

RAFAŁ STASIK, CZESŁAW SZAFRAŃSKI

FIZJOGRAFICZNE UWARUNKOWANIA WYSTĘPOWANIA EROZJI WODNEJ NA UŻYTKOWANYCH ROLNICZO TERENACH POJEZIERZA GNIEŹNIEŃSKIEGO

*Z Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. The research carried out at the Gnieźnieńskie Lakeland indicates that occurrence of water erosion threat appears only in wet years. Average up to high erosion threat occurs only in about 18% of the investigated area. Soil of the area has mostly low liability to erosion indicator. Farming of winter crop and rape is an efficient protection against soil erosion in the investigated area.

Key words: physiographic conditions, water erosion, rich relief area

Wstęp

Konsekwencją szybkiego postępu informatycznego jest coraz szersze zastosowanie modelowania komputerowego w każdej dziedzinie nauki, w tym również do prognozowania natężenia erozji wodnej gleb. Jakkolwiek wyniki uzyskiwane z różnego rodzaju modeli numerycznych są niezwykle cennym materiałem badawczym, to nauka o erozji nadal w znacznej mierze opiera się na szczegółowych obserwacjach i badaniach terenowych. Wyniki badań polowych są także materiałem wyjściowym do weryfikacji istniejących modeli oraz ich adaptowania do konkretnych warunków fizjograficznych (Koreleski 1994, Stasik i Szafranski 2001). Stąd w okresie intensywnego rozwoju metod komputerowych nadal istnieje potrzeba prowadzenia badań polowych w celu dokładnego określenia występowania i natężenia erozji wodnej gleb.

Celem pracy była analiza uwarunkowań fizjograficznych występowania erozji wodnej gleb na obszarach rolniczych Pojezierza Gnieźnieńskiego.

Material i metody

W pracy wykorzystano wyniki badań prowadzonych od 1978 roku w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy, należącej do Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Stałe badania i obserwacje terenowe obejmowały:

- codzienne pomiary opadów atmosferycznych deszczomierzem Hellmanna,
- pomiary natężenia opadów pluwiografem prowadzone w okresie wegetacyjnym,
- limnigraficzną rejestrację spływów powierzchniowych i określenie ilości zawiesin w tych spływach, na jedenastu doświadczalnych poletkach spływowych, o przedziale spadków od 1,4 do 11,6%, szczegółową metodykę pomiarów tych spływów przedstawiono w pracy Szafrńskiego (1992),
- szczegółowe badania gleboznawcze obejmujące między innymi wykonanie odkrywek i wierceń glebowych oraz pobranie próbek do oznaczenia podstawowych właściwości fizycznych, chemicznych i wodnych gleb,
- analizę morfologii badanych profili glebowych,
- wytypowanie dziewiętnastu transektów glebowych na zboczach o różnych kształtach, spadkach i wystawie,
- rejestrację i pomiary jawnych form erozji wodnej metodą kartograficzną,
- szczegółowe pomiary geodezyjne.

W pracy wykorzystano także wyniki prac kameralnych wykonanych na mapach sytuacyjno-wysokościowych w skali 1:2000, obejmujące między innymi wykonanie map spadków z podziałem na klasy: 0-3%, 3-6%, 6-10% oraz powyżej 10%. Przy analizie warunków fizjograficznych wykorzystano także obliczenia natężenia erozji wodnej modelem USLE (Wischmeier i Smith 1978), ze szczególnym uwzględnieniem określenia wskaźnika podatności gleb badanego obszaru na erozję wodną.

Wyniki

Według Wosia (1995) Pojezierze Gnieźnieńskie stanowi centralną część XV Środkowopolskiego Regionu Klimatycznego, który charakteryzuje się cechami przejściowymi od oceanicznego do kontynentalnego. Ścierające się nad tym obszarem różne masy powietrza kształtują zmienną pogodę, powodując występowanie znacznych różnic w wysokościach opadów i temperatur powietrza zarówno w poszczególnych latach, jak i miesiącach danego roku. Jako podstawowe elementy klimatu decydujące o zagrożeniu erozyjnym przyjęto sumę opadów atmosferycznych, ich intensywność oraz liczbę dni w roku z opadami, które mogą wywołać erozję wodną. Dla badanego obszaru średnia z wielolecia 1978/80-1995/96 roczna suma opadów atmosferycznych wynosi 471 mm. Według kryteriów, które podają Józefaciuk i Józefaciuk (1992), zagrożenie erozją wodną występuje przy sumie opadów wynoszącej ponad 600 mm. Dlatego w latach o sumie opadów zbliżonej do średniej z wielolecia na badanym obszarze nie występuje zagrożenie erozją wodną. Jednak opady w tym regionie charakteryzują się dużą zmiennością i odchyleniami od średniej z wielolecia, sięgającymi nieraz ponad 150 mm. W latach mokrych, w których sumy opadów znacznie przekraczają 600 mm, na badanym obszarze może występować zagrożenie erozją wodną. Ponadto analizy statystyczne

danych opadowych wykonane dla badanego obszaru wykazały, że istnieje istotny statystycznie związek pomiędzy rocznymi sumami opadów atmosferycznych a liczbą dni z opadami, o sumie przekraczającej 10 mm. Liczba dni z opadem powyżej 10 mm wzrasta bowiem wraz ze wzrostem rocznej sumy opadów, a w warunkach fizjograficznych Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy opady dobowe o takiej sumie inicjują sploty powierzchniowe i związaną z nimi erozję wodną (Szafranski i in. 1996).

Teren objęty badaniami charakteryzuje się bogatym urzeźbieniem, typowym dla obszarów młodoglacjalnych ukształtowanych w ostatnim zlodowaceniu. Typowe dla tego obszaru są liczne oczka wodne oraz wzniesienia o wysokości względnej dochodzącej do 7 m i spadkach osiągających 12%. Na podstawie wykonanej na podkładzie geodezyjnym mapie spadków można stwierdzić, że obszary, w których spadki nie przekraczają 3% stanowią około 38% powierzchni. Są to zwykle górne partie zboczy lub tereny u ich podnóży oraz w rynnach terenowych. Z uwagi na niewielkie spadki obszary te nie są zagrożone erozją wodną. Największy procentowy udział w powierzchni badanego obszaru stanowią tereny o nachyleniu mieszczącym się w przedziale 3-6% (44% powierzchni). Zagrożenie erozją wodną na tych obszarach jest niewielkie. Stwierdzono, że średnie zagrożenie erozją wodną występuje na obszarach, których spadki mieszczą się w przedziale 6-10%. Stanowią one około 16% badanej powierzchni. Silne zagrożenie występuje natomiast na terenach o spadkach przekraczających 10%, które stanowią jedynie 2% analizowanego obszaru. Przeprowadzona analiza kształtów i długości zboczy w wytypowanych transektach badawczych pozwala stwierdzić, że na badanym obszarze dominują zbocza proste o długości nie przekraczającej 70 m. Z badań i analiz wynika, że na badanym fragmencie Pojezierza Gnieźnieńskiego, z uwagi na ukształtowanie terenu, średnie i silne zagrożenie erozją wodną występuje tylko na około 18% powierzchni. Prosty kształt zboczy oraz ich stosunkowo niewielka długość nie potęgują zagrożenia erozyjnego gleb tego obszaru. Otrzymane wyniki badań są zbliżone do uzyskanych przez Marcinka (1994), który wskazał, że około 14,7% powierzchni gleb Wielkopolski uległo daleko idącym przeobrażeniom na skutek powierzchniowej erozji wodnej.

Duże zróżnicowanie rzeźby badanego terenu ma wpływ na mozaikowość gleb, charakterystyczną dla całego obszaru Pojezierza Gnieźnieńskiego. Na badanym obszarze wykonano dwanaście profili glebowych, które na podstawie zróżnicowania właściwości cech morfologicznych zaliczono do czterech reprezentatywnych zespołów glebowych (Szafranski 1993). Należą do nich: gleby płowe typowe, zlokalizowane w wierzchołkowych partiach terenu i na stokach o spadkach nie przekraczających 6%; gleby płowe opadowo-glejowe zlokalizowane na stokach o spadkach 6-12%; gleby płowe gruntowo-glejowe występujące w płaskich obniżeniach terenowych i na zboczach wklęsłych oraz czarne ziemie zbrunatniałe, występujące w lokalnych obniżeniach i rynnach terenowych. Gleby płowe dominują w pokrywie glebowej badanego obszaru i stanowią łącznie 83% jego powierzchni. Pozostałe 17% powierzchni zajmują czarne ziemie zbrunatniałe. Taki układ toposekwencyjny jest według Marcinka (1994), mimo pewnego uproszczenia, charakterystyczny dla warunków glebowych falistej moreny dennej, podstawowej formy geomorfologicznej młodoglacjalnych terenów bogato urzeźbionych.

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 1, średnie wartości wskaźnika podatności gleb na erozję wodną, wyznaczone dla poszczególnych zespołów glebowych na podstawie formuły USLE, są do siebie bardzo zbliżone i wahają się od 0,232 ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$) dla gleb płowych typowych do 0,257 ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$) dla

Tabela 1

Wskaźnik podatności na erozję wodną wierzchnich warstw analizowanych profili glebowych wyznaczony na podstawie formuły USLE ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$)
Soil erodibility indicator of analysed upper soil layers calculated according to the USLE formula ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$)

Zespół glebowy (liczba profili) Soil type (number of profiles)	Wskaźnik podatności gleb na erozję Soil erodibility indicator			Położenie profili w terenie Soil profiles location
	min	max	średnio average	
Płowe typowe (5) Typic hapludalfs (5)	0,162	0,367	0,232	wierzchołki i zbocza do 6% tops and slopes up to 6%
Płowe opadowo-glejowe (4) Aquic hapludalfs (4)	0,168	0,433	0,252	zbocza 6-10% slopes 6-10%
Płowe gruntowo-glejowe (2) Squolic hapludalfs (2)	0,181	0,332	0,256	zbocza wklęsłe, rynny terenowe concave slopes, terrain trough
Czarne ziemie zbrunatniałe (1) Typic endoaquasolls (1)	–	–	0,257	zagłębienia bezodpływowe i rynny terenowe without flow depression, terrain trough

czarnych ziem zbrunatniałych. Pozwala to zaliczyć gleby tego obszaru do mało podatnych na erozję wodną. Jednak maksymalne wartości wskaźnika podatności poszczególnych profili, zaliczanych do określonego zespołu glebowego, dość znacznie różnią się od średniej dla zespołu (tab. 1). Osiągają one wartości: 0,332 ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$) w glebach płowych gruntowo-glejowych, 0,367 ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$) w glebach płowych typowych i 0,433 ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$) w glebach płowych opadowo-glejowych. Jak wykazały badania (Stasik 2002), zróżnicowanie wartości wskaźnika podatności gleb na erozję wodną powoduje przede wszystkim duża zmienność zawartości frakcji 0,002-0,1 mm, która jest cechą charakterystyczną dla gleb omawianego obszaru. Obliczone maksymalne wartości wskaźnika podatności na erozję pozwalają, na podstawie kryteriów przedstawionych przez Wischmeiera i Smitha (1978), zakwalifikować profile tych gleb do średnio podatnych (płowe typowe i gruntowo-glejowe) oraz wysoko podatnych (płowe opadowo-glejowe). Należy także podkreślić, że profile gleb płowych typowych oraz płowych opadowo-glejowych, z uwagi na swe położenie w terenie (tab. 1), są najbardziej narażone na występowanie spływów powierzchniowych i związanej z nimi erozji wodnej. Jak bowiem wykazały wcześniejsze badania przeprowadzone przez Szafranski (1993) na powierzchniach o spadkach wynoszących 14 i 16%, wielkość spływów powierzchniowych była dwuipółkrotnie mniejsza niż na powierzchniach o spadkach 115 i 116%.

Typowa dla terenów Pojezierza Gnieźnieńskiego rzeźba młodoglacjalna, charakteryzująca się bardzo dużą zmiennością, powoduje, że na użytkowanych w tym regionie obszarach rolniczych wykonywanie zabiegów uprawowych prostopadle lub równoległe do zboczy jest przypadkowe. Znaczne deniwelacje występujące na stosunkowo małym

obszarze znacznie ograniczają użytkownikom możliwość doboru kierunku zabiegów agrotechnicznych właściwego z punktu widzenia ochrony gleb przed erozją. O kierunku ich wykonania decyduje przede wszystkim wielkość i położenie poszczególnych pól. Wyniki obserwacji terenowych nie pozwoliły na stwierdzenie, który z kierunków uprawy jest dominujący, a zwiększone zagrożenie erozyjne będzie występowało tylko lokalnie na polach uprawianych wzdłuż stoków.

Analizowany obszar, poza bardzo niewielkimi, trwale zadarnionymi powierzchniami wokół oczek wodnych, jest w całości wykorzystywany na grunty orne. W płodzinie występują zboża ozime, głównie pszenica, buraki cukrowe, ziemniaki, rzepak i kukurydza. Prowadzona rejestracja kartograficzna jawnych form erozji wykazała, że zarówno zboża ozime, jak i rzepak stanowią dobrą ochronę przeciwerozyjną gleb badanego obszaru. Na tych uprawach niewielkie żłobiny obserwowano jedynie w okresach roztopów śródziemowych i wiosennych. Natomiast jawne formy erozji liniowej w postaci licznych żłobin występujących w międzyrzędziach pojawiały się na uprawach roślin okopowych także w okresie wegetacyjnym. Również obliczenia przeprowadzone modelem USLE wykazały, że uprawa tych roślin zwiększa zagrożenie erozją wodną gleb badanego obszaru (Stasik i Szafranski 2001).

Wnioski

1. Przeprowadzona analiza warunków meteorologicznych wskazuje, że zagrożenie erozją wodną na badanym obszarze wystąpiło głównie w latach mokrych, w których suma opadów atmosferycznych przekraczała 600 mm. W latach tych wystąpiła większa liczba dni z sumą opadów przekraczającą 10 mm. Badania wykazały, że w warunkach fizjograficznych analizowanego obszaru opady o takiej sumie powodują powstanie splotów powierzchniowych i związanej z nimi erozji wodnej.

2. Stwierdzono, że z uwagi na ukształtowanie terenu na Pojezierzu Gnieźnieńskim, średnie do silnego zagrożenie erozją wodną występuje na około 18% badanej powierzchni, o nachyleniu zboczy przekraczającym 6%.

3. Przeprowadzone badania gleboznawcze oraz obliczenia wykazały, że średnie wartości wskaźnika podatności gleb na erozję, wyliczone na podstawie formuły USLE, wynoszą od 0,232 ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$) dla gleb pływowych typowych do 0,257 ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$) dla czarnych ziem zbrunatniałych. Pozwala to zaliczyć gleby tego obszaru do słabo podatnych na erozję wodną.

4. Z uwagi na dużą zmienność zawartości frakcji 0,002-0,1 mm w niektórych analizowanych profilach gleb pływowych podatność na erozję wyniosła od 0,332 do 0,433 ($t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot mm^{-1} \cdot h$), co pozwala je zaliczyć do średnio i silnie podatnych na erozję wodną.

5. Na uprawach zbóż ozimych i rzepaku niewielkie żłobiny występowały jedynie w okresach roztopów śródziemowych i wiosennych. Zwiększone zagrożenie erozją wodną na glebach Pojezierza Gnieźnieńskiego wystąpiło natomiast na uprawach roślin okopowych. Jawne formy erozji liniowej w postaci licznych żłobin pojawiały się na uprawach tych roślin nie tylko w półroczu zimowym, lecz także w okresie wegetacyjnym.

Literatura

- Józefaciuk A., Józefaciuk Cz. (1992): Struktura zagrożenia erozją wodną fizjograficznych krain Polski. Pam. Puław. 101 supl. Puławy: 23-49.
- Koreleski K. (1994): Amerykańskie systemy prognozowania erozji wodnej i wietrznej. Roczn. AR Pozn. 266, 14: 341-347.
- Marcinek J. (1994): Rozmiary erozji wodnej gleb w Wielkopolsce. Roczn. AR Pozn. 266, 14, 63-73.
- Stasik R. (2002): Erozja wodna w mikrozelewni rolniczej na Pojezierzu Gnieźnieńskim. Roczn. AR Pozn. 388, 22: 107-119.
- Stasik R., Szafranski Cz. (2001): Wpływ uprawy wybranych gatunków roślin na występowanie i natężenie erozji wodnej w terenach bogato urzeźbionych. Zesz. Nauk. Wydz. Bud. Inż. Środ. P. Kosz. 20: 619-629.
- Szafranski Cz. (1992): Spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe w gospodarce wodnej meliorowanego terenu. Roczn. AR Pozn. 182, 7: 99-139.
- Szafranski Cz. (1993): Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 244.
- Szafranski Cz., Fiedler M., Stasik R. (1996): Ocena natężenia erozji wodnej gleb w mikrozelewniach rolniczych Pojezierza Gnieźnieńskiego. Pr. Nauk. IUNG Puławy, K(11/2): 157-167.
- Wischmeier W.H., Smith D.D. (1978): Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. USDA Agric. Handb.
- Woś A. (1995): Zarys klimatu Polski. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.

PHYSIOGRAPHICAL CONDITIONING OF WATER EROSION OCCURRENCE IN THE FARMING REGION OF THE GNIEŹNIEŃSKIE LAKELAND

S u m m a r y

The results of the research carried out at the Gnieźnieńskie Lakeland since 1978 indicate that occurrence of water erosion threat appears only in wet years with precipitation sums higher than 600 mm. Topographic features analyses indicate that average up to high erosion threat occurs only in about 18% of area. Hapludalfs soils dominating in the area have mostly low liability to erosion indicator. Registering of evident erosion forms indicates that farming of winter crops and rape is an efficient protection against soil erosion in the physiographical conditions of the Gnieźnieńskie Lakeland.