

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN-POLONIA

VOL. XLIV/XLV,4

SECTIO B

1989/1990

Zakład Geografii Regionalnej Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS

Jan BURACZYŃSKI

Rozwój wąwozów na Roztoczu Gorajskim w ostatnim tysiącleciu

Development of the Gullies in the Goraj Roztocze During the Last Millenium

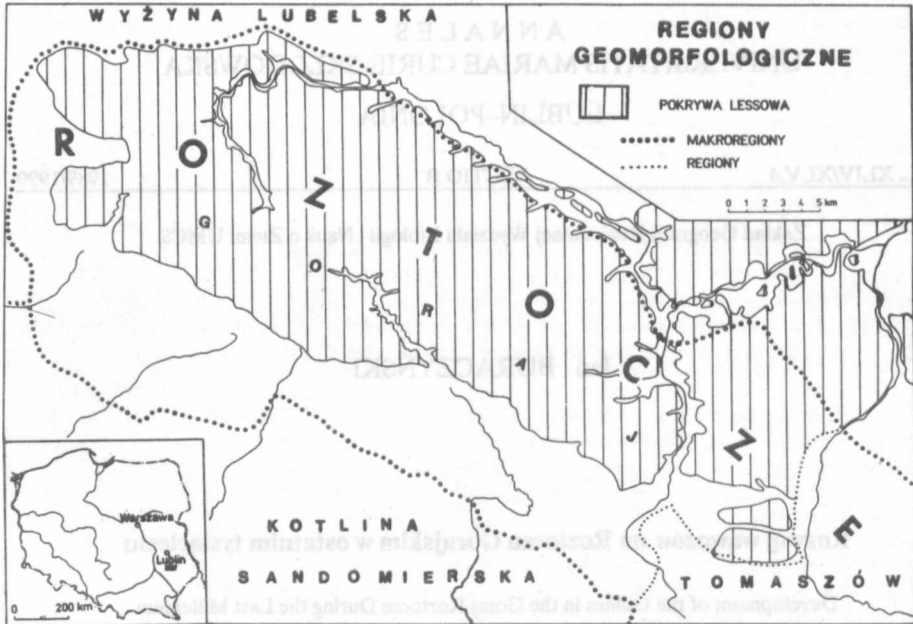
Erozja wąwozowa odznacza się dużym nasileniem na Roztoczu Gorajskim. Wąwozy zajmują tam 4,5% powierzchni, tworząc gęstą sieć. Rozwój wąwozów związany jest z wycinaniem lasów i intensyfikacją rolnictwa w XIV–XVI i XIX w. Warunki naturalne, silne urzeźbienie, cechy litologiczne lessu oraz duże opady i wysoki spływ jednostkowy sprzyjają natężeniu erozji wąwozowej. Podkreślono wpływ katastrofalnych ulew w XII–XIV w. i na przełomie XVIII i XIX w. na rozwój wąwozów.

Roztocze tworzy garb o kierunku NW–SE, który ze względu na zróżnicowaną budowę geologiczną i rzeźbę dzieli się na trzy subregiony: Roztocze Gorajskie, Tomaszowskie i Rawskie.

Roztocze Gorajskie budują opoki i margle kredowe oraz wapienie mioceńskie. Skały podłoża pokrywa less warstwą 10–30 m (ryc. 1). Na kulminacjach występuje on do wysokości 270–330 m n.p.m., obniżając się do 220 m n.p.m. na terasach w dolinie Poru, Gorajca i Wieprza. Stopień morfologiczny (250–260 m n.p.m.) wzdłuż południowej krawędzi wewnętrznej przykrywają gliny i piaski zlodowacenia odry. Garb Roztocza rozcięty jest w poprzek dolinami Gorajca i Wieprza, a dolina Poru obrzeża go od północy. Dno tych dolin leży na wysokości 205–215 m n.p.m. Gęsta sieć suchych dolin (średnio 1,3 km/km² rozcina garb na głębokość 20–60 m, co powoduje, że wysokości względne wynoszą ponad 50 m/km² (ryc. 2, 4).

FORMY EROZJI WĄWOZOWEJ

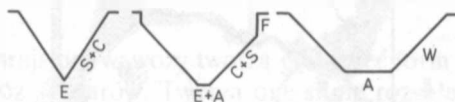
Terminem wąwóz określa się małą dolinkę erozyjną powstałą pod wpływem działalności wód okresowych. Wąwozy występują w dnach suchych dolin oraz na stokach i są bardzo typowe dla krajobrazu wyżyn lessowych. Charakteryzują je strome



Ryc. 1. Szkiec sytuacyjny Roztocza.
Location map of the Roztocze Upland



Ryc. 2. Mapa geomorfologiczna Roztocza Gorajskiego; 1 – dno doliny; 2 – terasa i równina piaszczysta; 3 – terasa lessowa; 4 – suche doliny; 5 – stoki; 6 – garby lessowe (290–330 m); 7 – wierzchowiny skał wapiennych (280–320 m); 8 – stopień przykrawędziowy (250–260 m) z pokrywą glin; 9 – krawędzie lessowe; 10 – krawędzie o założeniach tektonicznych
Geomorphological map of Goraj Roztocze; 1 – valley floor; 2 – sand terrace and plain; 3 – loess terrace; 4 – dry valley; 5 – slope; 6 – loessy hump (290–330 m); 7 – calcareous rock plateau (280–320 m); 8 – structural step (250–260 m); with loam cover; 9 – loess edge; 10 – fault scarp



Ryc. 3. Etapy rozwoju wąwozów; typy: debra – wąwóz – parów; procesy: E – erozja; A – akumulacja; C – spęływanie, S – zsuwanie; F – obrywy; W – splukiwanie
 Development stages of loess gullies. Types: ravine, active gully and stable gully. Processes: E – erosion; A – accumulation, C – creep, S – Slip, F – fall, W – wash

zbozca i niewyrównany profil podłużny z licznymi załamaniem, co wskazuje na młody wiek formy i nierównomierny jej rozwój.

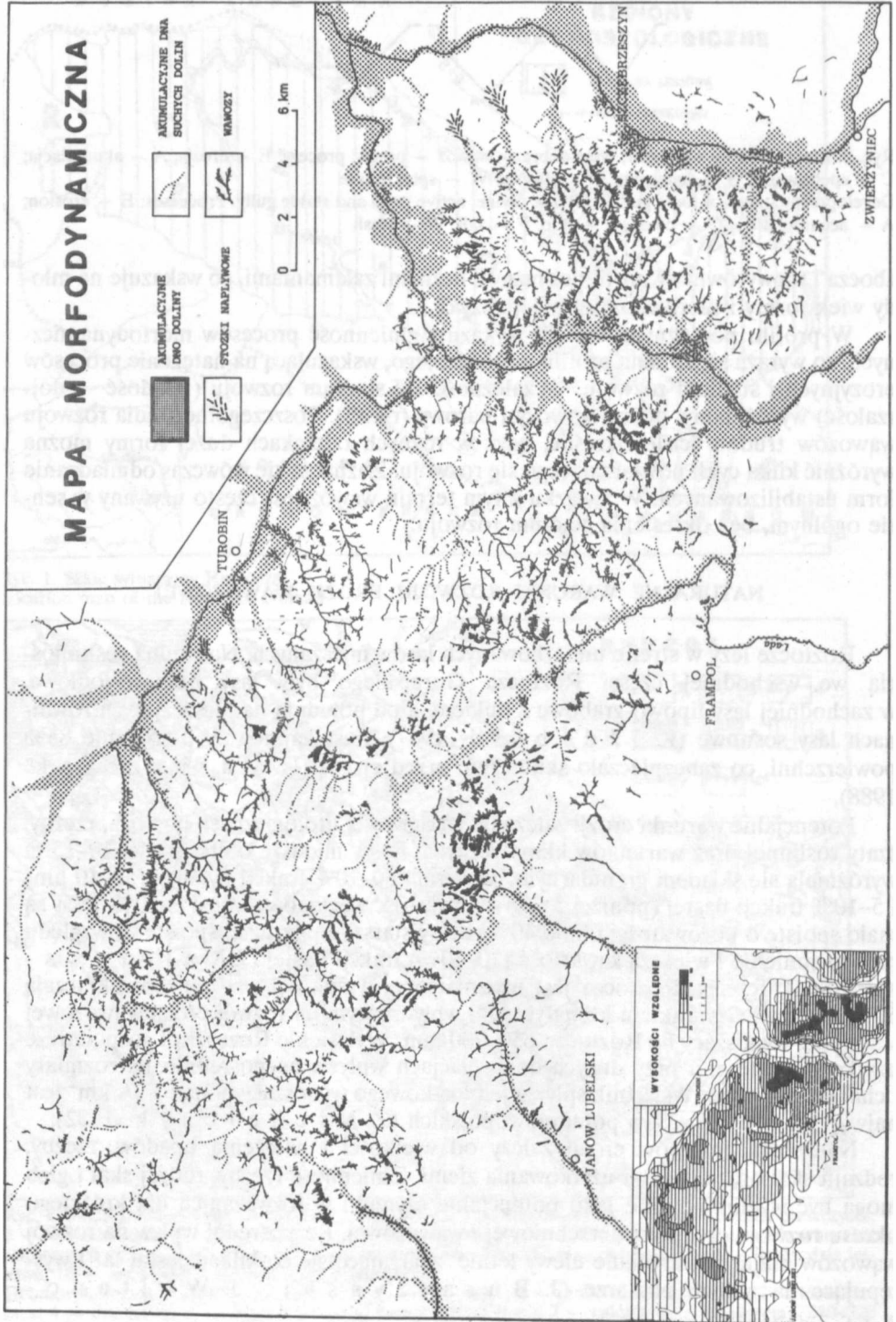
W profilu podłużnym wąwozy wykazują zmienność procesów morfodynamicznych, co wyraża się zmianą profilu poprzecznego, wskazującą na natężenie procesów erozyjnych i stadium rozwoju. W zależności od stadium rozwoju (młodość – dojrzałość) wyróżniamy: debry, wąwozy i parowy (ryc. 3). Poszczególne stadia rozwoju wąwozów trudno ściśle określić, gdyż w różnych odcinkach dużej formy można wyróżnić kilka cykli powtarzającego się rozwoju. Zaznacza się wówczas odmładzanie form ustabilizowanych. W związku z tym termin wąwóz jest często używany w sensie ogólnym, bez określenia stadium rozwoju.

NATURALNE WARUNKI ROZWOJU EROZJI WĄWOZOWEJ

Roztocze leży w strefie umiarkowanych lasów mieszanych. Naturalną roślinnością we wschodniej części Roztocza Gorajskiego były lasy bukowo-jodłowe, w zachodniej lasy lipowo-grabowe z bukiem, a od południa na piaszczystych równinach lasy sosnowe (K. I z d e b s k i 1967). Lasy zajmowały pierwotnie 85% powierzchni, co zabezpieczało skutecznie przed erozją (H. M a r u s z c z a k 1988).

Potencjalne warunki erozji zależą od właściwości litologicznych podłoża, rzeźby, szaty roślinnej oraz warunków klimatycznych. Lessy młodsze o miąższości 10–15 m wyróżniają się składem granularnym, zawierają 60–70% frakcji pyłowej (50–10 μm) i 5–10% frakcji ilastej (poniżej 5 μm). Zawartość węglanów wynosi 5–10%, lessy są mało spoisłe o porowatości około 40%. Lessy starsze są bardziej spoisłe ze względu na odwapnienie i większą zawartość (20–30%) frakcji ilastej (J. M a l i n o w s k i 1964). Rzeźba Roztocza jest urozmaicona, wysokości względne przekraczają 50–80 m/km². Czynnikiem klimatycznym wpływającym na rozwój erozji wąwozowej jest opad, wynoszący na Roztoczu 650–700 mm. Wylesienie Roztocza i gospodarcze użytkowanie terenu przy dużych deniwelacjach wpływa bezpośrednio na rozmiar i charakter spływu. Wskaźnik spływu jednostkowego wynoszący ponad 5 l/s/km² jest największy w pasie wyżyn południowopolskich (Z. M i c h a l c z y k 1982).

Natężenie procesów erozji zależy od wielkości i natężenia opadów, rzeźby, rodzaju skał oraz sposobu użytkowania ziemi. Zmienność rzeźby, rodzaj skał i gleb mogą być wyeliminowane jako potencjalne czynniki w rozważaniach dla krótkiego okresu rozwoju erozji powierzchniowej i wąwozowej. Bezpośredni wpływ na rozwój wąwozów mają katastrofalne ulewy letnie, zdarzające się co kilkadziesiąt lat i występujące na małym obszarze (J. B u r a c z y Ń s k i, J. W o j t a n o w i c z 1971).



WSPÓŁCZESNY ROZWÓJ WĄWOZÓW

Na Roztoczu Gorajskim wąwozy tworzą gęstą sieć form w różnym stadium rozwoju: debra — wąwóz — parów. Tworzą one silnie rozgałęzione systemy o głębokości do 15 m, w których forma główna osiąga długość 4–6 km (ryc. 4). Na podstawie pomiarów kartometrycznych na mapie w skali 1:25 000 określono długość wąwozów w obrębie sześciobocznych pól o powierzchni 1 km². Na Roztoczu Gorajskim o powierzchni 676 km² długość wąwozów wynosi 1731 km, w tym obszar o powierzchni 102 km² jest pozbawiony wąwozów. Średnia gęstość sieci wąwozów wynosi 2,5 km/km², z maksimum 10,5 km/km² koło Szczebrzeszyna. Prawie 40% powierzchni o wskaźniku gęstości ponad 3 km/km² jest zagrożone silną erozją (ryc. 5). Powierzchnia zajęta przez wąwozy oraz ich kubatura dobrze określają wielkość erozji. Do obliczeń przyjęto średnie wymiary wąwozu: szerokość dna 3 m, głębokość 7 m, rozwarłość krawędzi 20 m, powierzchnia przekroju 80,5 m² (J. B u r a c z y ń s k i 1965, 1968). Przy takim założeniu wąwozy zajmują 34,6 km², co stanowi 4,5 % powierzchni Roztocza Gorajskiego. W okolicy Szczebrzeszyna obszar o powierzchni 23 km² jest silnie pocięty wąwozami o wskaźniku gęstości ponad 6 km/km². Wąwozy o łącznej długości 174 km zajmują 15,2% powierzchni. Obszar ten podlega największej degradacji spowodowanej erozją wąwozową nie tylko na Roztoczu, ale na Wyżynie Lubelskiej (J. B u r a c z y ń s k i 1977). Przyczyną tego jest bardzo silne urzeźbienie oraz fakt, że był to teren najwcześniejszej kolonizacji osadniczej (J. G u r b a 1965).

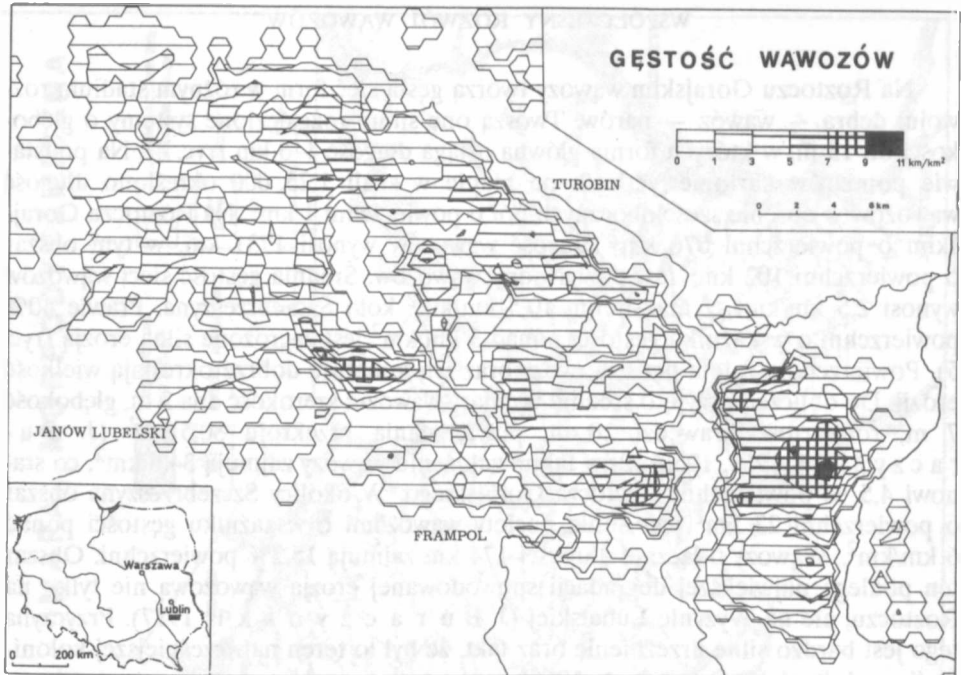
Na podstawie tych obliczeń stwierdzono, że z wąwozów obecnie występujących na Roztoczu został usunięty materiał o kubaturze 139 345 500 m³. Osadził się on w dnach suchych dolin oraz u ich wylotu w postaci stożków napływowych. Duże stożki napływowe u wylotu suchych dolin mają długość do 1 km i grubość 1–4 m (ryc. 4). Objętość usuniętego materiału na jednostkę powierzchni wynosi 206 130 m³/km², co odpowiada warstwie grubości 20,6 cm. Najsilniej rozwinęła się erozja wąwozowa na garbie koło Szczebrzeszyna, między dolinami Gorajca i Wieprza. Przy średniej gęstości 4,2 km/km² objętość usuniętego materiału wynosi tam 380 781 m³/km², co odpowiada warstwie 38,1 cm (J. B u r a c z y ń s k i 1977).

PRZYCZYNY ROZWOJU EROZJI GLEB W OSTATNIM TYSIĄCLECIU

W warunkach naturalnych panowania lasów mieszanych na Roztoczu Gorajskim procesy morfodynamiczne miały słabe natężenie. Ingerencja człowieka w naturalne środowisko we wczesnym średniowieczu zaznaczyła się wzrostem natężenia procesów morfodynamicznych spowodowanym karczunkiem lasów i rozwojem rolnictwa.

We wczesnym średniowieczu (VI–X w.) Roztocze Gorajskie należało do terenów słabo zaludnionych. Najstarszą znaną osadą z IX w. jest Sasiadka, a w XI w. powstały grodziska w Batorzu, Sasiadce i Szczebrzeszynie. Kolonizacja Roztocza

Ryc. 4. Mapa procesów morfodynamicznych na Roztoczu Gorajskim; 1 — akumulacja w dnie doliny; 2 — akumulacja w suchych dolinach; 3 — stożki napływowe; 4 — wąwozy
Geomorphological processes in Goraj Roztocze; 1 — accumulation on the valley floor; 2 — accumulation on the dry valley; 3 — alluvial fan; 4 — gully

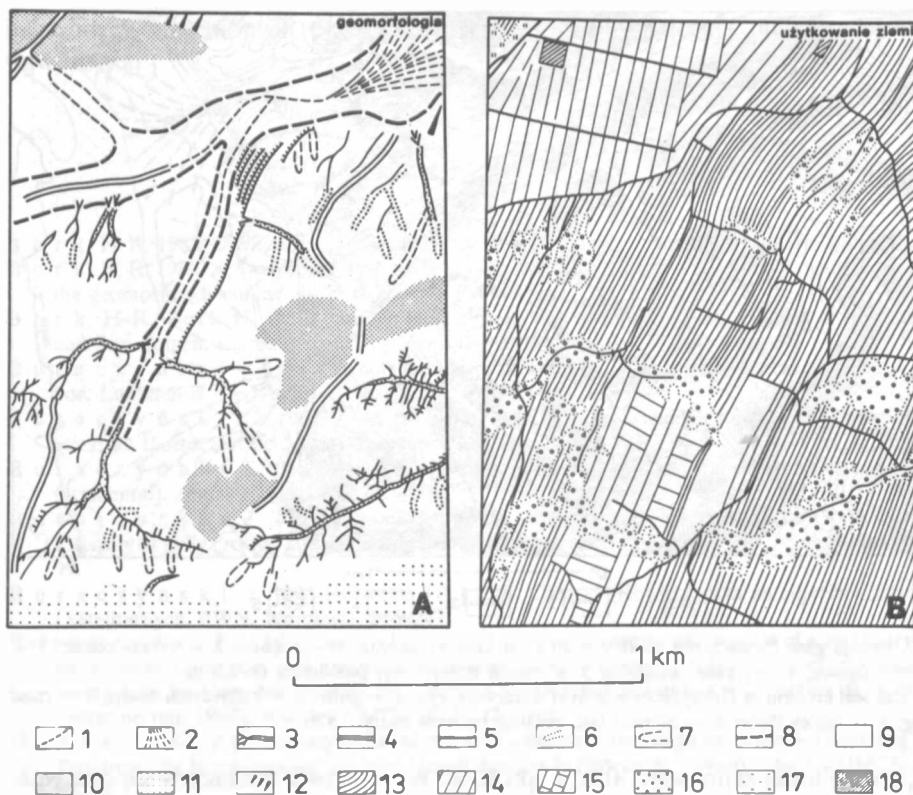


Ryc. 5. Gęstość sieci wąwozowej; pole pomiarowe 1 km^2
Density of gullies in Goraj Roztocze. Measurement field 1 km^2

Gorajskiego rozwinęła się dopiero w X–XII w. Osadnictwo wkraczało na Roztocze dolinami Wieprza, Gorajca, Poru i Łady. Rozwinęło się również przy południowej krawędzi Roztocza (J. G u r b a 1965). W okresie tym w związku ze słabym zaludnieniem (do 2 osób/km^2) pod uprawę zostało zajęte około 10% powierzchni.

Znaczny rozkwit rolnictwa przypada na XIV–XVI w., kiedy to gęstość zaludnienia wzrosła do 10 osób/km^2 , a użytki stanowiły już 30%. W tym okresie nastąpiła intensyfikacja upraw związana z przejściem od systemu dwupolowego do trójpolowego. Rozwój gospodarki folwarcznej wiązał się z intensyfikacją produkcji rolnej i utrwalaniem granic pól (H. M a r u s z c z a k 1988). Działalność gospodarza człowieka przyczyniła się do wzrostu erozji gleb oraz rozwoju erozji wąwozowej. Wynikiem procesów erozyjnych była wzmożona akumulacja deluwii lessowych wypełniających dna suchych dolin warstwą do 4–7 m. W suchych dolinach dorzecza Gorajca w spagu deluwii stwierdzono pnie drzew „czarne dęby” (A. J a h n 1956; J. B u r a c z y Ń s k i 1968). Datowanie ich metodą C^{14} na 870 ± 50 lat BP (Z. Ś n i e s z k o 1991), wskazuje, że zostały one zwalone około 1100 r.

Na podstawie datowania drzew można sądzić, że rozwój tych wąwozów nastąpił w XII w., w wyniku katastrofalnych ulew. Zdaniem L. Starkla (1983) i A. S z u m a Ń s k i e g o (1983) intensywna agradacja aluwii w dolinach odpowiada zwilgotnieniu klimatu w XI–XII w. Duże natężenie katastrofalnych ulew stwierdzono w Europie Centralnej w XI–XII w. oraz XIII–XIV w. (H.H. L a m b 1977). Szczególnie mokre lata wystąpiły w pierwszej połowie XIV w. (H. R. B o r k , H. B o r k 1987). Badania prowadzone we Frankonii i Turyngii wykazały rozwój wąwo-

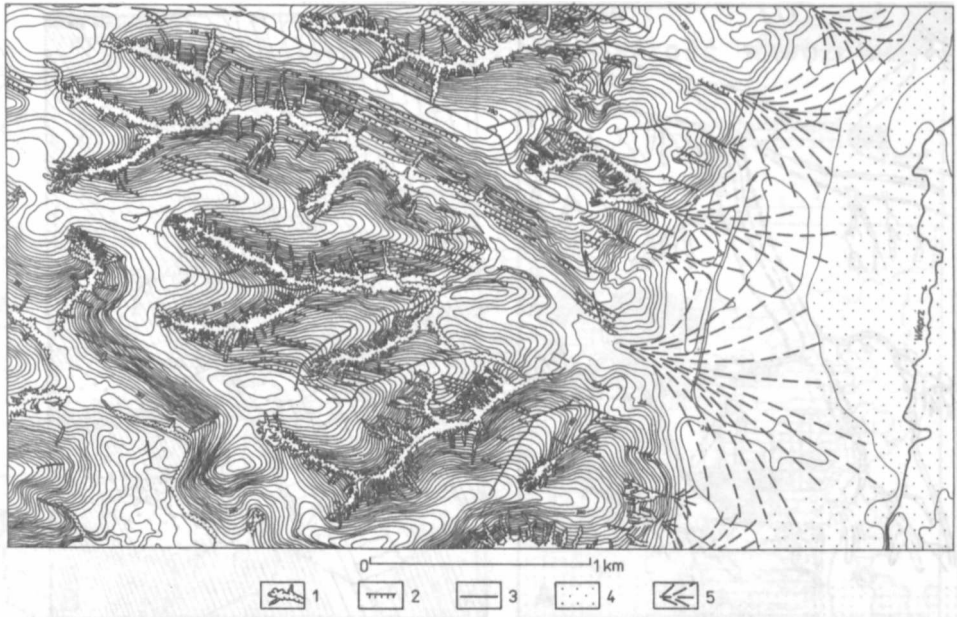


Ryc. 6. Geomorfologia (A) i użytkowanie ziemi (B) na podstawie analizy zdjęć lotniczych Roztocza koło Turobina (Buraczyński 1988); A: 1 – koryto wód okresowych; 2 – stożki napływowe; 3 – debra, wąwóz, parów; 4 – wąwóz drogowy; 5 – terasy polne; 6 – niecki zaorania; 7 – dolinki nieckowate; 8 – suche doliny; 9 – stoki; 10 – garby lessowe; 11 – wierzchowiny lessowe (290–300 m); 12 – północna krawędź Roztocza; B: 13 – zagonowy układ pól z 1870 r.; 14 – pola skomasowane w 1938 r.; 15 – pola rozparcelowane w 1944; 16 – krzewy i drzewa w wąwozach; 17 – pastwisko „wygon”; 18 – zagrody gospodarcze; linie ciągłe – drogi polne

Geomorphology (A) and land utilization (B) based on the aerial photograph in Goraj Roztocze near Turobin (Buraczyński 1988). A: 1 – channel of intermittent stream; 2 – alluvial fan; 3 – ravine and gully; 4 – road cutting; 5 – cultivation scarp; 6 – plough syncline; 7 – denudational syncline on slope; 8 – dry valley; 9 – slope; 10 – loess hump; 11 – loess plateau (290–300 m); 12 – escarpment; B: 13 – ribbon field pattern in the 1870's; 14 – field consolidation in 1938; 15 – divided estate in 1944; 16 – brush and forest in gully; 17 – pasture; 18 – farm; continuous line – cart roads

zów pod wpływem katastrofalnych ulew letnich (H. R. B o r k 1989). Powyższe fakty wskazują, że główna faza rozwoju wąwozów na Roztoczu przypada również na początek XIV w. W okresie XIV–XVIII w. nie występowały ekstremalne ulewy (H. H. L a m b 1977), wobec czego erozja rozwijała się w związku z użytkowaniem ziemi. Wąwozy ulegały zamieraniu poprzez łagodzenie zboczy oraz zapelnianiu deluwiami (J. B u r a c z y Ń s k i 1968; H. R. B o r k 1989).

Ponowne ożywienie gospodarcze nastąpiło na początku XIX w. Gęstość zaludnienia wynosiła wówczas 25 osób/km², powierzchnia użytkowanej ziemi wzrosła do



Ryc. 7. Erozja gleb i wąwozowa na Roztoczu koło Szczepieszyna; 1 – wąwóz; 2 – terasy polne; 3 – wąwozy drogowe; 4 – terasa zalewowa; 5 – stożek napływowy; poziomicze co 2,5 m
 Gully and soil erosion in Goraj Roztocze near Szczepieszyn; 1 – gully; 2 – cultivation scarp; 3 – road cutting; 4 – valley floor; 5 – alluvial fan; contour interval every 2.5 m

50%, tereny leśne zajmowały 30%, a łąki 10%. W rolnictwie zaznaczyły się dwa ważne fakty. Nastąpiła intensyfikacja upraw związana z przejściem do ciągłej uprawy plodozmianowej oraz gwałtowne rozpowszechnienie uprawy ziemniaków oraz buraków cukrowych i pastewnych (H. Maruszczak 1988). Nie mniej ważnym zdarzeniem było uwłaszczenie chłopów w połowie XIX w., co spowodowało wytyczenie nowych granic pól i rozdrobnienie gospodarstw. Powstał charakterystyczny układ pól z wąskimi zagonami (10–20 m) długości kilku kilometrów (ryc. 6). Pola przebiegały prostolinijnie, niezależnie od rzeźby, co przyczyniło się do poważnego zwiększenia natężenia erozji gleb. Ponowny rozwój wąwozów na przełomie XVIII i XIX w. nastąpił w związku z wystąpieniem gwałtownych ulew (H. H. Lamb 1977). Współcześnie istniejące duże wąwozy pochodzą głównie z tego okresu.

O wielkości erozji związanej z działalnością człowieka świadczą liczne formy antropogeniczne zaznaczone na mapie topograficznej 1:10 000. Są to krawędzie teras polnych, małe wąwozy na granicy pól oraz drogi polne wcięte w stok. Drogi polne o prostopadłych ścianach wysokości 2–6 m rozwijają się na stoku lub linii grzbietowej. Efektem działalności erozyjnej są również formy akumulacyjne, stożki napływowe i podstokowe spłaszczenia deluwialne (ryc. 7). Produkty erozji osadziły się w dnach suchych dolin i dolin rzecznych, a znaczna ich część została wyniesiona przez rzeki poza erodowany obszar i osadzona na terasie zalewowej tworząc mady.

Roztocze Gorajskie należy do terenów silnie zagrożonych erozją wąwozową w pasie wyżyn południowopolskich (J. Buraczyński 1968, 1977; A. Kęsik 1961; H. Maruszczak 1973). Obszary lessowe w strefie umiarkowanych lasów

mieszanych zmienionych przez człowieka w „step” podlegają intensywnej erozji wąwozowej.

LITERATURA

- B o r k H. R. 1983, Die holozane Relief und Bodenentwicklung in Lössgebiete. *Catena Suppl.*, 3, 1–93.
- B o r k H. R. 1989, Soil erosion during the past millenium in Central Europe and its significance within the geomorphodynamics of the Holocene. *Catena Suppl.*, 15, 121–131.
- B o r k H-R., Bork H. 1987, Extreme jungholozane hygrische Klimaschwankungen in Mitteleuropa und ihre Folgen. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 37, 109–118.
- B u r a c z y ń s k i J. 1965, Les entailles d'erosion recentes (ravins) du Roztocze Occidental. *Folia Soc. Lublinensis*, D, 3–4, 23–26.
- B u r a c z y ń s k i J. 1967, Zarys geomorfologii Roztocza Zachodniego (res. Essai géomorphologique du Roztocze Occidental). *Annales UMCS*, B, 22, 77–123.
- B u r a c z y ń s k i J. 1968, Typy dolin Roztocza Zachodniego (sum. Types de vallées du Roztocze Occidental). *Annales UMCS*, B, 23, 47–86.
- B u r a c z y ń s k i J. 1977, Natężenie erozji wąwozowej i erozji gleb na Roztoczu Gorajskim (sum. Intensity of gully erosion and soil erosion in Goraj Roztocze). *Zesz. Probl. Pos. Nauk Roln.*, 193, 91–99.
- B u r a c z y ń s k i J. 1988 Roztocze. [W:] J. R. Oledzki (Red.), *Polska na zdjęciach lotniczych i satelitarnych*. PWN, Warszawa, 246–247.
- B u r a c z y ń s k i J., Wojtanowicz J. 1971, Rozwój wąwozów lessowych w okolicy Dzierzkowic na Wyżynie Lubelskiej pod wpływem gwałtownej ulewy w czerwcu 1969 roku (sum. Evolution des raving dans les loess des environs de Dzierzkowice (Plateau de Lublin) sous l'action de la violente averse de juin 1969). *Annales UMCS*, B, 26, 135–168.
- G u r b a J. 1965, Z problematyki osadnictwa wczesnośredniowiecznego na Wyżynie Lubelskiej (sum. Problemes de la colonisation du haut Moyen Age sur le Plateau de Lublin). *Annales UMCS*, F, 20, 45–58.
- I z d e b s k i K. 1967, Zbiorowiska leśne na Roztoczu Zachodnim (sum. Forest communities in Western Roztocze). *Annales UMCS*, C, 22, 235–266.
- J a h n A. 1956, Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd (sum. Geomrphology and Quaternary History of Lublin Plateau). *Prace Geogr. PAN*, nr 7, 453.
- K ę s i k A. 1961, Valles des terrains loessiques de la partie Ouest du Plateau de Nałęczów. *Annales UMCS*, B, 15, 123–153.
- L a m b H. H. 1977, *Climate — present, past and future climate history nad the future*. London, 835.
- M a l i n o w s k i J. 1964, Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza (sum. Geological structure and geotechnical properties of loess in Roztocze). *Inst. Geol. Prace*, 41, 2–122.
- M a r u s z c z a k H. 1973, Erozja wąwozowa we wschodniej części pasa wyżyn południowopolskich (sum. Gully erosion in the eastern part of southern uplands of Poland). *Zesz. Probl. Pos. Nauk Roln.*, 151, 15–30.
- M a r u s z c z a k H. 1974, Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny w czasach prehistorycznych. [W:] T. Mencil (Red.), *Dzieje Lubelszczyzny*, t. 1, PWN, Warszawa, 25–68.
- M a r u s z c z a k H. 1988, Zmiany środowiska przyrodniczego kraju w czasach historycznych. [W:] L. Starkel (Red.), *Przemiany środowiska geograficznego Polski*. Ossolineum, Wrocław, 109–135.
- M i c h a l c z y k Z. 1982, Zróżnicowanie odpływu w dorzeczu Wieprza (sum. Runoff spatial differentiation in Wieprz drainage basin). *Annales UMCS*, B, 37, 151–171.
- S o b o l e w S. S. 1948, *Razwitiye erozionnych processow na tieritorii jewropejskoj czasti SSSR i bor'ba z nimi*. Moskwa, 305.
- S t a r k e l L. 1983, The reflection of hydrologic changes in the fluvial environment of temperate zone during the last 15 000 years. [In:] K. J. Gregory, J. Willey and Sons (Editors), *Background to palaeohydrology: A perspective*.
- S z u m a ń s k i A. 1983, Paleochannels of large meanders in the river valleys of the Polish Lowland. *Quatern. Stud. in Poland*, 4, 207–216.
- Ś n i e z k o Z. 1991, Reflection of extreme events in evolution of dry valleys in loess Roztocze Upland. *Prace Naukowe Uniw. Śląskiego*, 1107, 119–128.

SUMMARY

The Goraj Roztocze forms the elevation rising 270–330 m a.s.l., built of the Cretaceous marls covered by 10–30 m thick loess layer. The upland has intense relief and it is dissected by the river valleys and the dense net of dry valleys (average density of 1.3 km/km^2), that is why the relative heights exceed 50 m/km^2 . Weakly compacted loesses with the content of carbonates and clay fraction of 5–10%, diversified relief as well as the precipitation of 650–700 mm give virtual conditions for the gully erosion. The Goraj Roztocze is a rural region with forests occupying only 20% of the area, so the specific runoff exceeds 5 l/skm^2 .

Recent gullies of the Goraj Roztocze form the dense net, 2.5 km/km^2 on the average, with the maximum of 10.5 km/km^2 . Their length is 1731 km, an average width — 20 m, and average section — 80.5 m^2 . Therefore, the gullies occupy the area of 34.6 km^2 . The volume of material removed from them is $139\,345\,500 \text{ m}^3$, which corresponds to the layer 20.6 cm thick.

The Roztocze is located in the temperate zone of mixed forests, where in natural conditions the beech-fir forests dominated in the east part, and the linden-hornbeam forests with beech in the west part. They occupied 85% of the area, providing the effective protection against the erosion. The development of soil and gully erosion was related to the settlement in the Roztocze, to the deforestation and farming intensification.

The development of the settlement in the Roztocze occurred in the Xth–XIIth centuries. Considerable intensification of the farming took place in the XIVth–XVIth centuries, when the population density was 10 person/km^2 , and arable land constituted 30% of the area. Intensification of cultivation was associated with transition from the two-course rotation to the three-field system. The development of the gully erosion and considerable accumulation of the slope wash covering the floor of the dry valleys with the layer 4–7 m thick were related to increasing farming activities. The continuous crop rotation and cultivation of potato and beet begin in the XIXth century. The enfranchisement of the peasantry, tracing of new field boundaries and dividing of farms also took place in that period. All these factors intensified the soil erosion and gully development.

Two periods were marked in the development of gullies — XIIth–XIVth and XVIIIth–XIXth centuries, when occurred considerable increase of precipitation and catastrophic rain-storms (Bork 1989, Lamb 1977). In the dry valleys of the Roztocze the fossil trees („black oaks”), dated for the 1100 year, occur under the layer of slope wash. One can assume that the gullies developed in the XIIth–XIIIth centuries as a result of the torrential rains. During the XIVth–XVIIIth centuries only the soil erosion occurred which resulted in the accumulation and aggradation of gullies. A renewed development of gullies took place on the turn of the XVIIIth century.

The direct cause of the gullies development in the Roztocze was the occurrence of catastrophic rain-storms, and anthropogenic factor only facilitated and intensified the processes of soil erosion. The Goraj Roztocze is one of the most liable to the gully erosion areas in the Southern-Polish Uplands. In the temperate zone of mixed forests the loess areas changed into „steppe” by man are submitted to the intensive gully erosion.