

## REGIONALNY MONITORING EROZJI – ZADANIA I METODY

Marek Józwiak

Józwiak M., 1994: *Regionalny monitoring erozji – zadania i metody (The regional monitoring of erosion – assignments and methods)*. Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego, nr 2, s. 7-12, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.

**Zarys treści:** Erozja powierzchni ziemi w nieprzekształconych antropogenicznie systemach jest procesem naturalnym, natomiast wraz z wzrostem działalności gospodarczej staje się coraz bardziej czynnikiem degradującym środowisko przyrodnicze. Tereny erodowane cechują się znacznie zachwianą równowagą biologiczną prowadzącą do negatywnych zmian warunków ekologicznych. W województwie kieleckim zarówno warunki przyrodnicze, jak i ekonomiczno-gospodarcze sprzyjają rozwojowi erozji gleb. Ze względu na duży procent powierzchni zagrożonych erozją konieczne staje się objęcie tego zjawiska stałą kontrolą. Podstawowym warunkiem monitorowania zjawisk i przekształceń w środowisku przyrodniczym jest przyjęcie jednakowej dla całego kraju metodyki badawczej. Tylko w takim przypadku istnieje możliwość porównywania wyników badań uzyskiwanych w różnych regionach i określenie kierunku zmian.

Marek Józwiak, Świętokrzyska Stacja Terenowa, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Pl. Wolności 6, 25-367 Kielce.

### 1. Wstęp

Erozja powierzchni ziemi w nieprzekształconych antropogenicznie systemach jest procesem naturalnym, natomiast wraz z wzrostem działalności gospodarczej staje się coraz bardziej czynnikiem degradującym środowisko przyrodnicze. Dlatego już obecnie około połowa gruntów na kuli ziemskiej podlega, w mniejszym lub większym stopniu erozji gleb, przy czym każdego dnia jest dewastowanych około 3200 ha, a globalnie rozmiary zniszczeń szacuje się na 2 miliardy hektarów ziemi uprawnej – 15% powierzchni kontynentów [Bondariew 1974]. O tym, że współcześnie erozja gleb stanowi poważny czynnik przeobrażający powierzchnię ziemi świadczą doniesienia międzynarodowych organizacji do spraw rolnictwa i wyżywienia [FAO 1965, United Nations 1984].

W Polsce, jakkolwiek umiarkowany klimat ogranicza występowanie erozji, to jednak urozmaicona rzeźba terenów górskich, podgórskich, wyżynnych i pojeziernych oraz duża podatność na rozmywanie niektórych rodzajów gleb powoduje, że zagrożenie erozją wodną średnią i silną obejmuje około 4,5 mln ha, a łączna długość wąwozów wynosi około 40 tys. km [Józefaciuk, Józefaciuk 1976]. Rzeczywiste skutki erozji trudne są do przewidzenia. Wiadomym natomiast jest, że konsekwencją jej działania jest systematyczne degradowanie środowiska przyrodniczego poprzez przeobrażanie pokrywy glebowej, włącznie z powstawaniem nieużytków, zmianą rzeźby terenu (wzrost stromości i rozczłonkowanie stoków), sto-

sunków wodnych (głównie skracanie cyklu obiegu wody w ekosystemach), deformowanie dróg gruntowych i przekształcanie ich w wąwozy oraz uszkodzanie urządzeń technicznych. O degradacyjnym działaniu tych procesów dowiadujemy się zbyt późno, kiedy następuje gwałtowne załamanie się urodzajności gleby i spadek wielkości plonów.

Prognoza rozwoju erozji gleb przewiduje dalsze jej nasilanie się. Składa się na to wiele czynników, głównie działalność rolnicza:

- mechanizacja upraw i transportu rolniczego,
- niszczenie i zaniechanie konserwacji urządzeń piętrzących na rzekach,
- regulacja rzek,
- obniżenie produkcji obornika,

oraz pozarolnicza działalność człowieka:

- górnictwo, które dostarcza coraz więcej powierzchni przekształconych geomechanicznie lub uformowanych sztucznie, narażonych na erozję wodną i eoliczną,
- przemysł emitujący gazy i pyły, przyczyniający się do niszczenia drzewostanów, zwłaszcza iglastych i niekorzystnych zmian biofizykochemicznych właściwości gleb wywołujących procesy erozyjne.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie zadań i metod regionalnego monitoringu erozji.

## 2. Zagrożenie gleb erozją wodną i wietrzną w województwie kieleckim

W województwie kieleckim zarówno warunki przyrodnicze, jak i ekonomiczno-gospodarcze sprzyjają rozwojowi erozji gleb. Wśród zespołu erozjotwórczych elementów środowiska przyrodniczego pierwszoplanową rolę odgrywa pokrywa glebowa, a następnie rzeźba terenu i warunki klimatyczne [Józwiak 1988, Reniger 1957].

**Pokrywe glebową** charakteryzuje tu znaczna podatność na erozję wodną i wietrzną. O tym decydują głównie rodzajowe i gatunkowe cechy gleb. Wyróżniają się tu gleby pyłowe wytworzone z utworów lessowych, lessowatych i pyłowych, gleby wytworzone z piasków różnej genezy i wapieni różnego wieku geologicznego [Kowalkowski 1989]. Podatność gleb lessowych i pyłowych na procesy erozji zależy od zawartości w nich frakcji ilastej, od warunków klimatycznych, rzeźby terenu, zbiorowisk roślinnych oraz od systemu gospodarki rolnej i leśnej. Występująca w tych glebach erozja silna i bardzo silna, często prowadzi do zniszczenia całego profilu glebowego i odsłonięcia skał występujących w podłożu lessów. Gleby wytworzone z piasków są szczególnie podatne na erozję wodną wywołaną ulewami oraz na erozję wietrzną w okresach suchych i po pozbawieniu ich okrywy roślinnej. W glebach tych często ulega zniszczeniu warstwa orna i następuje odsłonięcie podpowierzchniowych poziomów glebowych. Gleby wytworzone z wapieni różnego wieku geologicznego pod względem podatności na erozję stawiane są na drugim miejscu po glebach lessowych. O podatności gleb na erozję decyduje ilościowy stosunek frakcji ziemistych do części szkieletowych oraz wiek skały macierzystej.

**Rzeźba terenu**, to drugi czynnik przyrodniczy warunkujący duże zagrożenie gleb przez erozję na omawianym terenie. Mimo niedużych wahań wysokości bezwzględnych występuje tu znaczna różnorodność form ukształtowania powierzchni, które zwłaszcza w części północnej zlewni rzeki Lubrzanki obejmującej pasma Masłowskie i Łysogórskie, wpływają na rozwój procesów erozyjnych.

**Warunki klimatyczne**, pomimo że ocenia się je w województwie kieleckim jako czynnik erozyjny o mniejszym znaczeniu, stwarzają w przekroju roku dwa okresy poważnego zagrożenia erozją [Józefaciuk i inn. 1987, Józwiak 1990]. Pierwszy okres to roztopy śniegowe. Raptowne, często kilkakrotne zanikanie pokrywy śniegowej, powodowane napływem ciepłych mas powietrza wywołuje intensywne spływy powierzchniowe i powszechną erozję wodną. Przeważają wtedy procesy spłukiwania. Drugi okres z dużą częstotliwością ulewnych deszczów występuje późną wiosną i latem. Mamy wówczas do czynienia z erozją wąwozową, pomimo że w tych porach roku znaczną ochronę stanowi dobrze już rozwinięta szata roślinna. Prędkość, siła i kierunek wiatru jest siłą motoryczną erozji wietrznej. Na omawianym terenie przeważają wiatry zachodnie i południowo zachodnie, a ich średnia prędkość wynosi 2,5-4,0 m·s<sup>-1</sup>. W ciągu roku – od kilku do 20 dni – najczęściej w okresie zimy, wiosny i późnej jesieni występują jednak wiatry o prędkościach od 10 do 15 m·s<sup>-1</sup> [Kozłowska, Paszyński 1967]. Erozyjne działanie wiatru szczególnie widoczne jest w okresie zimy, kiedy następuje zwiewanie śniegu, a z odsłoniętej powierzchni gleby transportowany jest materiał porwany, osadzany następnie na powierzchni pokrywy śniegowej w postaci cie-

mnego nalotu. Według GUS 29,7% ogólnej powierzchni gleb użytkowanych rolniczo w woj. kieleckim zagrożonych jest erozją wietrzną, 44,3% erozją wodną powierzchniową i 21,3% erozją wąwozową (Ochrona Środowiska 1992). Oprócz warunków przyrodniczych ogromną rolę w wyzwaniu i nasilaniu procesów erozji wodnej i wietrznej ma również czynnik antropogeniczny. Na powierzchni użytków rolnych 79,6% stanowią grunty orne. W sposobie uprawy przeważa tu wzdłużstokowy układ pól i działek, będący konsekwencją rozdrobnienia gospodarki chłopskiej. Wreszcie, niestosowanie agrotechniki przeciwoerozyjnej, to główne przyczyny sprzyjające występowaniu erozji. Niepoślednią rolę odgrywa także przemysł. Zwłaszcza w ostatnich latach nasilił się niekontrolowany dopływ do gleb różnorodnych zanieczyszczeń, z których szczególnie niebezpieczną grupę stanowią substancje emitowane przez zakłady przemysłowe. Pod ich wpływem zmienia się szata roślinna spełniająca funkcje glebochronne, zmniejsza się również odporność gleby na spłukiwanie.

Ta krótka charakterystyka warunków sprzyjających występowaniu erozji w województwie kieleckim wskazuje na wagę problemu z którym mamy do czynienia i konieczność objęcia tego zjawiska stałą kontrolą.

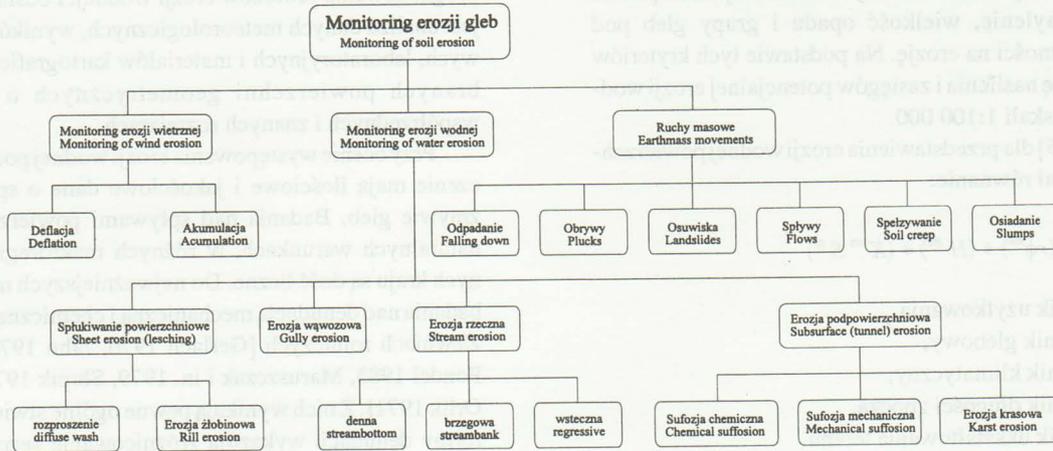
## 3. Zadania monitoringu i przegląd metod badawczych

Zadania monitoringu erozji można przedstawić następująco:

- zbieranie, przetwarzanie i przekazywanie informacji o stanie tych elementów środowiska przyrodniczego, które mają bezpośredni wpływ na występowanie i nasilanie się erozji,
- zbieranie informacji o zmianach jakościowych i ilościowych w układzie przestrzennym zagrożenia i występowania erozji według klasyfikacji zjawisk (rys. 1),
- kontrola procesów zachodzących w środowisku przyrodniczym związanych z erozją,
- opracowanie prognoz nasilania się zjawisk erozji oraz ich wpływu na degradację środowiska przyrodniczego,
- opracowywanie projektów zabiegów przeciwoerozyjnych zmierzających do ochrony środowiska przyrodniczego i regeneracji komponentów krajobrazu niekorzystnie przekształconych w wyniku działania erozji,
- integrowanie i usprawnianie badań nad erozją gleb mających na celu realizację zabiegów przeciwoerozyjnych i ocenę ich ekonomicznej efektywności.

Podstawowym warunkiem monitorowania zjawisk antropogenicznych przekształceń w środowisku przyrodniczym jest przyjęcie jednolitej dla całego kraju metodyki badawczej. Tylko w takim przypadku istnieje możliwość porównywania wyników badań uzyskiwanych w różnych regionach i określenia kierunku zmian.

Jednym z podstawowych zagadnień w badaniach nad erozją gleb jest prognozowanie przestrzennego rozmieszczenia i natężenia procesów erozyjnych. W literaturze zagranicznej można znaleźć liczne metody określania zagrożenia erozją wodną [Bennet 1955, Ellison 1947, Fiedotow 1973, Lingg 1940, Lloyd, Elley 1952, Smith 1941, Wischmeier, Smith 1965]. W Polsce badaniami metodycznymi zajmowali się



Rys. 1. Podział monitoringu erozji ze względu na klasyfikację zjawisk (wykorzystano klasyfikację Józefaciuków [18]).

między innymi: Reniger [1950], Niewiadomski [1955], Figuła [1955], Ziemiński [1964], Prochal [1972], Mazur [1971], Józefaciukowie [1985]. Wśród proponowanych metod dominują dwa kierunki. Pierwszy, reprezentowany przez Benneta [1955] i Ellisona [1947], za podstawę rozpatrywania przyjmuje głównie podatność gleb na erozję. Drugi kierunek rozpatruje występowanie procesów sphukiwania powierzchniowego [Fiedotow 1973, Lingg 1940, Lloyd, Elley 1952, Smith 1941, Wischmeier, Smith 1965], a stan zagrożenia gleb jest wyrażany równaniami empirycznymi. Równania te różnią się sposobem podejścia do istoty procesów, znaczenia czynników sprawczych i ich wzajemnymi zależnościami.

Metody prognozowania erozji można podzielić na trzy grupy: obliczeniową, empiryczną i hydrometryczną. Metoda obliczeniowa polega na ocenie erozji na podstawie sumowania lub mnożenia wcześniej określonych czynników erozyjnych, ocenianych na podstawie badań. Największe uznanie zyskało uniwersalne równanie strat gleby (USLE – Universal Soil Loss Equation) Wischmeiera, Smitha [1965], które ma postać:

$$A = R K L S C P$$

A – ilość średniej rocznej straty gleby na jednostkę powierzchni,  
R – średnia roczna wartość parametru czynnika opadu, obliczana według wzoru:

$$R = \frac{E_{130}}{n}, \text{ gdzie: } E_{130} - \text{erozyjny indeks opadów i ich 30 minutowej intensywności, } n - \text{liczba lat obejmująca dane o opadach, } 100 - \text{do redukcji otrzymanych wartości } R,$$

opadów i ich 30 minutowej intensywności, n – liczba lat obejmująca dane o opadach, 100 – do redukcji otrzymanych wartości R,

K – współczynnik zależny od rodzaju gleby,

L – współczynnik długości zbocza, który zwykle wyraża się wskaźnikiem 0,5,

S – współczynnik nachylenia zbocza, wyrażający stosunek straty materiału glebowego z powierzchni o określonym nachyleniu do straty o nachyleniu 9% i obliczany według wzoru:  $0,00076 S^2 + 0,0053 S + 0,0076$  (S – nachylenie zbocza w %),

C – współczynnik ochronnej funkcji okrywy roślinnej, który wyraża stosunek straty materiału glebowego na powierzchni z roślinnością do straty na powierzchni bez roślinności,

P – współczynnik ochronnej funkcji zabiegów przeciwozyjnych, wyrażany jako stosunek straty materiału glebowego z powierzchni na której zastosowano zabiegi przeciwozyjne do straty z powierzchni bez tych zabiegów.

Równanie to umożliwia przedstawienie średnich rocznych strat gleby na podstawie 6 zasadniczych czynników oraz określenia wpływu czynników ograniczających te straty. Metoda USLE jest wykorzystywana w badaniach erozyjnych przez badaczy w różnych krajach świata [Canuti i in. 1988, Janeczek, Passak 1992, Mou, Xiong 1980].

Przedstawiciele **metod hydrometrycznych** swoje zainteresowania skupiają głównie na charakteryzowaniu odpływu podczas powierzchniowej erozji wodnej, eliminując wpływ opadu jako zasadniczego czynnika erozyjnego. Utożsamiają oni proces erozji wodnej powierzchniowej głównie z ruchem wody. Polakow [1946] uważa, że erozję gleb można oceniać z ilości zawiesziny unoszonej przez rzeki. Mirchuława [1970] przedstawił teoretyczny schemat na ilościowe ujęcie stałego odpływu z powierzchni dotkniętej erozją poprzez mechaniczne wykorzystanie zależności rozmywania i ruchu zawiesziny glebowej w rzekach:

$$qx_2 = 1.1 \cdot 10^{-6} j w d s \frac{x_2}{x_1} \left( \frac{V_0^2}{V_0^2 P W} - 1 \right) dx$$

$qx_2$  – rozchód stałego odpływu (q) na jednostkę czasu ze średniej jednostki powierzchni o długości  $x_2$  w  $t/m^3 \cdot s^{-1}$ ,

$x_1$  – długość zbocza bez erozji w m,

$x_2$  – odległość danego punktu zbocza do miejsca rozdziału wody w m,

j – względny ciężar szkieletu gleby w  $t/m^3$ ,

w – średnia częstość prędkości wody w  $s^{-1}$ , którą przyjmuje się za  $10 s^{-1}$ ,

d – średnica wyłączonych agregatów w m,

$V_0^2 x$  – prędkość denna prądu wody ze zbocza w punkcie x w m/s,

$V_0^2 P W$  – dopuszczalna denna prędkość prądu wody w m/s.

W polsce inwentaryzację potencjalnej erozji wodnej pierwsza wykonała Reniger [1950]. Dla scharakteryzowania wodnej erozji gleb określiła ona najważniejsze czynniki erozyjne, a na podstawie ich wzajemnych zależności wyróżniła 8 klas

nasilenia procesów powierzchniowych. W każdej klasie podała przeciętne nachylenie, wielkość opadu i grupy gleb pod względem podatności na erozję. Na podstawie tych kryteriów opracowała mapę nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji wodnej w Polsce, w skali 1:100 000.

Figura [1955] dla przedstawienia erozji wodnej powierzchniowej opracował równanie:

$$E_p = (ac) * (r\phi^m) * (H^m) * (X^m S^n)$$

ac – wskaźnik użytkowania,

$r\phi^m$  – wskaźnik glebowy,

$H^m$  – wskaźnik klimatyczny,

$X^m$  – wskaźnik długości zbocza,

$S^n$  – wskaźnik ukształtowania terenu.

Autor ten zaproponował 5 klas erozji, przy czym nasilenie erozji w każdej następnej klasie jest w przybliżeniu dziesięciokrotnie wyższe, niż w poprzedniej. Metoda ta opierająca się o parametry hydrologiczne, petrograficzne, ukształtowanie terenu i sposób użytkowania ziemi została zastosowana do oceny natężenia erozji powierzchniowej na terenie województwa rzeszowskiego [Janowski i inn. 1968].

Kolejną pracą, która ujmuje problem zagrożenia erozją wodną powierzchniową jest opracowanie zasad inwentaryzacji erozji potencjalnej przez Józefaciuków [1976]. Za kryteria wyznaczania erozji wodnej przyjęli oni spadki terenu, podatność gleb na spłukiwanie powierzchniowe i roczne sumy opadów. Kombinacje tych czynników ujęto w 5 stopniach zagrożenia erozją potencjalną. Z kolei po uwzględnieniu czynnika użytkowania gruntów zagrożenie erozją potencjalną maleje do tzw. erozji aktualnej. Erozja ta w stosunku do erozji potencjalnej, czyli mogącej powstać w określonych warunkach przybliży obraz zagrożenia do stanu faktycznego. Próbę zbliżenia oceny potencjalnej erozji do stanu faktycznego stanowi również propozycja Koreleskiego [1991]. Obok parametrów branych pod uwagę przy ocenie erozji potencjalnej uwzględnia ona dodatkowo pomiar kąta zawartego pomiędzy kierunkiem orki a linią spadku, określenie rodzaju uprawy i rejestrację występowania teras rolnych. Ze względu na przyjęte parametry metoda ta służyć może jednak tylko do oceny natężenia erozji w mikroskali. Wymaga ona bowiem przeprowadzenia określonych pomiarów i autopsji.

Na uwagę zasługują także metody określania stopnia zagrożenia erozją za pomocą teledetekcji [Fiodorowicz-Jackowski i inn. 1983, Gil, Olędzki 1980]. Zalety stosowania teledetekcji można ująć następująco:

- model stereoskopowy utworzony za pomocą odpowiednio wykonanych zdjęć lotniczych pozwala na bardzo szczegółową analizę zjawisk erozyjnych,
- zdjęcia lotnicze obrazują chwilowy stan sytuacji terenowej, który zgeneralizowany jest tylko w znikomym stopniu zdolnością układu: obiektów – materiał światłoczuły,
- wykonanie zdjęć w różnych okresach pozwala na uchwycenie różnic w chwilowych obrazach sytuacji terenowej,
- wielospektralne zdjęcia lotnicze w skali 1:10 000 umożliwiają tworzenie kompozycji barwnych ułatwiających interpretację obrazu, w szczególności miejsc z silnie uszkodzoną pokrywą roślinną oraz z formami erozji.

Wykorzystując dane teledetekcyjne, konwencjonalne i równanie USLE Józefaciukowie [1993] proponują metodę

prognozowania procesów erozji wodnej. Podstawą tej metody jest analiza danych meteorologicznych, wyników badań polowych, laboratoryjnych i materiałów kartograficznych dla wybranych powierzchni geometrycznych o określonych współrzędnych i znanych rozmiarach.

Przy ocenie występowania erozji wodnej podstawowe znaczenie mają ilościowe i jakościowe dane o spływie wody i zmywie gleb. Badania nad spływami powierzchniowymi w naturalnych warunkach, w różnych makroregionach erozyjnych kraju są dość liczne. Do najważniejszych można zaliczyć badania nad denudacją mechaniczną i chemiczną w wybranych zlewniach rolniczych [Gerlach 1976, Jahn 1972, Józefaciuk, Pondel 1983, Maruszczak i in. 1979, Słupik 1973, Ziemiński, Orlik 1971]. Z nich wynikają pewne ogólne stwierdzenia. Obie formy denudacji wykazują zróżnicowanie sezonowe, a więc rozwijają się głównie w okresie z roztopami śniegowymi lub w okresie z ulewnymi deszczami, zależnie od typu roku klimatycznego. Wielkość rumowiska wynoszonego ze zlewni jest znacznie mniejsza w porównaniu z przemieszczonym rumowiskiem wewnątrz zlewni. Natomiast rozmiary denudacji chemicznej są o wiele bardziej zbliżone do rzeczywistej, ogólnej ilości substancji rozpuszczonych w wodach powierzchniowych wypływających ze zlewni. Duże znaczenie dla określenia rzeczywistego natężenia erozji i co ważne kierunku w jakim ten proces następuje jest metoda oceny stanu zdegradowania gleb na przekrojach niwelacyjno-glebowych [Oświecimski 1960, Ziemiński, Mazur 1955]. Określenie natężenia erozji gleb na podstawie zmian w rzeźbie wymaga długiego okresu badań, gdyż w małym przedziale czasu zmiany będą trudno uchwytnie.

Wśród metod badawczych erozji wietrznej Podsiadłowski [1988] wyróżnia: metodę kolejnych niwelacji terenu, która pozwala na określenie wielkości przemieszczeń materiału glebowego; metodę pomiaru zapylenia powietrza w strefie przyziemnej, dokonywanego za pomocą deflametru; metodę fotogrametryczną; metodę teledetekcji lotniczej i satelitarnej. Wspólną cechą wymienionych metod jest możliwość określenia natężenia lub skutków erozji wietrznej bez ingerencji w przebieg tego procesu. Pozwalają one na ocenę zagrożenia erozyjnego poszczególnych gleb w różnych okresach roku oraz w różnych warunkach klimatycznych. Dla określenia wpływu na erozję wietrzną takich czynników jak: stan fizyczny wierzchniej warstwy gleby (wilgotność, struktura agregatowa, porowatość), okrywa roślinna i prędkość wiatru, stosowane są metody pomiaru w tunelach aerodynamicznych. Rozpoznanie erozji wietrznej w kraju jest bardzo słabo zaawansowane. Józefaciukowie [1975] opracowali mapę zasięgów zagrożenia erozją wietrzną na podstawie mapy topograficznej i glebowo-rolniczej, jako kryteria wyznaczania erozji przyjęli: rzeźbę terenu, gatunek gleby i lesistość.

#### 4. Podsumowanie

W geograficznych warunkach Polski Region Świętokrzyski obejmujący województwo kieleckie zaliczany jest do obszarów o dużych predyspozycjach do degradowania procesami erozji. Erodowane tereny cechują się znacznie zachwianą równowagą biologiczną, prowadzącą do negatywnych i najczęściej trwałych zmian warunków ekologicznych. W rezultacie erozyjnego degradowania gleb, deformowania rzeźby terenu, zakłócania stosunków wodnych, niszczenia urządzeń technicz-

nych i pogarszania się warunków do wzrostu i rozwoju roślin maleją homeostatyczne zdolności ekosystemów, zapewniające trwałość i możliwość samoregeneracji krajobrazów. Ta wielokierunkowość zagrożeń wynikających z występowania erozji stwarza konieczność podjęcia prac nad zorganizowaniem systemu monitoringu erozji. W ramach monitoringu należy prowadzić ciągłe obserwacje procesów zmywu gleby i odpływu wód powierzchniowych. W tym celu trzeba wybrać typowe pod względem rzeźby, użytkowania i rodzajów gleby zlewnie, by można kontrolować intensywność przemieszczania gleby, ilości odpływających wód i soli w poszczególnych okresach roku i kolejnych latach. Uzyskiwane i stale aktualizowane dane pozwolą na:

- ochronę i konserwację naturalnych zasobów środowiska i walorów krajobrazu,
- podjęcie działań przywracających dodatnie wartości zdegradowanym elementom przyrodniczym,
- przekształcenie zamierzonych komponentów biologicznego i technicznego zagospodarowania, włącznie z rekultywacją gruntów.

## 5. Literatura

- Bennet H.H., 1955: *Elements of soil conservation*. McGraw Hill, New York – Toronto – London.
- Bondariew L., 1974: *Wiecznoje dżwizenije. Planietarnej pieriemieszczeni-je wieszczstwa i czelowiek*, Moskwa.
- Canuti P., Forti G., Moretti S., 1988: *Proceedings of the fifth international soil conservation conference*. Edited by Sanarn Rimwanich, Bangkok, Thailand.
- Ellison W.D., 1947: *Soil erosion studies*. Agric. Eng. 28 no 4-7.
- Fiedotow W.S., 1973: *Mietodika ocienki i opyt kartirowanija tjeritorii Moldawskiej SRR po potencjalnoj liwniewoj erozji poczw*. Ocienka i kartirowanije erozjonnoопасnych i dieflacjonnoопасnych ziemiel, Izd. MGU, Moskwa.
- Figula K., 1955: *Wstępna charakterystyka zjawisk erozji na terenie kilku powiatów woj. krakowskiego*. Roczn. Nauk Roln. ser. F, t. 71, z. 1.
- Fiodorowicz-Jackowski W., 1983: *Wzorzec zagrożenia erozyjnego na podstawie wybranych komponentów i właściwości środowiska geograficznego z wykorzystaniem teledetekcji*. IGIK W-wa (mps).
- Gerlach T., 1976: *Współczesny rozwój stoków w Polskich Tatrach Fliszowych*. Prace Geogr. 102.
- Gil E., Ołędzki J., 1980: *Ocena wrażliwości zdjęć lotniczych i analizy fotointerpretacyjnej w badaniach zagrożenia erozyjnego rolniczej przestrzeni produkcyjnej w oparciu o obszary modelowe*. IGIPZ PAN Kraków (mps).
- Jahn A., 1972: *Wstępne obserwacje nad selektywną erozją gleb w Sude-tach*, Probl. Zagospod. Ziem Górskich, PAN, z. 10.
- Janecek M., Passak V. i in., 1992: *Ochrana zemèdèlskè pudy prèd erozi*. UVITIZ, Praha, 5.
- Janowski B., Korelewski K., Jagła S., Michalczewski M., 1968: *Charakterystyka występowania erozji powierzchniowej na terenie woj. rzeszowskiego*. Probl. Zagospod. Ziem Górskich PAN, z. 6.
- Józefaciuk C., Józefaciuk A., 1975: *Ochrona i rekultywacja gruntów rolnych*. Wyd. IUNG Puławy, mat. szkol. L.
- Józefaciuk C., Józefaciuk A., 1975: *Zasady inwentaryzacji gruntów zagrożonych erozją*. Mat. Międzynarod. Sympozjum pt. „Ochrona gleb przed erozją”. Wyd. IUNG Puławy.
- Józefaciuk C., Józefaciuk A., 1976: *Zagrożenie erozją i melioracje przeciwoerozyjne w Polsce*. Mat. sympozjum nauk.-techn. NOT.
- Józefaciuk C., Pondel H., 1983: *Skład chemiczny wód rzecznych w zlewni rzeki Stobnicy (Pogórze Dynowskie)*. Pam. Puławy, z. 80.
- Józefaciuk C. i in., 1985: *Metoda opracowania mapy potencjalnej erozji wodnej gleb w Polsce*. Roczn. Glebozn. t. XXXVI, nr. 1.
- Józefaciuk C., Józefaciuk A., 1987: *Próba klasyfikacji erozji gleb z uwzględnieniem celów użytkowych*. Roczn. Glebozn. t. XXXVIII, nr. 1.
- Józefaciuk C., Józefaciuk A., Szary A., 1987: *Przeciwdziałanie erozyjnym skutkom ulew na przykładzie Dębna w regionie świętokrzyskim*. Roczn. Glebozn. t. XXXVIII, nr. 1.
- Józefaciuk A., Józefaciuk C., 1993: *Próba prognozowania wodnej erozji gleb na podstawie zintegrowanych danych konwencjonalnych i teledetekcyjnych*. Wyd. IUNG P(54) Puławy.
- Jóźwiak M., 1988: *Zagrożenie gleb erozją wodną (Góry Świętokrzyskie)*, Aura 10.
- Jóźwiak M., 1990: *Rozpoznanie erozji wodnej gleb jako podstawa melioracji przeciwoerozyjnych w regionie Gór Świętokrzyskich*. Zeszyty nauk. AR Kraków z. 25.
- Koreleski K., 1991: *Erozja powierzchniowa i jej urzędzenioworolne aspekty na przykładzie wsi górskiej*. Zeszyty nauk. AR Kraków z. 30.
- Kowalkowski A., 1989: *Mapa glebowa regionu świętokrzyskiego*. Mat. WSP Kielce (mps).
- Kozłowska-Szczęśna T., Paszyński J., 1967: *Stosunki klimatyczne Gór Świętokrzyskich*. Probl. Zagospod. Ziem Górskich, z. 4.
- Lingg A.W., 1940: *Degree and effect of land slope as it effects soil loss in runoff*. Agric. Eng. 21.
- Lloyd C.H., Elley G.W., 1952: *Graphical solution of probable soil formula for North-Eastern region*. Journ. of Soil and Water Conserv. 7.
- Maruszczak H., Częstochovska E., Gajewski I., 1979: *Denudacja mechaniczna i chemiczna w dorzeczu Ciemięgi na Wyżynie Lubelskiej*. Zeszyty Probl. Postęp. Nauk Roln. z. 222.
- Mazur Z., 1971: *Erozja wodna gleb w zlewni rzeki Gorajec*. Zeszyty Probl. Postęp. Nauk Roln. z. 119.
- Mircchuława C.E., 1970: *Inżynieryjne metody raczieta i prognoza wodno-erozji*. Kołos, Moskwa.
- Mou J., Xiong G., 1980: *Prediction of sediment yield and evaluation of silt detention by measures of soil conservation in small watersheds of north Shaanxi*. Int. Symp. River Sedimentation, Beijing, preprint (in Chinese with English summary).
- Niewiadomski W., 1955: *Uprawa na terenach erodowanych*. Dodatek do zaleceń agrotechnicznych na sezon wiosenny. PWRiL W-wa. Ochrona Środowiska 1992, GUS W-wa.
- Oświecimski A., 1960: *Zróżnicowanie gleb uprawnych przedgórza Sudetów Środkowych i Kotliny Kłodzkiej*. Roczn. Nauk Roln. s.F., t. 74.
- Podsiadłowski S., 1988: *Metody pomiaru erozji wietrznej w tunelach aerodynamicznych*. Roczn. AR Poznań, CCIII.
- Polakow B.W., 1946: *Hydrologiczieskiej analiz i raczoty*. Leningrad.
- Prochal P., 1972: *Erozja gleb w terenach podgórskich i górskich w Polsce*. Zeszyty Probl. Postęp. Nauk Roln. z. 138.
- Reniger A., 1950: *Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce*. „Badania nad erozją gleb w Polsce” praca zbiorowa, PWRiL W-wa.
- Reniger A., 1957: *Erozja gleb w woj. kieleckim*. Zeszyty Probl. Postęp. nauk Roln. z. 8.
- Ślupik J., 1973: *Zróżnicowanie splywu powierzchniowego na fliszowych stokach górskich*. Dokum. Geogr. 2.
- Smith D.D., 1941: *Interpretation of soil conservation data field use*. Agric. Eng. 22.
- Soil erosion by water, 1965: *FAO Agricultural Development Paper*, 81 Rome. *Technical raport on methods of combating erosion, recultivating land and improving soil quality*, 1984, United Nations, ECE (AGRI) 76, Geneva.
- Wischemeier W.H., Smith D.D., 1965: *Predicting Rainfall – Erosion Loss from Cropland Rast of the Rocky Mountains*. Agric. Handbook, 282, Washington.
- Ziennicki S., 1964: *Zasięgi erozji gleb w południowej części woj. lubelskiego*. Biulet. Lub. Tow. Nauk. t. III-IV.
- Ziennicki S., Mazur Z., 1955: *Przekrój zbocza jako odzwierciedlenie erozji gleb*. Ann. UMCS s.E, vol. 10.
- Ziennicki S., Orlik T., 1971: *Charakterystyka okresowych splywów z falistej zlewni lessowej*. Zeszyty Probl. Postęp. Nauk Roln. z. 119.

## REGIONAL MONITORING OF EROSION ASSIGNMENTS AND METHODS

### Summary

Ground erosion in the antropogenically unchanged ecosystems is a natural process. Yet, along with the increase of economic activities it becomes a degrading factor. The characteristics of the eroding areas is their considerably unsettled biological imbalance which leads to negative changes of the ecological conditions. In the district of Kielce, both the natural and economic conditions are conducive to the development of erosion.

The data of GUS (Main Bureau of Statistics) testify to this as follows: from all the cultivated areas in general 29,7% is threatened by wind erosion, 44,3% by sheet erosion and 21,3% by gully erosion. Due to the high percentage of grounds threatened by erosion constant control of this phenomenon is necessary. The essential condition of the monitoring of these kinds of phenomena, and of the transformations in the natural environment, is the acceptance of the kind of research methodology for the whole country.

Only then there is the possibility to compare the results of the research obtained from different regions of the country on a consistent basis and then to define the direction of changes.

In the field of monitoring constant observations of the sheet erosion processes and of the surface water outflow process should be included. For this purpose one should choose typical catchment basins according to their configuration, soil use, and soil category, in order to make it possible to assess the intensity of the soil translocation, the amount of the outflowing waters and salts in each particular season of the following years.

The obtained data, continually brought up to date, will allow for:

- protection and conservation of the natural resources and beautiful scenery,
- initiating the activities to restore the positive features of the degraded natural environment,
- appropriate modification of future biological and technical cultivations.