33 \text{ kg m}^{-3}$ . Średnia akumulacja materiału mineralnego wynosiła na badanych stanowiskach od  $1,0 \text{ kg m}^{-2}$  (Gdańiec) do  $1,4 \text{ kg m}^{-2}$  (Storkowo), co daje odpowiednio przyrost warstwy około 0,7 mm i około 1 mm. Są to wartości bardzo wysokie wobec  $25 \text{ g m}^{-2}$  w zlewni Chwalimskiego Potoku (dorzecze górnej Parsęty) zimą 1993 r. (Kostrzewski, Szpikowski, mat. niepublikowane), jak również w porównaniu z przeciętną sedymentacją zimową w Sudetach –  $0,5 \text{ kg m}^{-2}$  (Jahn 1969). Na odcinku drogi polnej w

Storkowie o długości 100 m zostało osadzone prawie 870 kg materiału mineralnego i ponad 100 kg materiału organicznego. W wąwozie drogowym w Gdańcu, na długości 55 m, w śniegu zakumulowane zostało ponad 350 kg materiału mineralnego i prawie 50 kg organicznego. Pod względem natężenia akumulacji obserwowane procesy niweo-eoliczne można porównać ze współczesną sedymentacją zachodzącą na koronie klifu wyspy Wolin podczas ekstremalnego opadu eolicznego (Hojan 2007).

W miejscach akumulacji materiału po wytopieniu pokrywy śnieżnej zaobserwowano pokrywy niweo-eoliczne o miąższości dochodzącej maksymalnie do 4 cm i powierzchni do kilkudziesięciu  $\text{m}^2$  (Storkowo), a nawet kilkuset  $\text{m}^2$  (Gdańiec – pobocze drogi). Osady niweo-eoliczne były szybko inkorporowane do podłoża przy współdziałaniu człowieka i roślinności.

Poczyniono również obserwacje pozwalające na oszacowanie obniżania powierzchni pól poddanych deflacyjnemu działaniu procesów niweo-eolicznych. W tym celu określono obszary, z których materiał był zwiewany i deponowany w obniżeniach drogowych. Przyjęto, że materiał był przemieszczany z całej szerokości odsłoniętej powierzchni pola. W przypadku Storkowa był to pas pola o szerokości 200 m, poddanego jesienią zabiegom talerzowania i orki, natomiast w Gdańcu było to pole o szerokości 230 m, również po zabiegu talerzowania. Oszacowano powierzchnię deflacyjną dla Storkowa na 1,5 ha i dla Gdańca na 1,2 ha.

Obliczone wskaźniki denudacji niweo-eolicznej dla okresu 22–25 lutego wynoszą:

- Storkowo –  $58 \text{ t km}^{-2}$ , równoważne obniżeniu powierzchni pola średnio o 0,04 mm,
- Gdańiec –  $30 \text{ t km}^{-2}$ , czyli średnie obniżenie powierzchni o 0,02 mm.

Są to wartości porównywalne z całorocznym splukiwaniem materiału ze stoku o nachyleniu  $2\text{--}4^\circ$  i długości 40 m pod uprawą żyta, na co wskazują dane z powierzchni testowych erozji wodnej gleb w zlewni górnej Parsęty (Szpikowski 2003).

Próbki materiału pobranego z pól, pokryw eolicznych oraz akumulowanego w pokrywie śnieżnej zostały poddane analizom granulometrycznym. Uzyskane krzywe uziarnienia informują zarówno o zróżnicowaniu materiału wyjściowego (pobranego z warstwy ornej pól), jak i o selektywnym odprowadzaniu materiału przez procesy niweo-eoliczne. Efektem selektywnej deflacji jest, w przypadku stanowiska w Gdańcu, przejście od składu mechanicznego piasku luźnego średniego i drobnego (powierzchniowa warstwa gleby) do grupy piasku gliniastego lekkiego (pokrywy niweo-eoliczne oraz osady zgromadzone w śniegu). W przypadku Storkowa na powierzchni pola występuje piasek gliniasty mocny, natomiast zawartość poszczególnych frakcji akumulowanych w pokrywach niweo-eolicznych oraz w śniegu pozwala za-

liczyć te utwory do grupy charakterystycznej dla gliny lekkiej słabo spiaszczonej.

## **Podsumowanie**

Procesy niweo-eoliczne w warunkach zlewni młodoglacjalnych są czasowo ograniczone do specyficznych warunków wietrzno-śnieżno-termicznych okresu zimowego, natomiast przestrzennie do gruntów rolnych bez ochronnej szaty roślinnej. Odsłonięte powierzchnie pól podlegają deflacji i są źródłem dostawy materiału niweo-eolicznego do ograniczonych, punktowo-linijnych miejsc sprzyjających intensywnej akumulacji. Procesy niweo-eoliczne również w warunkach niżowych można uznać za ważny czynnik geomorfologiczny, który generalnie prowadzi do wyrównywania powierzchni ziemi. Uzyskane dane ilościowe świadczą o tym, że denudacja w wyniku procesów niweo-eolicznych może być porównywalna z wielkością spłukiwania na stokach użytkowanych rolniczo z uprawami zbożowymi.

Zachodzące współcześnie na Pomorzu Zachodnim przemiany w strukturze użytkowania ziemi, takie jak zmniejszanie obszarów nieużytków i ugorów, powiększanie gospodarstw rolnych, wprowadzanie intensywniejszej agrotechniki, mogą przyczynić się do wzrostu natężenia denudacji i sedymentacji niweo-eolicznej.

## **Literatura**

- Hojan M. 2007. Ekstremalny opad eoliczny na wybrzeżu klifowym wyspy Wolin w dniach 29 i 30 czerwca 2002 r. [W:] A. Kostrzewski, J. Szpikowski (red.), Funkcjonowanie geosystemów zlewni rzecznych. 4. Procesy ekstremalne w środowisku przyrodniczym. Bogucki Wyd. Nauk, Poznań, s. 299–307.
- Jahn A. 1969. Niveo-eoliczne procesy w Sudetach i ich działanie na glebę. *Probl. Zagosp. Ziem Górskich*, 5: 53–92.
- Janiga S. 1971. Deflacyjna rola wiatru w kształtowaniu rzeźby Beskidu Niskiego. *Przegląd Geograficzny*, XLII, 3: 427–433.
- Kostrzewski A., Stach A., Szpikowski J. 1994. Transport i opad eoliczny jako wskaźnik erozji gleb (Pojezierze Drawskie, Równina Wrzesińska). *Rocz. AR w Poznaniu*, 266, Melioracje i Inżynieria Środowiska, 14: 201–209.
- Kostrzewski A., Szpikowski J. 1993. Uwarunkowania i zmienność sezonowa opadu i transportu eolicznego na obszarze młodoglacjalnym (zlewnia Młyńskiego Potoku, górna Parsęta, Pomorze Zachodnie). [W:] A. Kostrzewski (red.), Geosystem obszarów nizinnych. Ossolineum, Wrocław. *Kom. Nauk. Prez. PAN „Człowiek i Środowisko”*, Z. Nauk., 6: 101–114.
- Kostrzewski A., Szpikowski J. 1994. Zmienność sezonowa i przestrzenna opadu i transportu eolicznego w zlewni Młyńskiego Potoku. [W:] A. Kostrzewski (red.), Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stacja Bazowa Storkowo, *Bibl. Monit. Środ.*, Warszawa, s. 165–184.
- Nożyński A., Piaścik H. 1998. Erozja wietrzna w warunkach Pojezierza Mazurskiego. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, Polskie Towarzystwo Nauk Agrotechnicznych, 4B/98: 31–39.
- Podsiadłowski S. 1998. Problem erozji eolicznej w Wielkopolsce. *Bibl. Fragmenta Agronomica*, Polskie Towarzystwo Nauk Agrotechnicznych, 4B/98: 11–29.
- Stach A. 1995. Procesy i osady eoliczne na polach środkowej Wielkopolski. *Stud. z Geogr. Fiz., PTPN, Spraw. Wydz. Mat.-Przyr.*, 109, 1: 145–153.
- Stach A., Podsiadłowski S. 2001. Wpływ erozji eolicznej na teksturę lekkich gleb Niziny Wielkopolskiej. [W:] A. Kostrzewski (red.), *Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych*. T. III, Seria Geografia 64: 359–379.
- Szpikowski J. 2003. Mechanizm spływu i spłukiwania na stokach użytkowanych rolniczo w zlewni górnej Parsęty. [W:] A. Kostrzewski, J. Szpikowski (red.), *Funkcjonowanie geosystemów zlewni rzecznych*. 3. Obieg wody, uwarunkowania i skutki w środowisku przyrodniczym. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań, s. 261–277.
- Welc A. 1977. Procesy eoliczne w zlewni Bystrzanki koło Szymbarku w latach 1969–1971. *Dokumentacja Geograf. IG PAN*, 6: 67–85.

