

## EROZJA GLEB W TERENACH PODGÓRSKICH I GÓRSKICH W POLSCE

*P. Prochal*

Katedra Melioracji Rolnych WSR, Kraków

### WSTĘP

Tereny podgórskie i górskie Polski, jako ziemie o specyficznych cechach fizjograficznych, odgrywają szczególną i ważną rolę w całokształcie gospodarki kraju. Warunki klimatyczne i przyrodnicze oraz walory krajobrazowe stanowią podstawy gospodarki rolnej i leśnej, a także gospodarki uzdrowiskowej i turystyki.

Najcenniejszym bogactwem tych terenów jest ich klimat. Warunki klimatyczne są źródłem najważniejszego surowca: wody. Obok wody nie mniej ważną rolę odgrywają wody mineralne i powietrze, jako ważne czynniki uzdrowisk górskich. Układ czynników ekologicznych tworzy tu naturalne i optymalne warunki rozwoju zbiorowisk leśnych i zbiorowisk użytków zielonych. Kotliny śródgórskie i niższe partie skłónów gór są wzięte pod uprawę płuźną, a często pokryte sadami. Stąd pochodnymi bogactwami naszych gór są: drewno, mięso i mleko, płody rolne i owoce. Do wymienionych bogactw naturalnych należy zaliczyć jeszcze kamień, coraz bardziej poszukiwany surowiec dla różnego rodzaju budownictwa.

Wymienione bogactwa naszych terenów górzystych są w małym stopniu wykorzystane. Wiąże się to z brakiem kompleksowego zagospodarowania zlewni górskich. W zagospodarowaniu tych terenów węzłowym problemem jest gospodarka wodna. Oddziałuje ona bowiem na pozostałe elementy zagospodarowania, wśród których gospodarka leśna i rolna ma do spełnienia wielorakie zadania.

Obecnie w gospodarce wodnej terenów górzystych występują dwa jasne i niekorzystne zjawiska. Pierwsze z nich — to niska retencja zlewni, drugie — to erozja wodna wynikająca m.in. ze słabej retencji.

Przeciętne straty wywoływane przez erozję wodną sięgają 1/5 miliarda złotych rocznie. Rząd wielkości tych strat spowodował po roku 1950 podjęcie szerokich badań nad zagadnieniem erozji wodnej oraz zwiększenie nakładów na zabudowę koryt potoków górskich. Zabudowa ta jest jedną z form zwalczania erozji liniowej w obrębie gór.

## ZASIĘGI I NASILENIE EROZJI WODNEJ GLEB W TERENACH GÓRSKICH

Tereny górzyste zajmują 27 320 km<sup>2</sup>. Na tę powierzchnię składają się Karpaty i Sudety w granicach Polski oraz Góry Świętokrzyskie. Zagrożonych erozją gleb jest ok. 15 700 km<sup>2</sup>, a zatem ponad 50% terenów podgórskich i górskich.

Pierwsze badania zjawisk erozji wodnej w obrębie gór prowadzili Reniger [19], Ziemiński [24] i Figuła [3]. W latach następnych pojawiają się nowe publikacje, a grono naukowców zajmujących się problemem erozji w górach stale się powiększa.

Nasilenie erozji w terenach podgórskich i górskich ujmuje się za pomocą wzorów i klasyfikacji Figuły, który rozróżnia pięć klas nasilenia. Wymieniony autor wyodrębnił w terenach górzystych dwa rodzaje erozji gleb: powierzchniową i liniową.

Nasilenie erozji powierzchniowej przedstawia się następująco: na Pogórzu Karpackim i Sudeckim erozja powierzchniowa jest znaczna i silna, występuje powszechnie i często z dużym nasileniem, dominują klasy III i IV, a na Pogórzu Wielickim duży obszar obejmuje nawet V klasa.

Nasilenie erozji liniowej zostało dotychczas ustalone w terenach górskich województwa krakowskiego i katowickiego. Przedstawia się ono następująco: największe nasilenie erozji liniowej mają Tatry, gdzie erozja jest bardzo silna, a zagrożenie całego obszaru jest w najwyższej klasie V.

Na Pogórzu Spisko-Gubałowskim erozja liniowa jest także bardzo silna i występuje powszechnie. Dominuje klasa V — 75%, a pozostałe 25% zajmuje klasa III. W karpackich kotlinach śródgórskich (Żywiecka, Orawsko-Nowotarska, Sądecka) erozja liniowa jest słaba, natomiast występuje szkodliwe osadzanie rumowiska i podmywy brzegów. Przeważają I i II klasa erozji liniowej, które obejmują 80% powierzchni kotlin. W Beskidach Wysokim i Średnim erozja liniowa jest bardzo silna i występuje powszechnie. Dominuje klasa V, która obejmuje 65% powierzchni. Na pogórzu karpackim (Śląskim, Wielickim i Ciężkowickim) erozja liniowa jest znaczna, a niekiedy silna i występuje powszechnie. Dominują klasy III i IV, które obejmują 70% powierzchni.

## FORMY EROZJI WODNEJ GLEB W TERENACH GÓRZYSTYCH

W terenach górzystych erozja gleb może przyjmować rozmaite formy. W zależności od przebiegu tego procesu można spośród zjawisk erozji wyróżnić formy denudacyjne, erozyjne i akumulacyjne.

### FORMY DENUDACYJNE

Na zboczach górskich ciągle trwają nieodwracalne procesy spłukiwania, zmywania i zsuwania się gleby. Przyczynami tych denudacyjnych procesów są naturalne czynniki zewnętrzne lub narzędzia i maszyny uprawowe

stosowane przez człowieka. Najślabszym i mało widocznym procesem denudacyjnym są zmywy powierzchniowe, wywoływane przez spływ wody po zboczu. Badania nad wielkością zmywów w terenach podgórskich i górskich przeprowadzili ostatnio Polak i Witek [12]. Ustalili oni wielkości zmywów powierzchniowych na obiekcie doświadczalnym Brzezna, położonym na zboczu Kotliny Sądeckiej, w którym zastosowano urządzenia i środki ochrony gleby przed erozją. Na obiekcie tym przeważają gleby gliniaste. Opad w okresie wegetacyjnym (obserwacyjnym) w roku 1962 wynosił 300 mm. Największe zmywy wystąpiły: na ugorze — 1608,09 kg/ha, na poletkach z warzywami, agrestem i poziomkami — 523,7 kg/ha, na poletkach ze słabym zadarnieniem — 496,56 kg/ha, z dobrym zadarnieniem — od 27,88 do 0,04 kg/ha, z zadarnieniem i zakrzewieniem 4,0 kg/ha. Natomiast na nowozałożonym prawidłowo sadzie, z ochronnymi pasami trawiastymi przebiegającymi równoległe do warstwic, zmywów nie zaobserwowano.

Jagła [6] podaje wyniki zebrane w okresie wegetacji na dwóch obiektach: Mydlinki (rejon podgórski) i Jaworki (rejon górski). W 1965 r. wyróżniającym się większymi opadami, w Mydlnikach, na glebach lessowych, przy opadzie 476,0 mm największe nasilenie zmywów zanotowano na poletkach z burakami — 15896,5 kg/ha i na ugorze 7226,9 kg/ha. Na poletkach zadarnionych i obsianych zbożem (pszenicą) zmywy były mniejsze i wynosiły 307,2 kg/ha i 563,1 kg/ha. W tym samym okresie w Jaworkach, na górskich glebach pylasto-ilastych, przy opadzie 482,6 mm, największe nasilenie zmywów zanotowano także na poletkach z burakami — 60,3 kg/ha, a następnie z ugoru 57,5 kg/ha, z poletka obsianego jęczmieniem 12,7 kg/ha, a z poletka zadarnionego tylko 8 kg/ha.

Badania Gerlacha [4] zmywów z pastwisk górskich, przeprowadzone w Jaworkach na stoku starasowanym i niestarasowanym wykazały, że w okresie od 31 VII do 24 IX, zmywy były większe na stoku niestarasowanym — 2,81 kg/ha, a mniejsze na stoku starasowanym — 1,12 kg/ha. W przeliczeniu z górskiego pastwiska zmywy wynosiły średnio ok. 1000 kg/ha rocznie, tj. ok. 0,0008 mm. Rozmiary zmywania gleby ze stoku uprawnego i łąkowo-pastwiskowego w ciągu jednego roku były następujące: na stoku oranym o tarasowym układzie pól zmywanie gleby wynosiło 3043 g/m<sup>2</sup>, a na stoku ze zwartą roślinnością trawiastą — tylko 0,66 g/m<sup>2</sup>, przy czym na stoku pastwiskowym wynosiło 4 g/m<sup>2</sup>, a na stoku łąkowym — 0,45 g/m<sup>2</sup>. W okresie letnio-jesiennym ze stoku zalesionego zmywanie gleby wynosiło 0,04 g/m<sup>2</sup>.

Umiejscowione zmywy powierzchniowe, powstałe np. na skutek orki wzdłuż warstwic, na ścieżkach wydeptywanych przez ludzi i owce lub w zagłębieniach po zrywce drewna, jeżeli mają kierunek wzdłuż zbocza zapoczątkowują drugi proces — wymywanie licznych żłobinek erozyjnych, drążonych aż do litej skały.

Jeżeli warstwa orna jest stale spulchniona, co prowadzi do luźnego powiązania jej z podglebiem, można spotkać się z trzecim procesem denudacji, a mianowicie, z całkowitym zdarciem warstwy ornej. Przyczyną tego są gwałtowne ulewy. Takie zjawisko zaobserwowano w dwóch przypadkach. W dniu 8 VI 1957 r. w miejscowości Szymbark-Łęki, podczas ulewnego deszczu, kiedy w ciągu 3 godz. spadło 120 mm wody, która spływając po zboczu zdarła i uniosła 30 cm warstwę gleby z pola świeżo obsadzonego ziemniakami. Redliny w danym przypadku biegnęły prostopadle do spadku. Natomiast w dniu 29 VI 1958 r., między miejscowościami Barcice i Rytro w dolinie Popradu, woda płynąca po starasowanym i uprawianym zboczu, zdarła i uniosła z pierwszego tarasu, a następnie osadziła u podnóża zbocza, 25 cm warstwę gleby wraz z rosnącą białą kapustą.

Czwartym procesem denudacji są ruchy masowe gruntu występujące na stokach. Odbywają się one pod wpływem siły ciężkości z udziałem lub bez udziału wody. W Tatrach i Karkonoszach spotyka się obrywy luźnego materiału skalnego, powstałego pod wpływem działania czynników wietrzeniowych.

W Beskidach ruchy masowe odbywają się przy udziale wody. Występują one na stokach w dwóch formach, jako zsuwy i jako osuwiska. Pojawiają się one zwykle po długotrwałych ulewnych deszczach, często nieco poniżej załamania się spadku z mniejszego na większy. Charakterystyczną cechą ruchów masowych jest duża prędkość przemieszczania się mas ziemnych. Dochodzi ona od kilku do kilkudziesięciu m/s. Na obszarze Karpat zanotowano w ostatnich latach następujące większe osuwiska: w Duszatynie — 10 mln m<sup>3</sup>, w Szymbarku — 3,5 mln m<sup>3</sup>, pod Lubogoszczem, pod Cwilinem oraz na zboczach potoków w Złatnej, Sewerynowki w Szczawnicy i Suszanki w Pcimiu.

#### FORMY EROZYJNE

Procesy erozyjne odbywają się wzdłuż pewnej linii, na której koncentruje się spływająca woda. To też początki erozji w terenach górskich widzi się w koleinach na drogach gruntowych w obrębie użytków rolnych i na zrywkowych trasach leśnych. Tę formę erozji określa się mianem erozji drogowej. W koleinach, w których zapoczątkowany został proces rozmywania, spływająca woda wymywa cząstki gleby aż do litej skały. W ten sposób na zboczach powstają głębokie rozcięcia, które, pod wpływem okresowo płynącej wody, w krótkim czasie zamieniają się w debry lub w terenjalne potoki. W partiach wododziałowych pod wpływem erozji drogowej powstają niekiedy szerokie kamieńce (np. wododział między Czarną a Białą wodą w Jaworkach, gdzie szerokość trasy drogi gruntowej dochodzi do 25 m).

Woda stale płynąca w skoncentrowanym korycie jest także przyczyną erozji. Intensywność erozji liniowej cieków zależy od: objętości przepływu,

prędkości płynącej wody, ilości i jakości transportowanego materiału oraz od odporności podłoża i kształtu koryta. W korytach spotyka się następujące formy erozji liniowej: źródliskową, denną i boczną.

Erozja źródliskowa występuje przeważnie w partiach szczytowych, jej działalność jest związana z wielkością sekundowego wypływu wody podziemnej. Ten typ erozji jest najmniej groźny, gdyż wydajność naszych źródeł górskich waha się od 0,05 do 3 l/s.

Erozja denna zaznacza się w źródłowym i środkowym biegu potoku.

Erozja boczna występuje na całym biegu potoku. Potok bowiem często zmienia kierunek. Większe zmiany kierunku potoku powodują podcinanie brzegów. Najsilniej forma erozji bocznej występuje w środkowych biegach potoków.

Skutki erozji powierzchniowej (formy denudacyjne) i erozji liniowej (formy erozyjne) są widoczne. Olbrzymie ilości gleby rok rocznie zmywane ze zboczy, uzupełniane materiałem z dna i brzegów potoków, są transportowane w dół biegu. Ilość unoszonego materiału zmienia się bardzo znacznie. Przy niskich stanach wody w ciekach ilość unosin spada do zera, a przy wysokich stanach wody ilość ich osiąga kilka tysięcy i więcej mg/l wody. Badania Figuły [3], przeprowadzone w źródłowych potokach Grajczarka w okresie roztopów, wykazują mniej więcej wyrównane ilości zawiesiny w granicach 120-450 g/m<sup>3</sup> wody. W czasie wezbrań letnich unosin bywa znacznie więcej, a ich zawartość wykazuje większe zróżnicowanie, bo w granicach 1335-23 300 g/m<sup>3</sup> wody. Dunajec w przekroju Krościenko, według Jarockiego, unosił średnio 37,3-278,7 g/m<sup>3</sup>. Średnie roczne ilości materiału unoszonego przez rzeki karpackie wahają się w granicach 50-130 t/km<sup>2</sup>.

Włoczenie materiału odbywa się w potokach i w rzekach górskich prawie wyłącznie w czasie gwałtownych wezbrań. Prędkość wleczonego materiału w czasie wezbrania potoku Wierchomla w dniu 30 VI 1958 r. dochodziła do kilku metrów na sekundę. Ilość wleczonego rumowiska, jaką zanotowano w korycie potoku Biała Woda, wynosiła ok. 150 ton, co w przeliczeniu daje 14 t/km<sup>2</sup> zlewni.

Transport rumowiska odbywa się przeważnie w czasie wielkich i gwałtownych wezbrań. Wezbrane wody obciążone rumowiskiem, oprócz erodowania i przemieszczania koryta, powodują wielkie straty materialne.

#### FORMY AKUMULACYJNE

Osadzanie materiału unoszonego występuje wówczas, gdy obciążenie wody jest za duże w stosunku do siły transportującej. Największa akumulacja odbywa się w miejscach podparcia potoku, tj. przed zaporami przeciwrumowiskowymi i przed zaporami zbiorników wodnych. Średnia ilość unosin i wleczyn zatrzymywanych przez zapory na potokach beskidzkich waha się w granicach 10,5-336,0 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (tabela. 1). Tempo zamulania

Ilość rumowiska zatrzymywana przez zapory rumowiskowe

Zapora przeciwrumowiskowa na potoku	w km	Dopływ potoku	Powierzchnia zlewni przed zaporą km <sup>2</sup>	Stopień lesistości %	Średni spadek podłużny ‰	Ilość rumowiska składana w zbiorniku m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /ok
Jachówka	0+063	Wierchomla	1,100	84	136	176
Jawor	0+055	Wierchomla	1,405	76	131	142
Cisowy	0+080	Wierchomla	2,547	71	137	86
Wierchomla Mała	2+200	Wierchomla	8,350	83	134	22
Grabówka	0+092	Wierchomla Mała	0,927	44	204	233
Przypor	0+120	Wierchomla	0,311	54	234	336
Izwor	0+217	Wierchomla	3,027	51	124	123
Baraniacki	0+072	Wierchomla	3+281	90	125	79
Rusiniacki	0+162	Wierchomla	1+195	55	137,5	139

Stopień lesistości i średni spadek podłużny cieku wydatnie wpływają na ilość rumowiska składanego powyżej zapór.

zbiorników wodnych przedstawia się następująco: przed przegrodą w Porąbce w latach 1937-1957 osadzało się średnio 81 300 m<sup>3</sup>, w Rożnowie 326 710 m<sup>3</sup>, w Czchowiu 139 770 m<sup>3</sup> rumowiska. W przeliczeniu akumulacja jednostkowa wynosiła: w Porąbce — 75 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, w Rożnowie — 67 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, w Czchowiu tylko 26 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> zlewni.

Prowadzono także badania tempa z jakim przebiega załadowanie zbiorników rumowiskowych w zlewni Wierchomla (dopływ Popradu). Zapory rumowiskowe wzniesiono w latach 1958-1962. Obserwacje prowadzono 8-10 lat. W tym okresie lata: 1959, 1961, 1964 i 1969 — były suche; 1960, 1965, 1967 — były normalne; 1962, 1963, 1966, 1968 — były mokre.

W latach suchych było jedno wezbranie roztopowe, w latach normalnych dwa wezbrania — roztopowe i deszczowe, w latach mokrych — trzy do sześciu wezbrań.

Drugim miejscem osadzania się rumowiska są powierzchnie łóżysk potoków i rzek górskich na łukach wypukłych. W partiach źródłowych potoków górskich, o powierzchni zlewni do 10 km<sup>2</sup>, akumulacja wynosiła od 200 (p. Biała Woda) do 600 m<sup>3</sup>/km biegu (p. Czarna Woda). Potoki górskie w dorzeczu Soły, o powierzchni zlewni rzędu 37 km<sup>2</sup>, akumulowały ponad 7 000 m<sup>3</sup>/km biegu, Żabnica 7 120 m<sup>3</sup>/km, Leśna 7 340 m<sup>3</sup>/km. Potoki o powierzchni zlewni 70-230 km<sup>2</sup> akumulowały w swych łóżyskach: Rycerka 10 100 m<sup>3</sup>/km, Złatna 11 400 m<sup>3</sup>/km, Koszarawa 10 915 m<sup>3</sup>/km biegu. Rzeka górska Soła powyżej zbiornika w Porąbce średnio akumulowała 13 200 m<sup>3</sup>/km biegu.

Trzecim miejscem akumulacji rumowiska są ujściowe odcinki potoków.

Tworzą się tutaj rozległe stożki napływowe. Długość stożków potoków karpackich waha się w granicach od kilkuset metrów do kilku kilometrów. Objętość osadzonego rumowiska wynosi od kilku tysięcy do kilkuset tysięcy m<sup>3</sup>. Na przykład stożki na dopływach Dunajca mają objętość: Ochotnica — ok. 45 000 m<sup>3</sup>, Obidza — ok. 38 000 m<sup>3</sup> a Brzyna — 4500 m<sup>3</sup>.

### ZWALCZANIE EROZJI GLEB W TERENACH GÓRZYSTYCH

Układ warunków fizjograficznych terenów górzystych sprzyja procesom erozji. Z tego względu zwalczanie erozji w górach ma szczególne znaczenie. W walce z erozją gleb w terenach górskich wyróżnia się sposoby zwalczania erozji powierzchniowej i liniowej.

#### SPOSOBY ZWALCZANIA EROZJI POWIERZCHNIOWEJ

Podstawowym elementem i pierwszym etapem melioracji przeciwoerozyjnych w terenach górzystych jest prawidłowy układ przestrzenny użytkowania powierzchni zlewni. Układ użytkowania wynika z warunków poszczególnych siedlisk i potrzeb wodnych. Podstawą tego układu w zlewni górskiej będą następujące cechy fizjograficzne: hipsometria, wystawa, spadki, gleby, gospodarka wodna oraz związany z nimi podział zlewni na obszar zbiorczy, szyję i stożek napływowy, wynikający ze zjawisk denudacji współczesnej. Wprowadzenie prawidłowego układu użytkowania nie zabezpiecza całkowicie gleby przed erozją. Dlatego też w następnym etapie w zwalczaniu erozji powierzchniowej muszą być zastosowane zabiegi przeciwoerozyjne. Zabiegi te mają charakter melioracyjny, fitotechniczny lub agrotechniczny.

Na gruntach ornych podstawową rolę odgrywa uformowanie rozłogu pól uprawnych. Dłuższe granice działek powinny przebiegać prostopadle do spadku. Umożliwi to wprowadzenie przeciwoerozyjnych systemów uprawy: tarasowego, wstęgowego i pasowego. Na długich stokach i przy spadkach przekraczających 10‰ należy stosować trawiaste pasy ochronne i pasy wodochłonne. Rozstawa pasów trawiastych, których szerokość wynosi 1-4 m, waha się w granicach 20-50 m. Pasy wodochłonne, o szerokości 10-60 m, zakłada się w rozstawie 100-600 m. Rozstawa oraz szerokość pierwszych i drugich pasów zależy od warunków lokalnych (spadku, podatności gleby na zmywy, wielkości i natężenia opadów itp.).

Na stokach o nachyleniu powyżej 15‰ konieczne należy zredukować spadek przez wykonanie tarasów i zaprowadzenie uprawy tarasowej. Szerokość i wysokość tarasów wynikać będzie z nachylenia stoku, miąższości gleby i szerokości roboczej maszyn rolniczych. Analiza od dawna zaprowadzonych tarasów, przeprowadzona w powiatach Sucha, Myślenice i Żywiec, dała następujące wyniki: podstawowe elementy tarasów mają średnie wymiary: szerokość ławy tarasu (powierzchnia uprawiana) 10-

15 m, maksymalne dopuszczalne nachylenie ławy tarasu — do 10%, wysokość skarpy przy umocnieniu trawiastym — do 1 m, przy umocnieniu kamiennym lub krzewami — 1-2 m; nachylenie skarpy 1 m wysokiej wynosi 1:0,5, a przy wysokości do 2 m waha się w granicach od 1:0,5 do 1:1. Przy umacnianiu skarpy tarasu można jej powierzchnię wykorzystać przez obsadzenie niskopiennymi drzewami owocowymi lub krzewami jagodowymi.

Na użytkach zielonych zabiegi o charakterze przeciwoerozyjnym są ograniczone do wprowadzenia pasów zadrzewień, ogrodzenia kwater wypasowych i dróg przepędowych, niezbędnych przy użytkowaniu kośno-pastwiskowym. Prócz tych urządzeń niezbędne jest prawidłowe zagospodarowanie, które obejmuje:

- stosowanie systematycznego nowożenia i pełnej pielęgnacji runi łąkowo-pastwiskowej,
- wprowadzenie przemiennego użytkowania kośno-pastwiskowego,
- zmianę składu runi łąkowo-pastwiskowej,
- wypas kwaterowy przy odpowiedniej obsadzie.

Po wprowadzeniu zabiegów o charakterze melioracyjnym, należy wprowadzać trzeci etap, tj. zagospodarowanie po melioracjach przeciwoerozyjnych, czyli zabiegi o charakterze agrotechnicznym. Zagospodarowanie terenów rolniczych zabezpieczonych przed erozją powinno mieć na uwadze dwa aspekty: ochronę zasobów wody i ochronę gleby.

#### SPOSOBY ZWALCZANIA EROZJI LINIOWEJ

Istotnym celem walki z erozją liniową jest zapobieganie w ciągu całego roku szkodom powodowanym przez odpływ wód. Wiąże się to bezpośrednio z ograniczeniem wytwarzania rumowiska, z ograniczeniem ruchu rumowiska w korytach cieków oraz z zapewnieniem swobodnego odpływu wielkich wód. Podobnie jak w pierwszych etapach zwalczania erozji powierzchniowej, zwalczanie rozpoczyna się od ograniczenia tworzenia rumowiska. Głównymi ośrodkami powstawania rumowiska są koleiny drogowe, bruzdy erozyjne, rozcięcia zboczowe i debry. W związku z tym przy projektowaniu racjonalnego układu użytków należy przede wszystkim uwzględnić prawidłowy układ sieci drogowej. Także w pierwszym etapie w obrębie użytków rolnych należy umocnić biologicznie i technicznie bruzdy erozyjne, rozcięcia zboczowe, debry i suche cieki. Umocnienie wykonuje się stosując poprzecznie do przebiegu linii erozyjnej płotki, murki i grobelki ziemne oraz przez całkowite zadarnienie i zadrzewienie erodowanych powierzchni.

W drugim etapie zwalczania erozji liniowej stosuje się sztuczne zwiększenie retencji przez budowę suchych zbiorników retencyjnych i zbiorników retencyjno-rumowiskowych oraz przez biologiczną obudowę cieków, potoków i rzek górskich.

Katastrofalne powodzie, jakie nawiedziły Karpaty Zachodnie w latach 1958, 1960 i 1962, przyczyniły się wydatnie do intensyfikacji robót związanych z kompleksową zabudową potoków górskich. Powstała konieczność zwiększenia retencji tych terenów. W celu powiększenia retencji wodnej terenów górskich projektuje się wykonanie (ponad 100) małych zbiorników wodnych. W związku z tym na czoło problematyki zabudowania potoków górskich wysuwają się zbiorniki wodne, jako element przeciwpowodziowy i jako element zabudowy potoków górskich, tj. odcinków poniżej i powyżej przegrody.

Bardzo aktualna i stopniowo, lecz stale rozwijająca się w zabudowie potoków górskich, jest regulacja biologiczna i związane z nią biologiczne umocnienie brzegów oraz biologiczne zabezpieczenie zbiorników wodnych przed zamulaniem.

Trzeci etap to wprowadzanie technicznych sposobów zabudowy koryt cieków górskich, do których zalicza się: zapory przeciwrumowiskowe, żłoby, korekcje stopniowe, progowe i żeberkowe oraz inne techniczne sposoby ochrony brzegów.

#### ZAKOŃCZENIE I WNIOSKI

Badania prowadzone w ośrodkach krakowskim i wrocławskim nad erozją wodną gleb w terenach podgórskich i górskich przyczyniły się do opracowania sposobów zwalczania różnych form erozji wodnej. Obecnie mamy dostatecznie dobre poznanie nasilenia i form erozji wodnej gleb na pogórzu i w górach.

Największe nasilenie erozji powierzchniowej występuje na pogórzach, erozja jest tu silna i występuje powszechnie. Przeważa klasa IV i V. Natomiast największe nasilenie erozji liniowej występuje w górach wysokich, w Tatrach, Karpatach i Sudetach. Dominują tu IV i V klasa erozji liniowej.

Badania naukowe zezwoliły również na opracowanie zasad projektowania melioracji przeciwerozyjnych w terenach górzystych. Niestety, wprowadzanie tego typu melioracji postępuje bardzo powoli, a często niewłaściwie. Przede wszystkim bowiem zwalcza się formy erozji liniowej wód płynących, natomiast na wprowadzanie zabiegów przeciwerozyjnych zwalczających erozję powierzchniową stale brakuje odpowiednich dotacji.

Na podstawie danych szczegółowych z projektu zagospodarowania zlewni potoku Biała Woda wynika, że koszt zabiegów, związanych z przebudową przestrzenną użytkowania i racjonalnego przeciwerozyjnego zagospodarowania, wynosi 14 000 zł/ha. Ogólne koszty prawidłowego zagospodarowania terenów górzystych naszego kraju, zagrożonych erozją wodną gleb, wyniosą ok. 80 mld zł.

Z przedstawionego opracowania można wysunąć następujące wnioski:

1. Należy w dalszym ciągu kontynuować prace badawcze nad erozją

wodną i sposobami jej zwalczania. Wymaga to powołania specjalnej placówki naukowo-badawczej dla regionu górskiego i przyznanie jej odpowiednich dotacji.

2. Niezbędne jest opracowanie projektów kompleksowego zagospodarowania każdej zlewni podgórskiej oraz górskiej i stopniowe realizowanie tych projektów.

3. Należy przyspieszyć budowę zbiorników wodnych w górach, których celem, obok magazynowania wody, będzie zwalczanie erozji liniowej poniżej i powyżej zbiornika wodnego.

4. Należy znacznie szerzej wprowadzać i propagować biologiczną regulację oraz biologiczną ochronę brzegów potoków i rzek górskich.

5. Niezbędne jest zwiększenie dotacji na melioracje przeciwerozyjne i zabudowę potoków górskich.

6. Do planów inwestycji melioracyjnych należy wprowadzić melioracje przeciwerozyjne (ochronę gleb przed erozją) w terenach górzystych.

#### LITERATURA

1. *Dobrzański B., Malicki A., Ziemnicki S.*: Erozja gleb w Polsce, PWRiL, Warszawa 1953, s. 191.
2. *Figuła K.*: Wstępna charakterystyka zjawisk erozji na terenie kilku powiatów woj. krakowskiego. *Rocz. Nauk rol. Ser. F*, t. 71, 1955, z. 1, s. 111-148.
3. *Figuła K.*: Erozja w terenach górskich. *Wiad. IMUZ*, t. 1, 1960, z. 4, s. 109-147.
4. *Gerlach T.*: Wstępne badania nad intensywnością współczesnych procesów denudacyjnych w Jaworkach koło Szczawnicy. *Rocz. Nauk rol. Ser. F*, t. 72, 1958, z. 3, s. 1281-1288.
5. *Gerlach T.*: Ważniejsze poglądy na rozwój stoków i stan badań nad współczesnymi procesami stokowymi. *Prz. geogr. t. XXXIX*, 1967, z. 3, s. 514.
6. *Jagła S.*: Wstępne badania nad wielkością zmywu gleb w terenach podgórskich i górskich na różnym ich pokryciu. *Wiad. IMUZ t. 6*, 1966, z. 3.
7. *Janowski B., Koreleski K., Jagła S., Michalczewski M.*: Charakterystyka występowania erozji powierzchniowej na terenie woj. rzeszowskiego. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* 1967.
8. *Kowaliński S., Oświęcimski A.*: Regiony występowania wodnej erozji gleb. *Zarys rejonizacji przyrodniczo-rolniczej w woj. wrocławskim*, Wrocław 1959, s. 41-54.
9. *Kowaliński S., Oświęcimski A.*: Regiony występowania wodnej erozji gleb. *Zarys rejonizacji przyrodniczo-rolniczej w woj. opolskim*, Opole 1959, s. 45-59.
10. *Obrączka R.*: Erozja gleb w wojew. rzeszowskim. *Gosp. wod.* 1960, nr 5, s. 237-240.
11. *Polak S.*: Erozja gleb w obrębie zlewni potoku Brzeźnianka w pow. Nowy Sącz. *Rocz. glebozn. t. 15*, 1965, z. 1.
12. *Polak S., Witek T.*: Wstępne badania nad skutecznością zabiegów przeciwerozyjnych na polu doświadczalnym Brzezna pow. Nowy Sącz. *Wiad. IMUZ t. VI*, 1966, z. 3.
13. *Prochal P.*: Przyrodnicze i techniczne podstawy walki z erozją gleb w górnym dorzeczu Soły. *Rocz. Nauk rol. Ser. F*, t. 74, 1960, z. 2, s. 287-329.
14. *Prochal P.*: Analiza zabudowania potoków karpaccich na tle warunków fizjograficznych w woj. krakowskim. *Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych WSR w Krakowie*, Kraków 1961, s. 203.

15. *Prochal P.*: Techniczna i biologiczna zabudowa potoków górskich w Bieszczadach. [W:] Polskie Tow. Leśne, Kraków 1961.
16. *Prochal P.*: Zwalczanie erozji liniowej w terenach górskich i podgórskich. Wiad. IMUZ t. V, 1965, z. 1.
17. *Prochal P.*: Suche zbiorniki retencyjne w Sudetach Wiad. melior. nr 4 i 5, 1966.
18. *Prochal P., Jagła S., Kopec S., Kostuch R.*: Analiza obudowy biologicznej brzegów rzek i potoków dorzecza górnego Sanu w Bieszczadach Zachodnich. Wiad. IMUZ t. VI, 1966, z. 3.
19. *Reniger A.*: Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. Roczn. Nauk rol. t. 54, 1950, s. 1-59.
20. *Reniger A.*: Erozja gleb na terenie podgórskim w obrębie zlewni potoku Łukawica. Roczn. Nauk rol. Ser. F, t. 71, 1955, s. 149-210.
21. *Strzemski M.*: Warunki przyrodnicze i tło historyczne rozwoju procesów erozyjnych w woj. kieleckim. Referat wygłoszony na Krajowym Zjeździe Erozyjnym w Kielcach, 1957.
22. *Wojdała L.*: Zabiegi przeciwoerozyjne stosowane w woj. kieleckim, z uwzględnieniem drenowania ceramicznego. Maszynopis pracy w Katedrze Melioracji Rolnych WSR w Krakowie.
23. *Wołoszyn J., Jagielski S., Krężel J.*: Warunki technicznej zabudowy potoków w dorzeczu Górnego Bobru i Górnej Kwisy, [W:] Polskie Tow. Leśne, Wrocław 1961.
24. *Ziemnicki S.*: Ekspertyza generalna górnej Wisły „Erozja”. Maszynopis w Katedrze Melioracji Rolnych WSR w Lublinie 1952.
25. *Ziemnicki S.*: Erozja gleb w woj. rzeszowskim. [W:] Erozja gleb woj. rzeszowskiego, Rzeszów 1960, s. 5-16.

## П. Прохаль

### ЭРОЗИЯ ПОЧВ В ПРЕДГОРНЫХ И ГОРНЫХ РАЙОНАХ ПОЛЬШИ

#### Резюме

Водные и земельные ресурсы горных площадей остаются неиспользуемыми вследствие отсутствия рационального освоения. При освоении площадей горных водосборов следует противодействовать недостаточному влагозадержанию и частично связанной с ним интенсивной водной эрозии.

Под угрозой эрозии находятся почвы на общей площади 15 700 га, т.е. свыше 50% общей площади горных районов.

В горных районах можно выделить 5 классов интенсивности поверхностной и линейной эрозии почв. Наивысшая интенсивность поверхностной эрозии (IV и V класса) наблюдается на предгорных площадях Карпат и Судет, наименьшая — в межгорных котловинах и в высоких горах (Татры). Наивысшая интенсивность линейной эрозии (V и VI класса) наблюдается в высоких горах (Татры), на Списко-Губаловском предгории и в районах главных горных хребтов Карпат и Судет.

В горных районах выделяются три формы поверхностной водной эрозии почв: денудационная, эрозионная и аккумуляционная. Выделяются также следующие формы линейной эрозии: дорожная, склоновых расщелин и эрозия текущих вод, причем последняя разделяется на источниковую, донную и береговую эрозию.

Борьба с поверхностной эрозией в горах проводится в трех этапах: внедрение соответствующей схемы пользования (распределения угодий), проведение противоэрозионных мероприятий противодействующих поверхностной эрозии, последующее мелиоративное освоение сельскохозяйственных угодий.

В борьбе с линейной эрозией можно выделить также три этапа: переустройство сети хозяйственных дорог вместе с креплением перехватывающих борозд, боковых расщелиний, дабрей и высыхающих потоков, строительство водохранилищ, регулирование и биологическое крепление русел потоков и рек, и наконец внедрение технических способов крепления русел горных водотоков.

Внедрение противоэрозионных мелиораций в горных площадях происходит слишком медленно и не всегда правильно. Борьба ведется в первую очередь с формами линейной эрозии текучих вод, тогда как внедрение мероприятий противодействующих поверхностной эрозии встречается с трудностями из-за отсутствия необходимых денежных средств. Для правильного освоения горных площадей находящихся под угрозой эрозии почв необходима сумма около 80 млрд злотых.

*P. Prochal*

## BODENEROSION IN DEN VORGEBIRGS- UND GEBIRGSGEBIETEN IN POLEN

### Zusammenfassung

Wasser- und Bodenvorräte in den Gebirgsgebieten bleiben un- ausgenutzt wegen des Fehlens einer rationellen Bewirtschaftung. Bei der Bewirtschaftung von Gebirgsgebieten soll man der kleinen Wasserhaltung entgegenwirken, da sie u.a. eine intensive Wassererosion begünstigt.

Die Böden werden mit der Erosion auf der Fläche von 15 700 km<sup>2</sup>, d.h. auf 50% Gesamt-Gebirgsfläche, bedroht.

In den Gebirgsgebieten werden 5 Klassen der oberflächlichen und linearen Erosionsintensität abgesondert. Die stärkste Intensität der oberflächlichen Erosion (IV. und V. Klasse) tritt in den Vorgebirgen von Karpaty und Sudety, die schwächste — in den Zwischengebirgsniederungen und in hohen Gebirgen (Tatry) auf. Die stärkste Intensität der linearen Erosion (V. und VI. Klasse) wird in hohen Gebirgen (Tatry), im Spiski-Gubałowski-Vorgebirge und in den Gebirgs-Hauptkettenzonen von Karpaty und Sudety beobachtet.

In den Gebirgsgebieten wurden 3 Formen der oberflächlichen Erosion, u.zwar: Denudations-, Erodierungs- und Akkumulationsform, abgesondert. Lineare Erosion hat folgende Formen: Wege-, Hangschnitts- und Fliesswassererosion, wobei sich die letztere Form als Quell-, Bett- und Ufererosion auftritt.

Die Bekämpfung der oberflächlichen Erosion im Gebirge ist in 3 Etappen durchzuführen: richtige Verteilung von Nutzungen, Durchführung von Massnahmen gegen oberflächlicher Erosion, Nachmeliorationsbewirtschaftung von landwirtschaftlichen Nutzungen.

Bei der Bekämpfung der linearen Erosion sind auch 3 Etappen zu unterscheiden: Umbau des Wirtschaftswegenetzes und Festigung von Erosionsrinnen, Hangschnitten, beweglicher Gesteine und ausgetrockneter Strombetten, Bau von Speichern, Regulierung und biologische Festigung der Strom- und Flussbetten und schliesslich Gebirgsstromfestigung unter Anwendung von technischen Massnahmen.

Die Gegenerosionsmeliorationen in den Gebirgsgebieten werden langsam und manchmal unrichtig durchgeführt. In erster Linie werden lineare Fliesswassererosionsformen bekämpft, während die Massnahmen gegen oberflächlicher Erosion durch stetes Fehlen der notwendigen Geldmittel verhindert werden. Für eine rationelle Bewirtschaftung der mit Erosion bedrohten Flächen ist die Summe von ca. 80 Mld zł. nötig.