

ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII GPS-GIS DO REJESTRACJI FORM EROZYJNYCH NA DUŻYCH OBSZARACH

Marek Podlasiński, Adam Koćmit, Adam Bujak

Katedra Eroзии i Rekultywacji Gleb, Akademia Rolnicza
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-442 Szczecin
email: erozja@agro.ar.szczecin.pl

Streszczenie. Intensywnie przebiegające procesy eroзии wodnej powodują niekiedy bardzo obfite pojawienie się żłobin i osadów erozyjnych. Wczesną wiosną istnieje realna groźba zniszczenia śladów eroзии przez zabiegi agrotechniczne. W krótkim czasie należy zatem odwzorować przebieg żłobin, określić ich parametry, a także zlokalizować stożki napływowe w przestrzeni i określić ich miąższość. Tradycyjnie, w obrębie danego pola wybiera się miejsca reprezentatywne, metodami manualnymi dokonuje się złożonych pomiarów, a następnie po obliczeniach szacuje rozmiar eroзии na większych powierzchniach, na przykład – małej zlewni. Autorzy zaproponowali do rejestracji eroзии na dużym polu płodozmianowym (145 ha) metodę GPS-GIS do odwzorowania przebiegu żłobin i zakreslenia powierzchni pola przykrytych osadami erozyjnymi (stożki deluwialne). Zastosowana metoda pomiarów eroзии wodnej gleb rozwiązuje szereg problemów, z którymi spotykamy się przy tradycyjnie wykonanej inwentaryzacji. Przede wszystkim uzyskujemy przebieg żłobin na dużych obszarach ze stosunkowo wysoką dokładnością (błąd poniżej 10%). Kolejną zaletą opisywanej metody jest stosunkowo krótki czas wykonywania pomiarów terenowych niemożliwy do uzyskania przy tradycyjnym pomiarze. Dużym ułatwieniem przy stosowaniu opisywanej metody jest możliwość kontrolowania dokumentacji bezpośrednio w terenie na monitorze palmtopa i wykonywanie ewentualnych korekt, które później byłyby nie możliwe do wykonania. Na podstawie dokonanej całkowitej ewidencji żłobin i osadów w obrębie danego pola uzyskuje się bardziej wiarygodne szacunki dla całej zlewni.

Słowa kluczowe: technika GPS-GIS, erozja wodna, wielkość zmywu, obszar morenowy

WSTĘP

Intensywnie przebiegające procesy eroзии wodnej, na przykład w okresie schyłku zimy i wczesnej wiosny, powodują niekiedy bardzo obfite pojawienie się żłobin i osadów erozyjnych. Poza określonymi skutkami w przekształceniu gleb, taki stan rozwoju eroзии powoduje także duże spiętrzenie prac inwentaryzujących skutki eroзии w badaniach niestacjonarnych (bez zainstalowania odpowiedniej aparatury na polu).

W krótkim czasie należy odwzorować przebieg żłobin, określić ich parametry: długość, głębokość i szerokość, a także zlokalizować stożki napływowe w przestrzeni i określić ich miąższość. Wczesną wiosną istnieje realna groźba zniszczenia śladów erozji przez zabiegi agrotechniczne. Rejestrację erozji wykonuje się często metodami uproszczonymi (także szacunkowymi), a bardziej szczegółowo przeprowadza się tylko na reprezentatywnych zboczach i dla wybranych żłobin [1-3].

Celem pracy jest zaprezentowanie nowej metody rejestracji żłobin i stożków napływowych na dużych obszarach, zwiększającej szybkość pracy, dokładność i ułatwiającej opracowanie kameralne wyników z zastosowaniem technik komputerowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania rozmiarów erozji wodnej gleb przeprowadzono przy użyciu zestawu GPS-GIS „ROMAR” w skład którego wchodzi: odbiornik GPS „GA24X”, komputer przenośny (palmtop HP4540) oraz oprogramowanie GIS „ArcPad” firmy ESRI. Urządzenie GPS jest odbiornikiem 12 kanałowym wykorzystującym dodatkowo korektę fazową pomiarów PhaseLockTM co w terenie otwartym przy korzystnym rozkładzie satelitów daje dokładność poniżej 2 m.

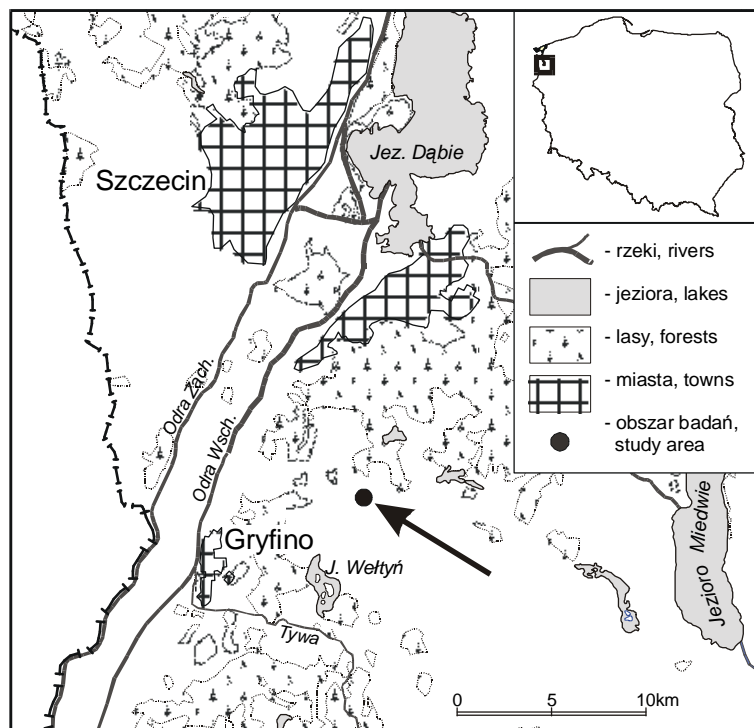
Zastosowanie technologii GPS pozwala prowadzić badania terenowe obiektów liniowych i powierzchniowych w sposób ciągły, przy stosunkowo niedużym, stałym błędzie. Dokładność lokalizacji charakterystycznych punktów można dodatkowo zwiększyć przy pomocy uśredniania (do tego wymagana jest określona liczba pomiarów – kilkadziesiąt do kilkuset).

W badaniach erozji wodnej gleb opracowaną metodą przyjęto następujące założenia:

- długość i przebieg żłobin rejestrowano odbiornikiem GPS,
- głębokość i szerokość żłobin mierzono miarką w kilkunastu miejscach, a następnie uśredniano w celu uzyskania pojedynczych wartości, które wprowadzano do bazy danych w programie ArcPad,
- w przypadku wystąpienia żłobin o dużych wahaniami mierzonych parametrów dzielono je na odcinki o zbliżonych rozmiarach,
- w przypadku stożków deluwialnych foremnych i mniejszych powierzchniowo lokalizowano ich środki (centroidy) oraz przez pomiar taśmą ustalano ich średnią długość i szerokość,
- stożki rozległe i nieforemne dzielono na charakterystyczne części i dla nich osobno określano żądane parametry,
- średnią miąższość osadów uzyskiwano wykonując pomiary w kilkunastu losowo wybranych miejscach w obszarze całego stożka.

WYNIKI BADAŃ

Badania przeprowadzono na polu o przeciętnie (dla warunków Pomorza) wykształconej rzeźbie terenu i powierzchni 145 ha około 1 km na południe od miejscowości Wysoka Gryfińska (rys. 1). Pole było pozostawione na okres zimowo-wiosenny bez okrywy roślinnej, częściowo zwałowane wałem pierścieniowym po orce głębokiej (zagęszczenie poziomu próchnicznego), a w pozostałej części pozostawione w ostrej skibie. Wałowanie jest elementem technologii uprawy gleby przyjętej przez użytkownika w uprawie buraka cukrowego. Zabiegi te były wykonane jesienią 2003 roku i według opinii użytkownika miały na celu optymalizację warunków glebowych w uprawie buraka.

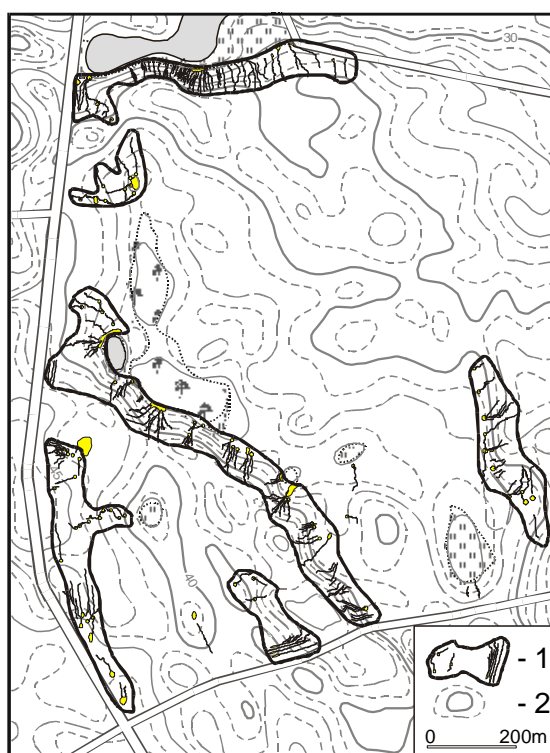


Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań

Fig. 1. Study area location

Naszym zdaniem, wykonane wałowanie stało się przyczyną silnego rozwoju erozji wodnej w okresie roztopów zimowo-wiosennych i z tej przyczyny należy uznać ten zabieg za błędny agrotechnicznie, nie gwarantujący ochrony przeciwoerozyjnej.

W wyniku przeprowadzonych prac terenowych uzyskano następujące wyniki. Na powierzchni badanego pola zarejestrowano ponad 10 350 m długości żłobin. Całkowita ilość przemieszczonego materiału obliczona na podstawie objętości żłobin i gęstości objętościowej poziomu próchnicznego erodowanych gleb wynosi 171 ton. Badania wykazały, że erozja żłobinowa wystąpiła w określonych obszarach stanowiących około 10% badanego pola (rys. 2). Wystąpienie zmywania związane było przede wszystkim ze spadkami terenu, ale również mieściło się w tej części pola, która była objęta wałowaniem.



Rys. 2. Rozkład stref o największym nasileniu erozji wodnej w Wysokiej Gryf. w 2004 r. 1 – strefy silnej erozji żłobinowej, 2 - warstwie

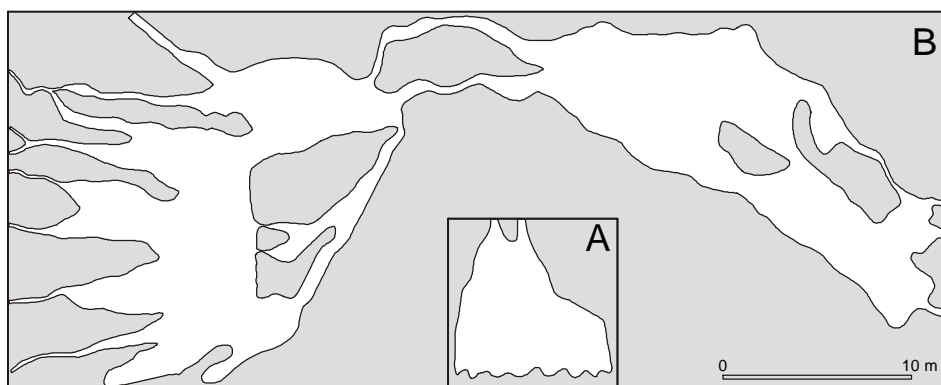
Fig. 2. Zones of strong water erosion near Wysoka Gryf. in 2004. 1 – areas of strong rill erosion, 2 – contour lines

Uzyskano obraz erozji wodnej zbliżony do pełnego rozpoznania terenowego umożliwiające wykonanie różnych ocen i szacunków. W obszarze wystąpienia erozji (10% powierzchni pola rozciętej żłobinami) uzyskano średni zmyw w wielkości $11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast dla całego badanego pola (po uwzględnieniu także

obszaru pola w ostrej skłębie o mniejszym nasileniu erozji) wartość ta wyniosła już $1,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Szacunkowe określenie wielkości erozji w obrębie całej zlewni ciekła Wełtynka (około 88 km^2), w której położony jest obszar badań, dało wynik $0,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Porównanie wyników badań uzyskanych metodą GPS-GIS i tradycyjnie

Do porównań wzięto zespół czterech żłobin występujących odrębnie na zboczu zachodnim w południowej części pola i dwa stożki deluwialne. O ile żłobiny morfologicznie mało się różniły w różnych elementach rzeźby terenu, o tyle stożki były zróżnicowane ze względu na powierzchnię, kształt i masę nagromadzonego materiału glebowego. Do porównań wybrano jeden prosty stożek o układzie wachlarzowatym (rys. 3A) i jeden o bardzo złożonym kształcie i rozległej powierzchni (rys. 3B).



Rys. 3. Rozmiary i ukształtowanie stożków deluwialnych: prostego (A) i złożonego (B)

Fig. 3. Size and shape of deluvial fans: simple (A) and complex (B)

Żłobiny miały długość 29-55 m, przy głębokości 3-12 cm i szerokość od 5 do 23 cm. Według pomiarów metodą tradycyjną cztery żłobiny wykazały objętość $1,30 \text{ m}^3$, natomiast pomiar metodą GPS-GIS wykazał objętość $1,42 \text{ m}^3$. Wyniki różnią się o $0,12 \text{ m}^3$, co w odniesieniu do wartości uzyskanej metodą tradycyjną stanowi 9%. Do porównania objętości osadów wzięto stożki z innej części pola. Pomiar objętości materiału glebowego w stożku foremnym, ukształtowanym wachlarzowato, dał wynik metodą tradycyjną – $1,37 \text{ m}^3$ a metodą GPS-GIS $1,48 \text{ m}^3$. Podobnie jak przy pomiarze żłobin, zastosowanie metody GPS-GIS powoduje wzrost wartości objętości osadu o $0,11 \text{ m}^3$ (8% wartości uzyskanej w metodzie tradycyjnej).

W przypadku stożków złożonych (duża powierzchnia i dendrytowy kształt – rys. 3B) występuje trudność rejestracji osadu dokonanej metodą tradycyjną, jak

też proponowaną. Wyniki są bardziej rozbieżne. Według tradycyjnej metody objętość materiału glebowego wyniosła $8,4 \text{ m}^3$, a wg metody GPS-GIS – $7,2 \text{ m}^3$. Różnica w pomiarze wynosi $1,2 \text{ m}^3$ (14%). Przyjmując, że metodą tradycyjną bardziej precyzyjnie odrysowano wzór powierzchni stożka deluwialnego (wg stworzonej w terenie siatki kwadratów o boku 1 m), oznacza to, że parametry szacunkowe przyjęte przez dokonującego pomiar w terenie były mniej dokładne i wymagają większego uszczegółowienia. Szczególnie chodzi tu o wyodrębnianie charakterystycznych segmentów złożonego stożka, przypisywanie im wymiarów powierzchniowych i miąższości, a następnie sumowanie tych wyników dla ujęcia całości osadu. W podanym przykładzie (rys. 3B) rejestrujący erozję podzielił stożek na dwie części i szacował wyżej wspomniane parametry. Analiza powierzchni stożka dokonana w czasie prac kameralnych wykazała, że bardziej właściwy byłby inny podział:

- wydzielenie części głównej jako odrębnej i bardziej zwartej,
- w części wachlarzowato rozłożonej należałoby wydzielić co najmniej dwie części i przypisać im odpowiednie parametry.

Analiza ta wskazuje, że w dalszych pracach trzeba szczegółowo mierzyć stożki złożone w celu uzyskania dokładniejszych wyników. Należy podkreślić, że w wyniku dalszego rozwoju tej metody, uzyskane doświadczenie pozwoli na stopniowe zmniejszanie błędu pomiarowego.

Ocena zastosowanej metody badań

Zastosowana metoda pomiarów erozji wodnej gleb rozwiązuje szereg problemów, z którymi spotykamy się przy tradycyjnych metodach badań. Przede wszystkim uzyskujemy przebieg żłobin na dużych obszarach ze stosunkowo wysoką dokładnością. Względnie łatwo można ustalić średnie miąższości i głębokości żłobin oraz zapisać je w postaci pojedynczych liczb w pamięci komputera kieszonekowego, co znacznie przyspiesza późniejsze obliczenia. Choć uzyskane tym sposobem wyniki są obarczone pewnym błędem, to jednak są znacznie dokładniejsze od szacunków wykonywanych na podstawie ekstrapolacji erozji z obszarów testowych na całe pole, czy obszar zlewni. Kolejną zaletą opisywanej metody jest stosunkowo krótki czas wykonywania pomiarów terenowych niemożliwy do uzyskania przy tradycyjnym pomiarze. Ma to duże znaczenie, gdyż pozwala wykonać pomiary jeszcze przed wkroczeniem wiosennych upraw, które najczęściej trwale zacierają ślady erozji żłobinowej.

Stosując tą metodę istnieje możliwość natychmiastowego wykreślenia mapy z przebiegiem żłobin z danego pola, które zarejestrowano podczas prac terenowych, w określonych warunkach rzeźby terenu (nakładając np. warstwę izohips). Daje to duże ułatwienie przy ocenie wpływu rzeźby na przebieg erozji. Dużym

ułatwieniem przy stosowaniu opisywanej metody jest możliwość kontrolowania dokumentacji bezpośrednio w terenie na monitorze palmtopa i wykonywanie ewentualnych korekt, które później byłyby nie możliwe do wykonania. Ponadto metoda ta daje wyraźne zwiększenie dokładności rejestracji erozji szczególnie na dużych powierzchniach w stosunku do szacunków z małych powierzchni, ponieważ błąd pomiarowy przebiegu żłobin w przestrzeni jest stały niezależnie od wielkości badanego obszaru.

WNIOSKI

1. Pojawiające się na rynku nowe urządzenia elektroniczne o zaprogramowanych różnych funkcjach, w tym GPS, komputery kieszonkowe, są przydatne do prac terenowych zmierzających do rejestracji wielkości erozji wodnej na powierzchniach pól nie przygotowanych wcześniej do ścisłej rejestracji (bez zainstalowanych urządzeń chwytnych).

2. Wyniki porównania metody tradycyjnej i metody GPS-GIS są zadowalające, chociaż obarczone pewnym błędem. Dalsze doskonalenie techniki pracy pomiarowej (szacunkowe określanie parametrów żłobin i osadów) może ten błąd w przyszłości znacznie zmniejszyć.

3. Niewątpliwą zaletą stosowania urządzeń elektronicznych w systemie GPS-GIS jest szybkość pracy i uzyskana w ten sposób możliwość rejestrowania erozji na większych obszarach, nawet małych zlewniach, co jest dostatecznie wysoką rekompensatą popełnionego błędu pomiarowego w stosunku do uzyskanej wyższej dokładności oceny wielkości erozji wodnej.

4. Koszt zakupu aparatury jest niewielki i pozwala na jej powszechne stosowanie w jednostkach naukowych.

PIŚMIENNICTWO

1. **Koćmit A.:** Wpływ przyrodniczo-agrotechnicznych czynników na rozwój erozji wodnej w obrębie gleb uprawnych Pomorza Zachodniego. Rozprawy nr 113, AR w Szczecinie, 147, 1988.
2. **Koćmit A., Chudecka J., Podlasiński M., Raczkowski B., Roy M., Tomaszewicz T.:** Przestrzenna zmienność pokrywy glebowej na erodowanym zboczu w obszarze morenowym Pomorza Zachodniego. Folia Univ. Agric. Stetin., 217 Agricultura (87), 97-101, 2001.
3. **Podlasiński M.:** Erozja wodna i jej wpływ na gleby w małej zlewni leśno-rolniczej w dorzeczu Rurzyca w strefie czołowomorenowej fazy pomorskiej zlodowacenia Vistulian. Maszynopis pracy doktorskiej, AR w Szczecinie, 2001.

APPLICATION OF GPS-GIS TECHNOLOGY FOR WATER EROSION
ASSESSMENT ON LARGE AREAS

Marek Podlasiński, Adam Koćmit, Adam Bujak

Department of Soil Erosion and Soil Reclamation, University of Agriculture
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-442 Szczecin
email: erozja@agro.ar.szczecin.pl

Abstract. Intensive processes of erosion sometimes cause the appearance of very large numbers of rills and areas of deposition. In the early spring there is a real threat that these forms will be destroyed by agronomical practices. That is why there is a need to map the pattern of rills, and to determine their parameters in a very short time. Traditionally, representative sites are selected within a field, complicated measurements are taken manually, and then erosion estimations are made for larger areas, e.g. a small catchment. The authors suggested the application of the GPS-GIS method for rills and deluvial fans. The applied method of water erosion assessment solves several problems, normally encountered in traditional measures. The most important thing is that one can determine the rill pattern with a relatively high accuracy (error below 10%). Another advantage of the described method is the relatively short time of measurements, impossible to obtain with traditional methods. Moreover, a great facilitation of this method is documentation control directly in the field, with the help of a palmtop, and possibility of entering corrections, which could not be done at a later time. Based on the total register of sediments and rills pattern within the investigated field, one can obtain more reliable estimations for the whole catchment.

Key words: GPS-GIS technique, water erosion, wash rate, moraine region