

## Redepozycyjna transformacja lessów i gleb nalessowych po gwałtownej ulewie w dniu 15 września 1995 r. na Wyżynie Miechowskiej

Krystyna Dwucet\*, Zbigniew Śnieszko\*

Geomorfologiczne znaczenie gwałtownych ulew w obszarach pozbawionych naturalnej pokrywy roślinnej były przedmiotem wielu opracowań zarówno w literaturze polskiej jak i światowej (por. Starkel, 1976). Intensywny przebieg modelowania rzeźby w czasie takich opadów na obszarach pokrytych lessiem był w Polsce przedmiotem szczegółowej analizy geomorfologicznej (Maruszczak & Trembaczowski, 1958; Buraczyński & Wojtanowicz, 1971). Sporządzona dokumentacja pozwoliła określić ilość przemieszczanego materiału w obrębie badanych zlewni. Wcześniej sformułowane wnioski potwierdziła analiza geomorfologicznych skutków ulew w lessowej zlewni doliny Kalinki (Czyżowska, 1996).

Podobne zdarzenia zachodziły także w przeszłości. Dały one w efekcie osady budujące dziś kilkumetrowej miąższości pokrywy wypełniające dna epizodycznie odwadnianych dolin i dolin rzecznych. Osady te posiadają cechy strukturalno-teksturalne inne niż lessy (Śnieszko, 1991, 1995). Do tej pory nie można było ustalić w jakim stopniu na odmienność tych cech od cech lessów wpłynęły zmiany związane z transformacją podczas procesów redepozycji, a w jakim stopniu procesy postsedymantacyjne. Szczegółowe badania cech osadów pozostawionych po ulewie w dolinie Kalinki mogą w przyszłości pozwolić na uzyskanie lepszych niż do tej pory podstaw dla szczegółowych rekonstrukcji paleogeograficznych neholocenu obszarów lessowych.

Ulewa rozpoczęła się 15.09.1995 r. o godz 18<sup>00</sup> i trwała do 22<sup>00</sup>. Przez 4 godziny spadło prawdopodobnie do 200 mm wody (inf. ustna prof. Niedźwiedzia). Po zakończeniu ulew na stokach widoczne były wyraźne ślady erozji brzdowej (ryc. 2–4). Największą gęstość brzd obserwowano na stokach oranych wzdłuż spadków (ryc. 3, 4). Cała pozbawiona roślinności powierzchnia pokryta była do 1 mm grubości chropowatą powłoką jasnego materiału pochodzącego z rozbryzgu (ryc. 4). U podnóży stoków przy wylotach brzd uformowały się stożki napływowe, w których miąższość osadów dochodziła do 20 cm.

Po powodzi w dolinie Kalinki pozostały osady złożone w izolowanych płatach o różnej wielkości (ryc. 5). Miąższość osadów nie przekraczała w nich 30 cm. Wyjątkowym zjawiskiem była akumulacja na łagodnie nachylonych partiach stoków w pobliżu kulminacji (15 m od wododziału) drobnolaminowanych osadów będących kombinacją materiału ze spłukiwania i rozprysku (z ostatniej fazy opadu). Miąższość tych osadów nie przekraczała 2 cm.

Większość materiału pochodzącego z niszczenia pokrywy lessowej została w czasie powodzi odprowadzona poza obszar badanej zlewni (por. Czyżowska, 1996). Analizowane osady pozostawione w jej obrębie reprezentują trzy etapy transformacji: 1) po bombardowaniu kroplami deszczu, 2) podczas spłukiwania i akumulacji u podnóży stoków 3) po akumulacji z opadającej fali powodziowej. W każdym z badanych przypadków stopień transformacji okazał się odmienny.

Autorzy przeprowadzili badania tylko wybranych cech osadów akumulowanych na stoku u jego podnóża i w dnie doliny rzecznej. Do badań pobrano próby osadów powstałych w efekcie rozprysku przez krople deszczu w ostatniej fazie opadu, osadów pochodzących ze spłukiwania i pozostawionych w dnie suchej doliny oraz osady akumulowane w dnie doliny rzecznej w czasie szybkiego opadania fali powodziowej.

Wyniki te odniesiono do rezultatów analiz cech lessów i gleb nalessowych. Wybrano do porównania te cechy, które ostatnio znalazły zastosowanie w badaniach zróżnicowania lessów z tych samych poziomów stratygraficznych tj. uziarnienie, skład agregatów wodoodpornych, skład chemiczny ogółem, zawartość próchnicy i węgla wapnia (Dwucet, 1993, 1994).

### Osad pochodzący z rozbryzgu gleb i lessu

Najsilniej zmieniony w stosunku do tła (less i gleby nalessowe) jest materiał powstały po bombardowaniu przez krople deszczu (ryc. 1). Stanowi on znikomą część ogólnej masy osadów. W ich obrębie stwierdzono najwyższą zawartość krzemionki (do 89% w osadach z rozprysku, 82–88% w deluwacjach i 71–85% w osadach powodziowych).

Wskaźnik krzemowy tych osadów ( $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ ) jest dwukrotnie

wyższy niż podobny wskaźnik dla lessów i gleb nalessowych. Jeszcze większe różnice widoczne są przy porównaniach zawartości żelaza. Ogólna ilość żelaza jest pięciokrotnie mniejsza niż w lessach, a sześciokrotnie mniejsza niż w glebach nalessowych. Ilość  $Fe_2O_3$  maleje w przebadanych próbach osadów powstałych po ulewie i osadów tła w następującym porządku: poziom (B) gleb brunatnych, poziom A<sub>1</sub> czarnoziemiu, lessy vistuliańskie IIb, aluwia, deluwia, materiał z rozbryzgu. W osadach pochodzących z rozbryzgu obserwuje się wyraźne zwiększenie zawartości żelaza dwuwartościowego w stosunku do trójwartościowego. W nieoglejonych lessach wskaźnik

$\frac{FeO}{Fe_2O_3} \cdot 100\%$  nie przekracza 30%, podczas gdy w badanych

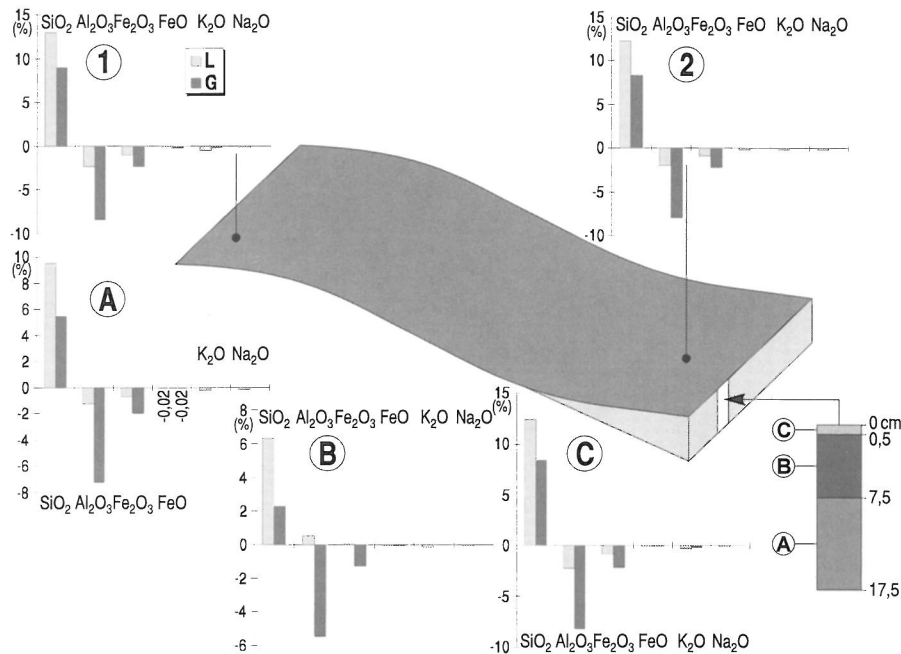
osadach osiąga nawet 57,6%. Jest to także zdecydowanie wyższa wartość od uzyskiwanych dla lessów oglejonych (30–35%). Podwyższona zawartość dwuwartościowego żelaza wskazuje na bardzo szybkie tempo oglejenia osadów. Osady pochodzące z rozbryzgu są pozbawione węgla wapnia. Wynika to z pierwotnego odwapnienia gleb na stoku. Podobnie bezwęglanowe są osady pochodzące ze zmywów powierzchniowych.

W ostatniej fazie ulew części materiału pochodzącego z rozbryzgu była lokalnie zmywana na powierzchnię stożków proluwialnych powodując uformowanie w ich stropie jasnej laminy kilkumilimetrowej grubości (maksymalnie do 1 cm, ryc. 1).

### Osady pochodzące ze spłukiwania (deluwia)

Osady te były badane w jednym ze stożków leżących w dnie suchej doliny. Zaobserwowano tu trójsłonową budowę profilu pionowego (ryc. 1). W spagu występują osady dziesięcio centymetrowej miąższości pozbawione wyraźnych struktur

\*Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec



**Ryc. 1.** Zmiany chemicznych cech lessów i gleb nalessowych po bombardowaniu przez krople deszczu i procesach spłukiwania; 1–2 — osady pochodzące z rozbryzgu, A, B, C — osady stożka napływowego, A — osady o strukturze masywnej, B — osady o strukturze laminarnej, C — stropowa lamina, L — różnica w stosunku do średniej zawartości danego składnika w lessie, G — różnica w stosunku do średniej zawartości danego składnika w epipedonach gleb

sedymenacyjnych. Są one zubożone w półtoratlenki glinu i żelaza w stosunku do lessu i gleb nalessowych.

W części środkowej profilu występuje osad stosunkowo słabo zmieniony w czasie transportu po stoku. Siedmiocentymetrowej miąższości warstwa składa się z równoległych lamin o grubości nie większej niż 2 mm. Widoczne są wyraźne kuliste agregaty o średnicy do 1 mm. Pod względem zawartości  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $K_2O$  i  $Na_2O$  osad ten zbliżony jest do lessu. Jednak obecność agregatów wskazuje na jego glebowe źródło.

Inaczej zbudowana jest leżąca w stropie stożka jasna lamina o miąższości 0,5 cm. Wszystkie jej własności wskazują na podobieństwo materiału budującego laminę stropową z materiałem pochodzącym z rozbryzgu (ryc. 1).

Osady stożka pomimo różnic w profilu charakteryzuje generalnie wyższy od lessu i gleb nalessowych udział ziarna kwarcowego, a w związku z tym obniżona zawartość innych składników. Osady te są w całości odwapnione. Budowa

analizowanego stożka wskazuje na dużą rolę spłukiwania w selekcjonowaniu materiału podczas krótkiego transportu po stoku. Efekt spłukiwania w tym konkretnym przypadku był wzmacniany na początku i pod koniec ulewy przez bombardowanie kroplami deszczu. Laminacja osadów środkowej i górnej części stożka pozwala sądzić, że powstawał on w końcowej fazie ulewy, przy słabym opadzie.

### Osady powodziowe

W osadach akumulowanych na dnie doliny Kalinki zaobserwowano przede wszystkim duże przestrzenne zróżnicowanie rozkładu wielkości cech oraz największe wśród wszystkich badanych osadów różnice między wielkościami skrajnymi (tab. 1). Wskazuje to na mieszany charakter źródła materiału. W części pochodzi on z lessów po ich odsłonięciu przez erozję bruzdową (próbki o najwyższym udziale  $CaCO_3$  i najmniejszej zawartości węgla organicznego), w części ze zmywu powierzchniowego gleb nalessowych (próbki bezwęglanowe, silnie próchniczne). Szczegóły dotyczące zróżnicowania uziarnienia tych osadów podaje Czyżowska (1996).

Aluwia mają ogólnie podwyższoną w stosunku do tła zawartość  $SiO_2$ , co jest skutkiem ubytku części frakcji koloidalnych. Cechą wyróżniającą te osady jest duży rozrzut skrajnych wartości wszystkich badanych cech.

Dane dotyczące cech chemicznych (tab. 1) osadów z doliny Kalinki pozwalają wyrazić opinię o znaczącym wpływie na ich wielkość rodzaju materiału dostarczonego z różnych fragmentów zlewni. Podobnie jak w dwóch poprzednich przypadkach (osady z rozprysku i spłukiwania), także w dnie doliny rzecznej osady były akumulowane przy końcu ulewy w czasie opadania fali powodziowej.

Porównanie cech osadów pozostawionych po ulewie w zlewni Kalinki wskazuje, że najsilniejsza transformacja cech lessów i gleb nalessowych zachodziła pod wpływem bombardo-

**Tab. 1.** Porównanie cech lessów i aluwów akumulowanych po powodzi w dolinie Kalinki w świetle podstawowych składników fizykochemicznych

| Osady<br>wskaźniki cech                           | Uziarnienie |           |           |           | V         | Corg      | $CaCO_3$  | $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ | $\frac{FeO}{Fe_2O_3} \cdot 100\%$ | CIA         |
|---------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-----------------------------------|-------------|
|                                                   | Mz          | $\delta$  | Sk        | KG        |           |           |           |                         |                                   |             |
| Lessy vistuliańskie IIb                           | 5,8–6,4     | 1,73–1,83 | 0,26–0,48 | 0,88–1,15 | 33,3–58,3 | ślady     | 5,0–9,0   | 7,05–8,89               | 19,8–27,9                         | 62,7–73,1   |
| Osady powodziowe w zlewni lessowej doliny Kalinki | 4,85–6,70   | 1,27–1,73 | 0,18–0,39 | 0,99–1,56 | 33,0–71,0 | 0,33–2,22 | 1,19–7,54 | 6,89–15,3               | 21,1–50,4                         | 60,16–70,90 |

Mz,  $\delta$ , Sk, KG — wskaźniki statystyczne uziarnienia Folka i Warda, Mz — średnia średnica,  $\delta$  — odchylenie standardowe, Sk — skośność, KG — kurtoza,

Mz,  $\delta$ , Sk, KG — wskaźniki statystyczne uziarnienia Folka i Warda, Mz — średnia średnica,  $\delta$  — odchylenie standardowe, Sk — skośność, KG — kurtoza,

$$CIA = \frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + K_2O + Na_2O + CaO} \cdot 100\%$$

$$V = \frac{f_i - f_{ai}}{f_i} \cdot 100\%$$

V — wskaźnik agregatyzacji Vogelera,  $f_i$  — udział frakcji iłowej w składzie ziarnowym,  $f_{ai}$  — udział frakcji iłowej w składzie agregatowym.



Ryc. 2. Giebułtów. Erozja bruzdowa w polnej drodze



Ryc. 3. Dolina Kalinki. Erozja bruzdowa na polu oranym wzdłuż stoku. Widok z wys. 200 m



Ryc. 4. Dolina Kalinki. Erozja bruzdowa na polu oranym wzdłuż stoku. Jasne tony na polu nie pokrytym roślinnością wyznaczają powierzchnię pokrytą cienką chropowatą laminą osadów powstałych po bombardowaniu przez krople deszczu. Ciemne tony oznaczają pole świeżo zaorane

wania przez krople deszczu na początku i na koniec ulewy. Powstała na początku ulewy pokrywa została przemieszczona po części do podnóża stoków, a po części odprowadzona poza obręb doliny. Pokrywa z końcowej fazy ulewy pozostała na powierzchni stoków nie pokrytych roślinnością. Osady z tego typu transformacji stanowią jednak niewielką część (nie przekraczają 1% masy) osadów pozostałych po ulewie.

W części osadów deluwialnych obserwuje się obecność struktur depozycyjnych charakterystycznych dla wód stojących. Fizykochemiczne cechy osadów wykazują natomiast zróżnicowanie w pionowych profilach. Można sądzić, że osa-



Ryc. 5. Dolina Kalinki w Śladowie. Struktury prądowe w stropie osadów powodziowych

dy te reprezentują zróżnicowane energetycznie środowisko sedymentacji z końca ulewy.

Powodziowe osady rzeczne wykazują przede wszystkim największe przestrzenne zróżnicowanie litologiczne. Wynika to z różnic cech materiału niesionego z bocznych dolin oraz wpływu morfologii doliny głównej na rozkład prędkości w opadającej fali.

### Perspektywy badań

Powyższe obserwacje w połączeniu z obserwacjami Czyżowskiej (1996) będą miały wpływ na zwiększenie możliwości rozpoznania w profilach geologicznych śladów podobnie gwałtownych zdarzeń. Musi być jednak spełniony jeden podstawowy warunek. Aby mogły zachować się cechy osadów powodziowych związane z ekstremalnym zdarzeniem, jakim była ta ulewa, powinno dojść do szybkiego ich odcięcia od wpływów zoopedoturbacji. Dotychczasowe badania tego problemu wskazują, że czas potrzebny do zatarcia struktur sedymentacyjnych i zmian geochemicznych cech warstwy osadów o miąższości 30 cm jest nie większy niż 80 lat (Buckman & Brady, 1969). Obecnie wiadomo, że wśród osadów wypełniających doliny na obszarach lessowych w Polsce zarejestrowano dużą liczbę stanowisk z różnego wieku osadami neoholocenicznymi, w których zachowały się struktury sedymentacyjne. Osady te są często rozdzielone poziomami, w których wystąpiły daleko idące zmiany postsedymentacyjne (Śnieszko, 1995). Badania tych stanowisk pomogą ustalić przebieg zmian klimatycznych w niektórych odcinkach neoholocenu.

### Literatura

- BUCKMAN M. C. & BRADY N. S. 1969 — The nature and properties of soils. Collier-Macmillan Ltd. London.  
BURACZYŃSKI J. & WOJTANOWICZ J. 1971 — Ann. UMCS sec. B, 27: 135–166.  
CZYŻOWSKA E. 1996 — Prz. Geol., 44:  
DWUCET K. 1993 — Geogr. Stud. Dissert., 18: 30–48.  
DWUCET K. 1994 — [W:] Litologia i stratygrafia czwartorzędowych utworów pyłowych. Georama 2, K. Klimek (red.). WNoZ UŚ Sosnowiec: 12–22.  
MARUSZCZAK H. & TREMBACZOWSKI J. 1958 — Ann. UMCS sec. B, 11: 129–160.  
STARKEL L. 1976 — [W:] Geomorphology and Climate. E. Derbyshire (ed.). London, N. York, Sydney, Toronto: 203–247.  
ŚNIESZKO Z. 1991 — [W:] Less i osady dolinne, J. Jersak (red.), UŚ Katowice: 119–128.  
ŚNIESZKO Z. 1995 — Pr. Nauk. UŚ, 1496: 7–124