

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

**Z E S Z Y T Y
N A U K O W E
W Y D Z I A Ł U
B U D O W N I C T W A
I I N Ż Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A
NR 20**

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA

Wpływ uprawy wybranych gatunków roślin na występowanie i natężenie erozji wodnej w terenach bogato urzeźbionych

Rafał Stasik, Czesław Szafrąński
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza w Poznaniu

1. Wstęp

Przeprowadzone przez Marcinka [4] w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych badania wykazały, że gleby Wielkopolski, użytkowane rolniczo od przeszło 600 lat, uległy daleko idącym przeobrażeniom na skutek powierzchniowej erozji wodnej. Mimo, że warunki klimatyczne nie stwarzają większego zagrożenia erozją wodną gleb tego obszaru [12], to przyspieszona erozja wodna inicjowana jest w znacznej mierze przez intensywną uprawę gleb [3,7,8]. Powoduje ona między innymi zagęszczenie wierzchnich warstw gleb, wielokrotnie zmniejszając ich pojemność infiltracyjną, co przyspiesza pojawienie się spływów powierzchniowych [2,5,10]. Według Sienkiewicza [9] gwałtownie postępująca mechanizacja i intensyfikacja upraw rolnych powoduje szybkie nasilenie się erozji antropogenicznej, która w przeciągu dalszych 100÷150 lat (o ile nie ulegnie zmianie sposób i technika orki) spowodować może całkowite wyrównanie drobnopromiennej rzeźby glacialnej. Pociągnie to za sobą zmianę stosun-

ków wodnych, degradację gleb oraz powstanie nowego reżimu procesów fizyczno-geograficznych. Konieczne jest zatem wykonanie odpowiednich badań celem oceny potencjalnego i rzeczywistego stanu degradowania przez erozję wodną gleb użytkowanych rolniczo. Badania takie mają, oprócz wartości poznawczych, również duże znaczenie użytkowe, ponieważ ułatwiają wybór kierunków zabiegów przeciwoerozyjnych, mających na celu ochronę środowiska glebowego i pozwalają na ocenę ich ekonomicznej efektywności. Dotyczy to zwłaszcza terenów bogato urzeźbionych, w których badania nad występowaniem i natężeniem erozji wodnej gleb nie były dotąd szeroko prowadzone.

2. Cel i metodyka badań

Celem pracy była ocena wpływu uprawy wybranych gatunków roślin na występowanie i natężenie erozji wodnej w terenach bogato urzeźbionych. Pracę oparto na wynikach badań i obserwacji prowadzonych w latach hydrologicznych 1995/96÷1997/98 w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Stałe obserwacje terenowe obejmowały:

- codzienne pomiary opadów deszczomierzem Hellmanna, a w okresie wegetacyjnym pluwiografem, oraz pomiary grubości pokrywy śnieżnej i głębokości przemarzania gleby,
- określenie ilości zawiesin w spływach powierzchniowych,
- rejestrację i pomiary form erozji wodnej,
- systematyczne pomiary uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb, wykonywane przy pomocy sondy neutronowej co 2 tygodnie,
- szczegółowe pomiary geodezyjne.

Szczegółowe badania terenowe prowadzono na wytypowanych powierzchniach badawczych, na których wyznaczono 19 przekrojów badawczych na zboczach o zróżnicowanym spadku, długości, kształcie i wystawie. W każdym z przekrojów, w punktach zlokalizowanych na wierzchołku, na stoku i podnóża każdego zbocza wykonano odkrywki i wiercenia glebowe oraz pobrane zostały próbki do badań laboratoryjnych.

Badania podstawowych właściwości fizycznych, chemicznych i wodnych wierzchnich warstw gleb obejmowały m.in. oznaczenie infiltracji i perkolacji, polowej pojemności wodnej (PPW), składu granulometrycznego, gęstości objętościowej, porowatości, zawartości CaCO_3 i materii organicznej.

Teren objęty badaniami jest w całości użytkowany rolniczo jako grunty orne. Jest on podzielony drogą gruntową na część północną, która stanowi 32%, oraz południową (68%). Obie powierzchnie uprawiane są niezależnie. W roku 1995/96 na części północnej obiektu uprawiany był jęczmień ozimy, a na części

południowej pszenica ozima. W roku 1996/97 uprawiany był rzepak w części północnej, a na części południowej owies, zaś w 1997/98 odpowiednio pszenica ozima i żyto. Kierunek wykonywania zabiegów uprawowych na badanym obszarze ma charakter systematyczny. Z uwagi na układ pól około 58% powierzchni uprawiane jest wzdłużstokowo, zaś pozostała część prostopadle bądź ukośnie do spadku terenu.

W pracy podjęto również próbę określenia wielkości strat gleby dla warunków fizjograficznych Stacji Mokronosy przy różnym sposobie użytkowania gleb tego obszaru. Podstawę obliczeń stanowiły wyniki przeprowadzonych pomiarów i badań polowych oraz oznaczeń laboratoryjnych. Obliczenia oparto o powszechnie stosowaną do określania wielkości strat gleby formułę USLE [13], wykorzystując program komputerowy DR-USLE v. 2.1 opracowany przez Banasika i Górskiego [1].

3. Charakterystyka obiektu badawczego

Doświadczalna Stacja Badawcza Mokronosy położona jest 17 km od Wągrowca w województwie Wielkopolskim na Pojezierzu Gnieźnieńskim. Pod względem hydrograficznym obiekt leży w zlewni Kanału Łekińskiego, mającego swe ujście do Nielby, a wraz z nią do Wełny. Jest to typowy obszar młodoglacjalny o bogatej rzeźbie, z licznie występującymi oczkami wodnymi pochodzenia glacywtopiskowego, a także zagłębieniami bezodpływowymi oraz wzniesieniami o wysokości względnej dochodzącej do 7 m i maksymalnych spadkach do 12%. Średnia długość zboczy wynosi około 70 m. Przeważają stoki o kształcie prostym i wystawie południowej.

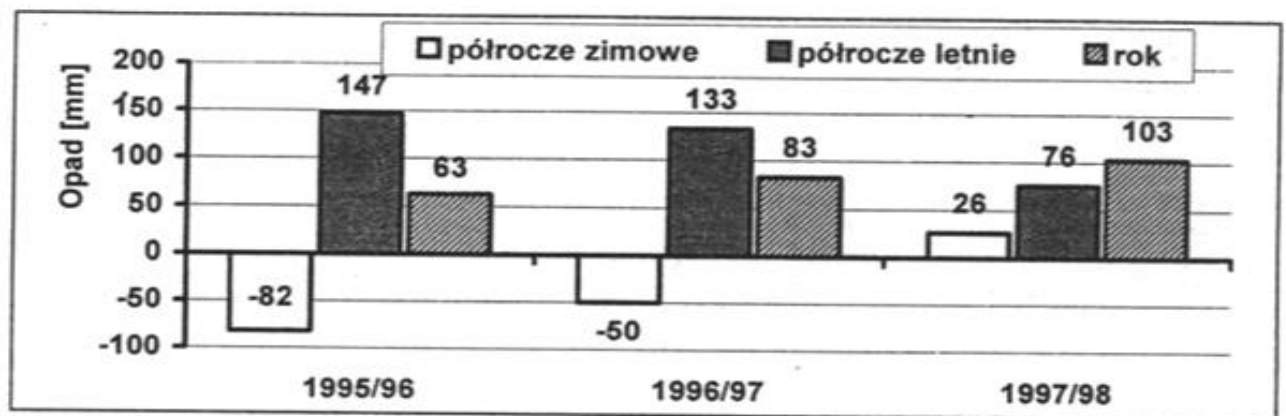
Pokrywa glebowa tego obszaru, będąca integralną częścią formy terenu i krajobrazu, charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem zarówno poziomów diagnostycznych jak i przestrzennego układu jednostek glebowych. Na badanym obszarze Szafranski [11] wyróżnił cztery zespoły glebowe: gleby płowe typowe, gleby płowe opadowo-glejowe, gleby płowe gruntowo-glejowe, czarne ziemie zbrunatniałe. Gleby płowe wykształciły się na wierzchołkach wzniesień i na zboczach. Dominują one w pokrywie glebowej analizowanego terenu i stanowią łącznie 83% powierzchni. Pozostałą część terenu tj. 17% zajmują czarne ziemie, które wykształciły się u podnóża zboczy i w rynnach terenowych. Taki układ toposekwencyjny, mimo pewnego uproszczenia, dość dobrze odzwierciedla typowe warunki glebowe falistej moreny dennej, która jest podstawową formą geomorfologiczną młodoglacjalnych terenów bogato urzeźbionych [5,11,12]. Gleby płowe typowe i opadowo-glejowe zaliczane są do klasy bonitacyjnej IVa, zaś płowe gruntowo-glejowe do klasy IIb, 4 kompleksu przydatności rolniczej. Natomiast czarne ziemie zbrunatniałe zaliczane są do klasy IIIa, 2 kompleksu przydatności rolniczej.

4. Wyniki badań

Według Wosia [14] Pojezierze Gnieźnieńskie stanowi centralną część XV-ego Środkowowielkopolskiego Regionu Klimatycznego, który jest największym w kraju pod względem wydzielonego obszaru. Klimat Pojezierza Gnieźnieńskiego charakteryzuje się cechami przejściowymi od oceanicznego do kontynentalnego. Ścierające się nad tym obszarem różne masy powietrza kształtują zmienną pogodę oraz powodują występowanie znacznych różnic w wysokościach opadów i temperatur powietrza zarówno w poszczególnych latach, jak i miesiącach danego roku.

Okres wegetacyjny i prace polowe rozpoczynają się w tym regionie w trzeciej dekadzie marca, a okres aktywnej wegetacji kończy się w pierwszej dekadzie października.

Pierwszy rok badań 1995/96 z sumą 533 mm, która była wyższa od średniej z wielolecia o 62 mm, można zaliczyć do lat mokrych, o prawdopodobieństwie wystąpienia wraz z wyższymi jeden raz na 5 lat. Półrocze zimowe tego roku było natomiast suche. Suma opadów atmosferycznych w tym półroczu wyniosła 82 mm, co stanowiło mniej niż 50% średniej z wielolecia dla tego półrocza. Niskie sumy odnotowano zwłaszcza w okresie od grudnia do marca. W okresie tym średnie miesięczne temperatury powietrza były niskie i wyniosły od $-4,8^{\circ}\text{C}$ w styczniu do $-0,5^{\circ}\text{C}$ w marcu. Taki przebieg warunków meteorologicznych miał wpływ na niskie uwilgotnienie wierzchnich warstw gleb na początku okresu wegetacyjnego. Natomiast półrocze letnie roku hydrologicznego 1995/96 było mokre. Suma opadów w tym półroczu wyniosła 451 mm i była aż o 147 mm wyższa od średniej z wielolecia dla tego okresu (rys. 1). Prawdopodobieństwo pojawienia się takiej sumy opadów wynosi 8%. Rok hydrologiczny 1996/97 był również rokiem mokrym. Suma opadów wyniosła w tym roku 554 mm i była wyższa o 83 mm od średniej z wielolecia. Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów wynosi 1 raz na 8 lat. Rozkład opadów w roku 1996/97 był podobny jak w roku poprzednim. Półrocze zimowe z sumą opadów 117 mm było średnio suche, zaś w styczniu 1997 roku nie zaobserwowano żadnych opadów. Należy zwrócić uwagę, że rok ten był rokiem „powodzi stulecia”, jednak w analizowanym regionie w półroczu letnim nie zanotowano tak ekstremalnie wysokich sum opadów atmosferycznych, jak to miało miejsce na południu Polski. Półrocze letnie z sumą 437 mm można zaliczyć do mokrych, o prawdopodobieństwie wystąpienia 1 raz na 14 lat.

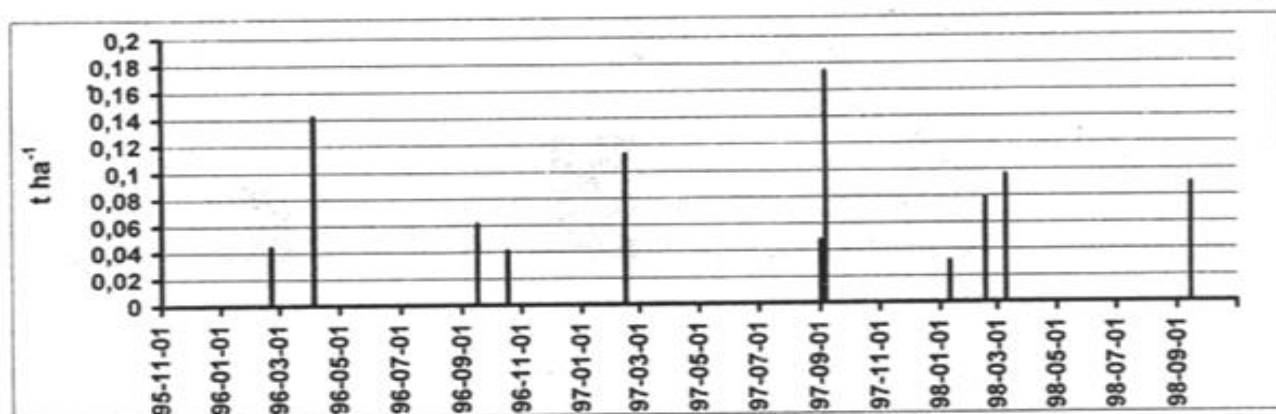


Rys. 1. Odchylenia sum opadów atmosferycznych w półroczach zimowych, letnich i roku hydrologicznym w okresie 1995/96+1997/98 od średniej z wielolecia 1979/80+1997/98

Fig. 1. The deviation of precipitation sums in winter half-year, summer half-year and hydrological year in 1995/96+1997/98 period from multiyear averages 1979/80+1997/98

Kolejny 1997/98 rok charakteryzował się najwyższą sumą opadów atmosferycznych spośród trzyletniego okresu badań. Wyniosła ona 576 mm i była wyższa od średniej z wielolecia o 105 mm (rys. 1). Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy wynosi 1 raz na 11 lat. W półroczu zimowym tego roku suma opadów wyniosła 195 mm i o 28 mm przewyższyła średnią z wielolecia dla tego okresu. Rok ten charakteryzował się najwyższymi spośród analizowanych lat średnimi miesięcznymi temperaturami powietrza, które były dodatnie także we wszystkich miesiącach półrocza zimowego. W półroczu letnim opady wyniosły łącznie 381 mm. Maksymalne opady wystąpiły w roku 1998 w sierpniu i wrześniu, a więc pod koniec okresu wegetacyjnego, podczas gdy w pierwszych trzech miesiącach półrocza letniego były nieznacznie niższe od wielkości średnich z wielolecia.

W latach hydrologicznych 1995/96+1997/98, w których prowadzone były obserwacje, jawne formy erozji wodnej wystąpiły w sumie 11 razy. Określona na podstawie wymiarów żłobin i mikrożłobin ilości wyerodowanego materiału w roku hydrologicznym 1995/96 wyniosła $0,288 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. W półroczu zimowym tego roku zjawiska erozyjne zaobserwowano dwukrotnie (rys. 2). Największe straty materiału glebowego w tym roku wystąpiły w dniu 4 kwietnia 1996 po opadach o łącznej sumie 9 mm.



Rys. 2. Wielkość strat gleby wywołana przez erozję wodną na obszarze Stacji Mokronosy w latach hydrologicznych 1995/96÷1997/98

Fig. 2. The soil losses caused by water erosion at Mokronosy Station in the hydrological years 1995/96÷1997/98

Przy wysokiej wilgotności wierzchnich warstw dochodzącej do 80÷90% PPW opady te spowodowały straty gleby w ilości 0,142 t·ha⁻¹, przy czym straty na polach z jęczmieniem ozimym i pszenicą ozimą były do siebie zbliżone. Zaobserwowane wówczas żłobiny wystąpiły na zboczach o nachyleniu przekraczającym 6%, a lokalnie na obszarach o spadku mniejszym. W półroczu letnim tego roku zjawiska erozyjne zaobserwowano dwukrotnie, jednak ich intensywność była mniejsza. Po opadzie o sumie 59 mm, jaki wystąpił w dniu 8 lipca 1996, erozji nie zaobserwowano na badanych powierzchniach z jęczmieniem i pszenicą ozimą. Wyraźne żłobiny zaobserwowano natomiast na przyległych do analizowanego obiektu polach z burakami pasternymi. Obserwacje te wskazują, że zboża te stanowią wystarczające zabezpieczenie przed erozją wodną w miesiącach letnich, charakteryzujących się częstym występowaniem deszczy o dużej intensywności i znacznej wydajności. W roku 1996/97 na analizowanej powierzchni uprawiany był rzepak w części północnej, a na części południowej owies. Łączna ilość strat gleby w wyniku erozji wodnej była w tym roku największa i wyniosła łącznie 0,334 t·ha⁻¹. W dniach 12 i 13 lutego 1997 roku na obiekcie wystąpiły obfite opady śniegu o łącznej ilości zgromadzonej w nich wody około 19 mm. Po ociepleniu jakie miało miejsce w następnym dniu nastąpiły roztopy, powodując powstanie licznych mikrożłobin i żłobin. Wystąpiły one w północnej części obiektu z uprawą rzepaku, na powierzchniach o spadkach przekraczających 6%. Ilość wyerodowanego wówczas materiału glebowego wyniosła 0,113 t·ha⁻¹. Największe straty w roku hydrologicznym 1996/97 zaobserwowano we wrześniu (0,174 t·ha⁻¹) po opadach burzowych o wydajności 29 mm, które wystąpiły w okresie późnym, przy braku pokrycia pól przez rośliny uprawne.

W roku hydrologicznym 1997/98 zjawiska erozyjne zaobserwowano łącznie czterokrotnie. W roku tym uprawiane były pszenica ozima (część północna) i żyto (część południowa). Większość zjawisk erozyjnych przypadła na półrocze zimowe, a straty erozyjne na obu polach były do siebie zbliżone i wyniosły w tym okresie $0,206 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W okresie od kwietnia do lipca 1998 przy sumie opadów zbliżonej do średniej z wielolecia nie obserwowano na obiekcie erozji wodnej, pomimo wystąpienia w tym okresie opadów o znacznej wydajności. Przy wysokich średnich dobowych temperaturach powietrza w miesiącach letnich opady te uzupełniały zapasy wody w wierzchnich warstwach gleb i były wykorzystywane przez rośliny uprawne. Erozję wodną żłobinową zaobserwowano natomiast 14 września, przy braku pokrywy roślinnej. Straty gleby wyniosły wówczas $0,090 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Łączna ilość materiału glebowego wymytego na skutek erozji wodnej wyniosła w 1997/98 roku $0,293 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Uzyskane wyniki badań polowych z lat 1995/96÷1997/98 wskazują, że na badanym obszarze o wystąpieniu erozji wodnej decydował przede wszystkim rozkład opadów atmosferycznych w ciągu roku. W analizowanych półroczach zimowych erozję wodną obserwowano głównie po opadach deszczów o znacznej wydajności, a rzadziej ich przyczyną były roztopy pokrywy śnieżnej. Natomiast opady o największym natężeniu i wydajności, występujące najczęściej w półroczu letnim, głównie w lipcu i sierpniu, nie wywoływały spływów powierzchniowych i erozji wodnej. Dobrze rozwinięta w tym czasie pokrywa roślinna, którą stanowiły najczęściej zboża, była wystarczającym zabezpieczeniem przeciweerozyjnym. Ponadto przy wysokich temperaturach powietrza i intensywnej ewapotranspiracji, woda z opadów była wykorzystywana do odbudowania zapasów wody wierzchnich warstw gleb na stokach. Opady o znacznej wydajności powodowały natomiast występowanie erozji we wrześniu i październiku, przy braku pokrycia pól przez rośliny uprawne. Pojawienie się erozji żłobinowej było także związane z nachyleniem zboczy i kierunkiem wykonywania zabiegów agrotechnicznych. Erozję wodną po opadach o większych sumach i przy podwyższonej wilgotności gleb obserwowano na zboczach o spadkach powyżej 3%. Natomiast opady o mniejszej wydajności powodowały wystąpienie jawnych form erozji na powierzchniach o większym nachyleniu przekraczającym 6%. Erozja wodna była najczęściej inicjowana w koleinach pociągników. Dominującą w okresie badawczym formą erozji była erozja żłobinowa, występująca głównie na zboczach z podłużnym kierunkiem wykonywania zabiegów agrotechnicznych.

Trzyletni okres prowadzenia badań spowodował, że bezpośrednie obserwacje występowania i natężenia erozji wodnej możliwe były jedynie dla kilku gatunków roślin uprawianych w tym czasie. Stąd w pracy przeprowadzono także symulację komputerową, która pozwoliła na ocenę wpływu innych gatunków roślin na potencjalne natężenie erozji wodnej gleb. Oparto ją o po-

wszechnie stosowane do przewidywania wielkości strat gleby wielomianowe uniwersalne równanie strat gleby (Universal Soil Loss Equation - USLE). Powszechność stosowania tego równania jest wynikiem dużej wiarygodności otrzymywanych wyników [6].

Uniwersalne równanie strat gleby (USLE) ma postać [13]:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

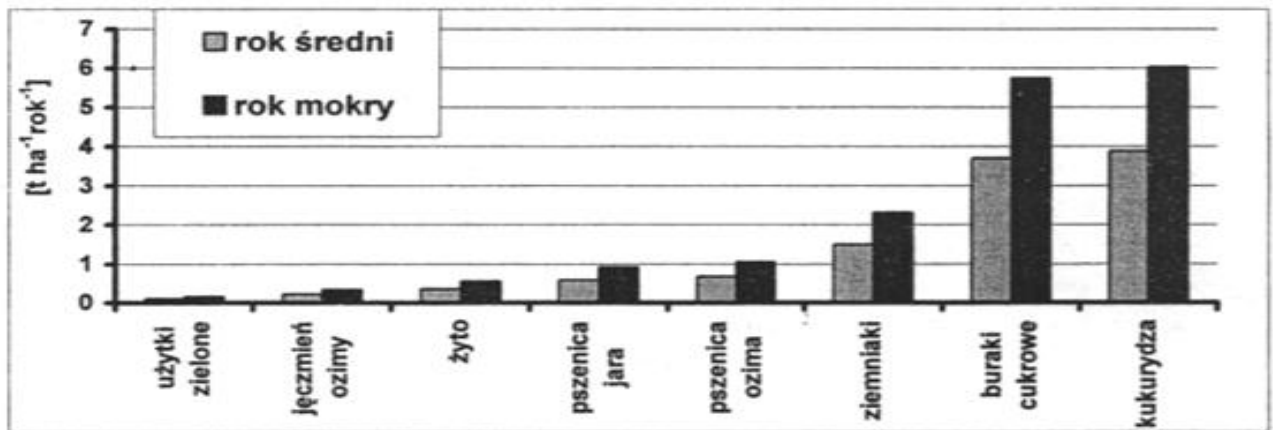
gdzie:

- A – wskaźnik średniej rocznej masy gleby wyerodowanej z jednostki powierzchni [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],
- R – wskaźnik średniej rocznej erozyjności deszczy i spływów [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1} = Je^*$] ^{*}Je-jednostka erozyjności
- K – wskaźnik podatność gleb na erozję wodną [$t \cdot ha^{-1} \cdot MJ^{-1} \cdot ha \cdot cm^{-1} \cdot h = t \cdot Je^{-1} \cdot ha^{-1}$],
- L – bezwymiarowy współczynnik długości zbocza,
- S – bezwymiarowy współczynnik spadku zbocza,
- C – bezwymiarowy współczynnik rodzaju upraw i sposobu użytkowania,
- P – bezwymiarowy współczynnik zabiegów przeciwdziałających erozji.

Wielkości poszczególnych wskaźników równania zostały obliczone na podstawie wieloletnich badań terenowych prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy i szczegółowych analiz laboratoryjnych.

Przy doborze współczynnika rodzaju upraw i sposobu użytkowania „C” uwzględniono fakt, że całość obiektu stanowią grunty orne, przy czym jest on przedzielony drogą gruntową na część północną i południową.

Wielkości potencjalnych strat gleby wyznaczono dla roku średniego pod względem sumy opadów atmosferycznych (471 mm) oraz dla roku mokrego o największej obserwowanej w tym terenie sumie opadów (651 mm). Obliczenia wykazały, że największe przewidywane straty gleby w badanej mikrozelewni mogą wystąpić przy uprawie kukurydzy. Dla roku średniego straty te wyniosły $3,887 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$, a dla roku mokrego $6,029 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ (rys. 3). Uprawiane znacznie częściej w analizowanym terenie buraki cukrowe stanowią także duże zagrożenie, szczególnie w półroczach letnich przy opadach o dużym natężeniu i wydajności. W latach średnich uprawy buraków cukrowych mogą powodować straty erozyjne rzędu $3,699 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$, zaś w latach mokrych wielkość strat wzrasta do $5,736 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Nieco mniejsze straty gleby ($1,498 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ dla roku mokrego i $2,310 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ dla roku średniego) występują na uprawach ziemniaków. Są one również często uwzględniane w płodozmianach na analizowanym obszarze.



Rys. 3. Wielkości przewidywanych strat gleby dla warunków fizjograficznych Stacji Mokronosy w roku hydrologicznym średnim (471 mm) i mokrym (652 mm) przy różnym sposobie użytkowania

Fig. 3. The predictive yield of soil losses for Mokronosy Station conditions in average (471 mm) and wet hydrological year (652 mm) in a different land use

Przeprowadzone obliczenia potwierdziły, że uprawy zbóż, a w szczególności ozimych pozwalają na ograniczenie wielkości strat gleby na badanym obszarze. Straty obliczone dla upraw zbóż na podstawie modelu USLE były ponad dwukrotnie niższe, w stosunku do roślin okopowych. Najniższe przewidywane straty gleby dla roślin zbożowych mogą wystąpić przy uprawach jęczmienia ozimego ($0,22 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ w roku średnim i $0,342 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ w roku mokrym). Wielkość przewidywanych strat gleby dla upraw pszenicy ozimej wyniosła natomiast od $0,676 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ w roku średnim do $1,049 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ w roku mokrym (rys. 3). Zgodnie z przewidywaniami najlepsze zabezpieczenie przed erozją wodną gleb analizowanego obszaru stanowią trwałe użytki zielone ($0,101 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ strat gleby w roku średnim i $0,155 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ w roku mokrym). Ich wprowadzenie na tych terenach wymaga jednak zmiany sposobu gospodarowania i w praktyce jest trudne do zrealizowania. Przeprowadzone badania i obserwacje terenowe, jak również symulacje przeprowadzone przy pomocy modelu USLE pozwalają stwierdzić, że w przypadku użytkowania gleb, jako gruntów ornych stosowane na Pojezierzu Gnieźnieńskim uprawy zbożowe, są najkorzystniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia ochrony gleb przed erozją.

5. Wnioski

1. Podczas obserwacji terenowych prowadzonych w latach hydrologicznych 1995/96-1997/98, na badanym obszarze jawne formy erozji wodnej wystąpiły w sumie 11 razy. Straty gleby spowodowane erozją wodną były najniższe w roku 1995/96, w którym uprawiane były jęczmień ozimy i pszenica

- ozima i wyniosły $0,288 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Największe straty, które wyniosły łącznie $0,334 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, zaobserwowano w roku 1996/97, w którym na badanych powierzchniach uprawiany był rzepak i owies.
- Erozję wodną obserwowano najczęściej w półroczach zimowych oraz okresach późniowych, przy braku pokrycia pól przez rośliny uprawne. Występujące głównie w lipcu i sierpniu opady o największym natężeniu i wydajności, nie wywoływały spływów powierzchniowych i erozji wodnej. Dobrze rozwinięta w tym czasie pokrywa roślinna stanowiła wystarczające zabezpieczenie przeciwoerozyjne.
 - Pojawienie się erozji żłobinowej było także związane z wielkością spadków i kierunkiem wykonywania zabiegów agrotechnicznych. Erozja wodna występowała najczęściej na zboczach o nachyleniu przekraczającym 6% i uprawianych wzdłużstokowo. Przy wysokim uwilgotnieniu wierzchniej warstwy gleb żłobiny obserwowano także na obszarach o nachyleniu powyżej 3%, uprawianych wzdłużstokowo oraz na zboczach o większym nachyleniu, lecz uprawianych poprzecznie do spadku.
 - Na podstawie przeprowadzonych przy pomocy modelu USLE obliczeń można stwierdzić, że uprawy kukurydzy i roślin okopowych stanowią duże zagrożenie erozyjne gleb badanego obszaru, szczególnie w latach mokrych. Badania modelowe potwierdziły, że uprawy zbóż ozimych, stanowią dobre zabezpieczenie przeciwoerozyjne gleb badanego obszaru, pozwalając na ponad dwukrotne ograniczenie wielkości strat gleby w stosunku do roślin okopowych.

Literatura

- Banasik K., Górski D.:** *Wykorzystanie uniwersalnego równania strat glebowych USLE do oceny ilości rumowiska unoszonego odpływającego z małych zlewni.* Gospodarka Wodna nr 3/92, 1992r.
- Edwards L. M., Burney J. R.:** *The effect of antecedent freeze-thaw frequency on runoff and soil loss from frozen soil with and without subsoil compaction and ground cover.* Can. Journal of Soil Science. 69: 799-811, 1989r.
- Koćmit A.:** *Aktualny stan przeobrażeń gleb podlegających erozji wodnej w warunkach Pomorza Zachodniego.* Zeszyty Naukowe AR Kraków, 1992r.
- Marcinek J.:** *Rozmiary erozji wodnej gleb w Wielkopolsce.* Roczn. AR Poznań, 266, Mel. Inż. Środ., 14, 1994r.
- Marcinek J., Komisarek J., Kaźmierowski C.:** *Degradacja fizyczna gleb płowych i czarnych ziem intensywnie użytkowanych rolniczo w Wielkopolsce.* Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. z 418, 143-147, 1995r.
- Piotrowska I.:** *Zastosowanie modelu DR-USLE w badaniach procesów erozji wodnej gleb w strefie młodoglacjalnej (zlewnia górnej Parsęty, Pomorze Zachodnie).* Badania fizjograficzne na Polską Zachodnią. Seria A-Geogr. Fiz., t.49, 1998r.
- Quine T.A., Walling D.E., Zang X.:** *The role of tillage in soil redistribution within terraced fields on the loess plateau, China: an investigation using Cesium-137.*

- Runoff and sediment Yield Modelling, Proceedings of the Warsaw Symposium, SGGW, 1993r.
8. Rhoton F. E., Tyler D. D.: *Erosion-induced changes in the properties of fragripan soil*. Soil Sci. Soc. A.M. J., vol. 54: 223-228, 1990r.
 9. Sienkiewicz M.: *Rola denudacji antropogenicznej w przeobrażeniu stoków gleb w środkowej części Polski północnej*. Geoekosystem obszarów nizinnych. Ossolineum: 153-158, 1993r.
 10. Szafranski Cz.: *Spyły powierzchniowe i erozja wodna gleb na bogato rzeźbionych terenach polodowcowych*. Zeszyty Naukowe AR Kraków, 101-109, 1992r.
 11. Szafranski Cz.: *Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji*. Roczn. AR Poznań 244, 1993r.
 12. Szafranski Cz., Fiedler M., Stasik R.: *Ocena natężenia erozji wodnej gleb w mikrozdewniach rolniczych Pojezierza Gnieźnieńskiego*. IUNG, Prace Nauk., cz.2., Puławy, 157-167, 1996r.
 13. Wischmeier W. H., Smith D. D.: *Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning*. USDA Agriculture Handbook 537, Washington D.C., 1978r.
 14. Woś A.: *Zarys klimatu Polski*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 1995r.

Streszczenie

W okresie badań terenowych prowadzonych w latach hydrologicznych 1995/96÷1997/98 w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy, położonej na Pojezierzu Gnieźnieńskim jawne formy erozji wodnej zaobserwowano w sumie jedenaście razy. Przeprowadzone badania polowe jak i obliczenia wykonane przy pomocy modelu USLE pozwalają stwierdzić, że w przypadku użytkowania gleb badanego obszaru jako gruntów ornych, stosowane często na Pojezierzu Gnieźnieńskim uprawy zbożowe są najkorzystniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia ochrony gleb przed erozją. Badania modelowe wskazują, że największe zagrożenie erozyjne gleb badanego obszaru stanowią uprawy kukurydzy i roślin okopowych.

The Impact of Chosen Plain Species Breeding on Water Erosion Appearance and Intensity in Rich Relief Area

Abstract

The field observations were carried out in the hydrological years 1995/96÷1997/98 at the Mokronosy Experimental Research Station located in the Gnieźnieńskie Lakeland. The events of water erosion were observed 11 times. The results of field investigation as well as the simulation made by USLE model indicates that cereal crops, which is frequently used at Gniezno Lakeland, is the most suitable as a form of water erosion protection. The modelling researches indicate that maize and root plants cause the highest threat of water erosion appearance.