

WPŁYW EROZJI WODNEJ NA KRAJOBRAZ

Piotr Gliński, Jerzy Przesmycki

Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Administracji w Lublinie
College of Enterprise and Administration in Lublin
ul. Bursaki 12, 20-130 Lublin, e-mail: vader333@autograf.pl, jerzy.przesmycki@gmail.com

Streszczenie. W opracowaniu omówiono zjawiska erozji, ze szczególnym uwzględnieniem roli erozji wodnej w kształtowaniu krajobrazu terenów erodowanych, występowanie erozji na terenie Polski, na podstawie najnowszej literatury oraz przedstawiono metody pomiaru i monitoringu procesów erozyjnych.

Słowa kluczowe: erozja wodna, krajobraz

WSTĘP

Erozja gleb jest wyodrębnionym zjawiskiem z denudacji, tj. geologicznego procesu dążącego do zrównania powierzchni Ziemi do teoretycznego średniego poziomu (peneplenizacja) trwającego tysiące, a nawet miliony lat.

Erozja polega na przemieszczaniu rozluźnionej (zwięzłej) warstwy powierzchniowej skał i gleb przez różne czynniki zewnętrzne (deszcz, wody rzeczne, lód, wiatr) lub antropogeniczne, związane głównie z rolniczymi zabiegami uprawowymi. Erozja powoduje zmiany powierzchni ziemi poprzez obniżanie wysokości wzniesień, wypełnianie osadami dolin i zmiany położenia koryt rzecznych. Jest to proces powolny w środowisku naturalnym, przyśpieszany działalnością człowieka oraz lokalnie gwałtownymi zjawiskami pogodowymi (ulewy), wywołując drastyczne zmiany rzeźby terenu istotne dla istniejących krajobrazów [Mazur 2009, Rejman 2006, Żmuda i in. 2009].

Materiał przemieszczany w procesie erozji może zalegać w pobliżu obszaru erodowanego (u podnóży zbocza) albo podlegać transportowi na odległe miejsca do zbiorników wodnych, a przez rzeki do mórz i oceanów. Mierzalnym efektem erozji jest obniżenie powierzchni obszaru erodowanego, natomiast wskaźnikiem intensywności erozji jest wielkość zerodowanego materiału, wyrażana w tonach na hektar w roku ($t\ ha^{-1}\ rok^{-1}$).

Wyróżnia się wiele typów erozji [Józefaciuk i Józefaciuk 1995], z których główne to erozja wodna, wietrzna, śniegowa, uprawowa oraz ruchy masowe. Najbardziej rozpowszechnionym typem erozji jest erozja wodna, powodowana przez wody opadowe (erozja deszczowa) i rzeczna. Erozja ta powoduje największe straty materiału erodowanego, mogące dochodzić do setek ton na kilometr kwadratowy rocznie.

Celem opracowania jest przedstawienie, na tle istniejącej literatury problemu, metod pomiaru i monitoringu procesów erozyjnych związanych z kształtowaniem krajobrazu.

EROZJA WODNA

Mechanizm erozji wodnej. Charakter spływu wody decyduje o powstaniu erozji, wśród której typów można wyróżnić: erozję powierzchniową, żłobinową i wąwozową.

Mechanizm erozji wodnej polega na:

1) oddziaływaniu kropli deszczu na powierzchnię skały lub gleby (rozbryzg) powodując odrywanie cząstek skały lub gleby i przemieszczanie ich na niewielką odległość (erozja powierzchniowa),

2) spływie powierzchniowym oderwanych cząstek, który przy płytkim rozmywaniu górnych poziomów terenu, tworzy żłobiny (erozja żłobinowa), natomiast przy bardzo intensywnym rozmywaniu powierzchni powstają wąwozy (erozja wąwozowa).

Postępujący rozwój wąwozów powoduje największe zmiany w krajobrazie, wyłączając ziemie uprawne z użytkowania rolniczego, zamieniając je w nieużytki. Erozja żłobinowa i wąwozowa określane są nazwą erozji liniowej, do której zalicza się również erozję rzeczną, dzielącą się na denną, brzegową i wsteczną. Efektem działania erozji deszczowej są zmiany rzeźby terenu, natomiast erozji rzecznej – zmiany położenia koryta rzek.

Najbardziej widoczne do dziś skutki erozji wodnej w krajobrazie Lubelszczyzny pochodzą z okresu polodowcowego (holocenu). Erozja ta formowała na stokach gęstą sieć form erozji wąwozowej: debrzy¹, parowów², wądołów³ i dolin

¹ Debrza (debra) jest to sucha dolina, okresowo odwadniana o profilu litery V, dnie wąskim i nie wyrównanym oraz stromych zboczach. Powstaje w wyniku spłukiwania przez wodę, płynącą tylko podczas ulewnego deszczu.

² Parowy są suchymi dolinami o stosunkowo szeroki i płaskim dnie oraz stromych ale nie urwistych zboczach pokrytych roślinnością. Zbocza parowów podlegają spelzrywaniu zaś na dnie następuje kumulacja materiałów z obszarów położonych wyżej. Parowy powstają na skutek przeobrażeń debrzy i są ich ostatnim stadium rozwoju.

³ Wądołem nazywa się niewielkie doliny o płaskim podmokłym i często ciekącym dnie. Posiada względnie strome zbocza, jest odwadniana okresowo. Wądoły powstają na obszarach łąkowych w wyniku przekształcenia małego wciosu lub debrzy.

wciosowych⁴ zwanych popularnie wąwozami lub jarami. Są to najbardziej charakterystyczne formy terenu dla rzeźby lessowej. Najczęściej są to suche doliny, prowadzące wody epizodycznie podczas wiosennych roztopów lub wielkich ulew. Ogólnie charakteryzują się małą szerokością i znaczną głębokością osiagającą kilkanaście metrów. Ściany wąwozów są strome, bardzo często pionowe, a w niektórych przypadkach nawet przewieszane. Dno ich jest najczęściej wąskie i płaskie. Najwięcej wąwozów występuje w rejonie Kazimierza nad Wisłą, Nałęczowa oraz na strefach krawędziowych Rostocza, a zwłaszcza na Rostoczku Szczebrzeszyńskim, gdzie na terenie Parku Krajobrazowego występuje labirynt wąwozów porośniętych lasami (tzw. Piekiełko). Ich gęstość osiąga kilka kilometrów na 1 km².

Przykłady wpływu zdarzeń ekstremalnych (gwałtownych ulew) na ewolucję rzeźby terenu można znaleźć w pracach Starkla [1997], Cebulak i Niedźwiedz [1998], Zielińskiego [1998], Rodzika i in. [1998], Gila [1998]. Według Starkla –

Spośród ekstremalnych zdarzeń opadowych wyciskających swe piętno na rzeźbie rozróżniamy gwałtowne krótkotrwałe ulewy (od ułamka godziny do kilku godzin), 2–5-dniowe opady rozlewne i pory opadowe trwające przez szereg tygodni i miesięcy. Lokalne ulewy ograniczone do niewielkich obszarów są głównym czynnikiem rzeźbotwórczym w rolniczych obszarach wyżynnych.

Do wystąpienia procesu erozyjnego na nachylonym lessowym gruncie ornym podawana jest wielkość opadu dochodząca do ponad 7,5 l m⁻² lub intensywność ponad 5 l m⁻² h⁻² [Internet 1].

Do takich zdarzeń ekstremalnych należy zaliczyć też powódź, która doprowadziła do odsunięcia koryta Wisły od spichlerzy w Kazimierzu Dolnym, przez co miasto będące w czasach Rzeczypospolitej głównym portem rzeczny, z którego spławiano do Gdańska liczne towary, utraciło swoje znaczenie gospodarcze.

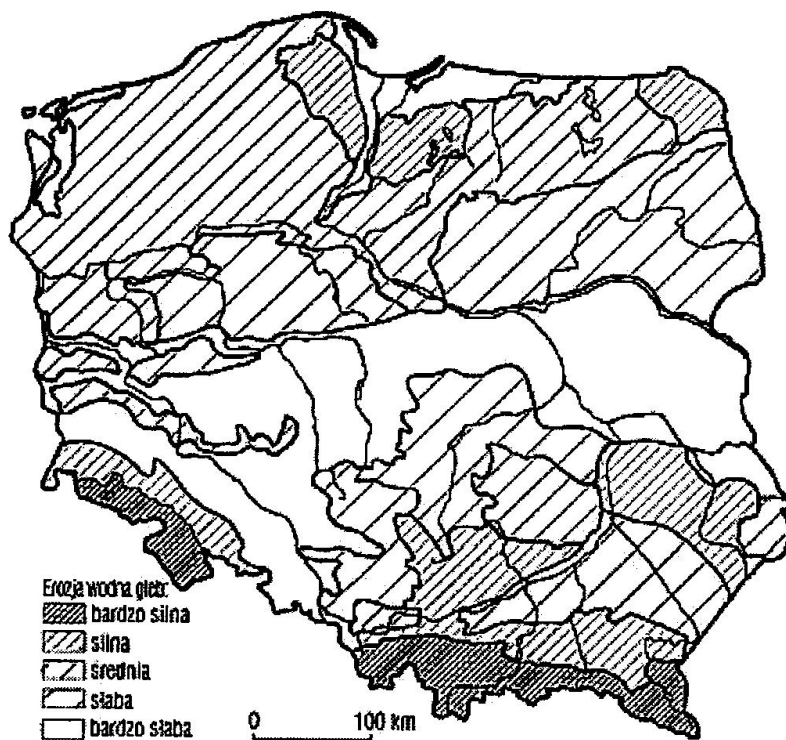
Czynniki powodujące erozję wodną. Na występowanie i nasilenie erozji wodnej wpływają spadki terenu, rodzaj podłoża, intensywność opadów, sposób użytkowania terenu. Erozja wodna występuje w strefie klimatu wilgotnego, ale może się też pojawiać w klimacie suchym, przy nawet sporadycznych deszczach nawalnych.

Rodzaj i intensywność erozji wodnej zależy od rodzaju skał i gleb z nich utworzonych. Najbardziej podatne na erozję są formy luźne skał osadowych, a wśród nich utwory lessowe występujące na wyżynach. Na tych obszarach silnie wylesionych i z gospodarką płużną, spotykamy wszystkie typy erozji – od powierzchniowej po wąwozową.

W Polsce obszarami najbardziej zagrożonymi erozją są tereny góryste, pas wyżyn i przedgórzy, część Pojezierza Południowego i Wschodniobałtyckiego

⁴ Wcios (dolina wciosa) jest formą młodej doliny o profilu poprzecznym w kształcie litery V i niewyrównanym dnie oraz stromych zboczach pokrytych zwietrzeliną, utworzona przez erozję denną potoków i strumieni przy współdziałaniu spływu.

(ryc. 1). Początkowe stadium erozji gleb przedstawiają ryc. 2 i 3, natomiast zaawansowanej erozji – ryc. 4 i 5.



Ryc. 1. Zagrożenie erozją gleb w Polsce [cyt. za Turski i in., 2000, s. 43].

Fig. 1. Water erosion hazard in Poland [after Turski et. al. 2000, p. 43].

Wawer i Nowocień [2006] przedstawiają dane przestrzenne i ilościowe występowania erozji wodnej powierzchniowej w Polsce, pozyskane z analiz przestrzennych w systemie GIS opartych na zdigitalizowanej mapie erozji wodnej potencjalnej i CORINE Land Cover 2000. W pracy zamieszczają mapy minimalnej, maksymalnej i potencjalnej erozji. Autorzy wskazują na „względnie duży udział powierzchni podlegających erozji wodnej powierzchniowej o intensywności od średnie do bardzo silnej wynoszący 7,1%, przy czym ogólna powierzchnia wynosi 18,4%”.



Ryc. 2. Początkowy etap powstawania wąwozów (Pogórze Przemysko-Dynowskie). Fot. J. Przesmycki
Fig. 2. The initial stage of formation of gullies. Photo: J. Przesmycki



Ryc. 3. Początkowy etap powstawania wąwozów (Roztocze). Fot. J. Przesmycki
Fig. 3. The initial stage of formation of gullies. Photo: J. Przesmycki



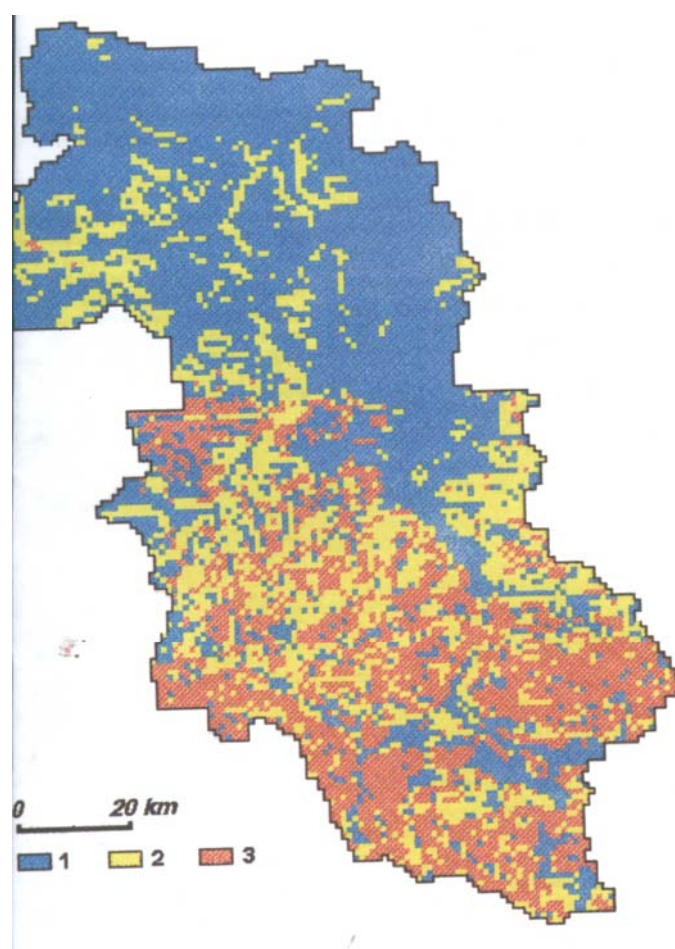
Ryc. 4. Końcowa faza kształtowania się wąwozów (okolice Kazimierza n. Wisłą). Fot. J. Przesmycki
Fig. 4. The final phase of formation of gullies. Photo: J. Przesmycki



Ryc. 5. Końcowa faza kształtowania się wąwozów (Kazimierz n. Wisłą). Fot. J. Przesmycki
Fig. 5. The final phase of formation of gullies. Photo: J. Przesmycki

POMIAR I MONITORING PROCESÓW EROZYJNYCH

Nowoczesne metody pomiaru i monitoringu efektów erozji są oparte na teledetekcji i fotogrametrii (dla małych obszarów) i określaniu zagrożeń na drodze modelowania [Białousz 2011]. Parametrami przydatnymi dla teledetekcji są kąty nachylenia zbocza, długość i wystawa zbocza, przestrzeń zajęta przez żłobiny i ich wymiar, pokrycie powierzchni przez trwałą i roczną roślinność oraz obszar niepokryty podczas największych zagrożeń erozji. Wiele z tych danych można otrzymać z wielkoskalowej fotografii lotniczej i z okresowych rejestracji satelity LIDAR.



Ryc. 6. Mapa zagrożeń erozją wodną dorzecza Wieprza. Zagrożenie: 1 – słabe, 2 – średnie, 3 – silne [Gliński i Paszczyk 1996, s. 47]

Fig. 6. Spheres of the potential erosion hazards in River Wieprz basin. Hazard: 1 – weak, 2 – medium, 3 – strong [Gliński and Paszczyk 1996, p. 47]

Przydatność danych z teledetekcji do modelowania zagrożeń erozyjnych zależy od parametrów stosowanych w modelu, z których najczęściej używane są kąt nachylenia zbocza, długość zbocza, klasa pokrycia powierzchni, typ rolnictwa, sieć hydrograficzna i drogowa. Parametry są dostępne z obrazów satelitarnych o wysokiej i bardzo wysokiej rozdzielczości z satelitów Landsat ETM, SPOT, JRS, IKONOS, Quick Bird i WorldView.

Oprócz wymienionych pomiarów wykorzystuje się też rzeczywiste efekty erozji uzyskiwane z małych poletek pól doświadczalnych i z większych obszarów erodujących z różną intensywnością.

Stosowane są też metody tradycyjne (interpretacje lotniczych zdjęć stereoskopowych), komputerowa interpretacja cyfrowych zdjęć lotniczych oraz klasyfikacja obrazów satelitarnych. Zakłada się przy tym, że obszary leśne i trwałe użytki zielone nie są podatne na erozję.

Przy zastosowaniu GIS bierze się pod uwagę barwę powierzchni badanych obszarów, co w przypadku terenów lessowych oznacza sieć wyżłobień sięgających głębokości kilku metrów. Technologia GIS pozwala uzupełniać obrazy lotnicze i satelitarne w odniesieniu do typów gleb i ich składu granulometrycznego, geologii, geomorfologii, nachylenia zboczy i pokrycia terenu.

W celu oznaczenia zasięgów obszarów erodowanych, specjalnie przygotowany obraz (oparty o jasne tony, mapy o wskaźnikach jasności) jest przetwarzany na obraz trójwymiarowy uzyskiwany z DTM (Digital Terrain Model).

Gliński i Paszczyk [1996] zastosowali system NIT (Numeryczna Informacja o Terenie) do zbierania danych do oceny potencjalnych zagrożeń erozją wodną, opracowując mapę dorzecza rzeki Wieprz (ryc. 6). Niemiec i in. [2009] podjęli problem monitorowania zjawiska erozji w sensie ilościowym – z wykorzystaniem techniki naziemnego skanowania laserowego.

PODSUMOWANIE

Pomiar i monitoring procesów erozyjnych pozwala na śledzenie postępujących zmian w krajobrazie i przewidywanie dalszego ich rozwoju, co ma duże znaczenie w planowaniu rozwoju dla obszarów zagrożonych erozją. Nowoczesne metody umożliwiają nie tylko diagnozę stanu istniejącego, ale i prognozy na przyszłość, co ma ogromne znaczenie w momencie tworzenia planów miejscowych

Tereny podatne na erozję, a takie w Polsce występują na obszarze ok. 20% powierzchni kraju, tworzą charakterystyczne formy silnie urzeźbionego krajobrazu. Formy te, w znacznym stopniu utrudniające gospodarce rolną. Obszary pokryte „wąwozami” nie mogą być wykorzystywane rolniczo, zaś objazd ich przez ciągnik wraz ze sprzętem rolniczym, do skrawków jeszcze niezniszczonego terenu, jest pod względem ekonomicznym nieopłacalny. Jednocześnie tereny te są bardzo atrakcyjne dla turystyki pod względem krajobrazowym i mogą stanowić potencjał rozwojowy dla danego obszaru. Wykorzystanie ich tak, by ich

obecność przynosiła „zyski”, wymaga zmiany sposobu zagospodarowania. Na tych terenach oprócz tradycyjnego rolnictwa warunki do rozwoju ma agroturystryka i wszelka obsługa ruchu turystycznego.

PIŚMIENNICTWO

- Białousz S., 2011. *Soil physical degradation: assessment with the use of remote sensing and GIS*. W: Encyclopedia of Agrophysics. J. Gliński, J. Horabik, J. Lipiec eds. Springer, s.761–769.
- Cebulak E., Niedźwiedz T., 1998. *Ekstremalne zjawiska opadowe w dorzeczu górnej Wisły w latach 1995–1996*. W: Starkel (red.) 1998. Geomorfologiczny i sedimentologiczny zapis lokalnych ulew. Wyd. Continuo, Wrocław, s.11–30.
- Gil E., 1998. *Splyw wody i procesy geomorfologiczne w zlewniach fliszowych podczas gwałtownej ulewy w Szymbarku w dniu 7 czerwca 1985 roku*, W: Starkel (red.) 1998. Geomorfologiczny i sedimentologiczny zapis lokalnych ulew. Wyd. Continuo, Wrocław, s. 85–108.
- Gliński P., Paszczyk, J. 1996. *Water erosion hazard of soils in the River Wieprz basin*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 436, s. 39–48.
- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz. 1995. *Erozja agroekosystemów*. Państw. Insp. Ochrony Środ. Bibl. Monitoringu Środowiska. Warszawa..
- Mazur A., 2009. *Wpływ procesów erozyjnych na kształtowanie krajobrazu terenów użytkowanych rolniczo*. Teka. Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr. – O.L. PAN, s. 64–70.
- Niemiec M., Józków G., Borkowski A., 2009. *Monitorowanie zmian kształtowania powierzchni terenu spowodowanych erozją wodną z wykorzystaniem naziemnego stanowiska laserowego*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, 20, s. 333–342.
- Rejman J., 2006. *Wpływ erozji wodnej i uprawowej na przekształcanie stoków lessowych*. Acta Agrophysica 136 (3).
- Rodzick J., Janicki G., Zagórski P., Zgłobicki W., 1998. *Deszcze nawalne na Wyżynie Lubelskiej i ich wpływ na rzeźbę obszarów lessowych*. W: Starkel (red.) 1998. Geomorfologiczny i sedimentologiczny zapis lokalnych ulew. Wyd. Continuo, Wrocław, s. 45–68.
- Starkel L., 1997. *Rola gwałtownych ulew w ewolucji rzeźby Wyżyny Miechowskiej (na przykładzie ulewy w dniu 15 września 1995 roku)*. Wyd. Continuo, Wrocław, s. 7–110.
- Turski R., Słotwińska-Jurkiewicz A., Hetman J., 2000. *Zarys gleboznawstwa*. Wyd. AR, Lublin.
- Wawer R., Nowocień E., 2006. *Mapa erozji wodnej aktualnej w oparciu o CORINE Land Cover 2000*. Pam. Puł., 142, s. 537–546.
- Zieliński A., 1998. *Geomorfologiczne skutki zdarzeń powodziowych w okolicach Kromolowa w maju 1996 roku*. W: Starkel (red.) 1998. Geomorfologiczny i sedimentologiczny zapis lokalnych ulew. Wyd. Continuo, Wrocław, s. 39–44.
- Żmuda R., Szewrański S., Kowalczyk T., Szarawarski Ł., Kuriata M., 2009. *Landscape alteration in view of soil protection from water erosion – an example of the Mielnica watershed*. J. Water Land Develop., 13a, s. 161–175.
- Internet: 1. <http://www.raportrolny.pl/index.php/home/uprawy/rzepak/67-zagroe...>

WATER EROSION EFFECT ON THE LANDSCAPE

Abstract. Water erosion processes, which in Poland cover about 20% of the area, form characteristic landscape with strong relief. This landscape cause, from one hand disturbances in agricultural activity, and, from the other hand, is attractive for tourism.

Key words: water erosion, landscape