

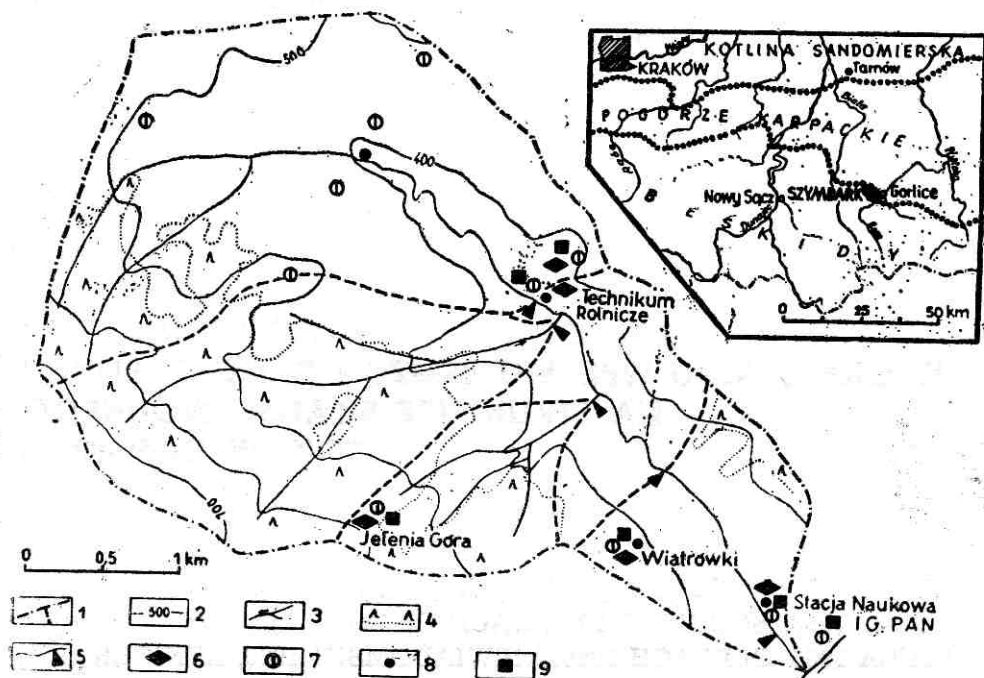
JANUARY SŁUPIK

Uniwersytet Jagielloński
Kraków

ZASTOSOWANIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH W OKREŚLANIU WPŁYWU BRUZZD I DRÓG POLNYCH NA STRUKTURĘ BILANSU WODNEGO STOKÓW GÓRSKICH

Z licznych publikacji zagranicznych (BAVER 1956, BENNETT 1939, L'VOVIČ 1963, SOBOLEW 1960, ZACHAR 1960 i inni) oraz krajowych (FIGUŁA 1955, GERLACH 1966, NIEWIADOMSKI 1960, RENIGER 1955, ZIEMNICKI 1949, 1960 i inni) wiadomo, że spływ powierzchniowy, szczególnie w górach, jest procesem niekorzystnym. Powoduje on straty gleby wskutek spłukiwania i powstawanie powodzi. Spływ powierzchniowy jest też przyczyną zmniejszania zasobów wody w glebie, dostarczonych w postaci opadów atmosferycznych. Odbija się to ujemnie na strukturze bilansu wodnego, ponieważ wraz ze wzrostem spływu powierzchniowego maleje udział odpływu podziemnego w odpływie całkowitym oraz zmniejsza się możliwość spożytkowania zasobów wody w glebie w procesie transpiracji.

Zagadnienia te miałem możność prześledzić ilościowo na podstawie wyników stacjonarnych badań obiegu wody w glebie w obrębie stoku. Zwróciłem wówczas uwagę również na znaczenie bruzd i dróg polnych w zróżnicowaniu rozmiarów spływu powierzchniowego na stokach. Badania prowadziłem w latach 1968—1970 w ramach prac Stacji Naukowej Instytutu Geografii Polskiej Akademii Nauk w Szymbarku koło Gorlic. Ich przedmiotem były stoki doświadczalne, założone w zlewni Bystrzanki (rys. 1). Zlewnia ta leży w Karpatach Fliszowych. Północno-zachodnia, zalesiona część zlewni reprezentuje rzeźbę beskidzką, natomiast pozostała część — rzeźbę pogórską (DAUKSZA i inni 1970b). Stoki pogórskie, o spadkach maksymalnych 12° — 16° , okryte są glebami gliniastymi osiagającymi 4 m miąższości. Zatrzymują one większą część (800 mm) sumy rocznej opadów atmosferycznych. W podłożu zbudowanym z kompleksów łupkowo-piaszczystych gromadzi się mała ilość wody. Wzmozona aktywność procesów hydrologicznych przypada w okresach letnich ulew i odwilży śródzimo-



Rys. 1. Zlewnia Bystrzanki: 1 — działy wodne, 2 — poziomicze, 3 — ciekii, 4 — lasy, 5 — przekroje hydrometryczne, 6 — stoki doświadczalne, 7 — deszczomierze, 8 — stacje wód gruntowych, 9 — stacje meteorologiczne

wych. Na omawianym terenie groźniejsze są wezbrania letnie. Natomiast wezbrania roztopowe mają przebieg bardziej łagodny, gdyż zanikanie pokrywy śnieżnej odbywa się w różnym czasie, w zależności od ekspozycji stoków (DAUKSZA i inni 1970b).

Jeden z pięciu stoków doświadczalnych położony jest w obrębie Stacji Naukowej IG PAN (rys. 1). Prowadzono tu między innymi pomiary spływu powierzchniowego na trzech poletkach doświadczalnych długości ponad 100 m, szerokości około 13 m, czyli o powierzchni prawie 20 arów. Powierzchniowy i podpowierzchniowy dopływ lub odpływ wody z poletek został odcięty za pomocą pasów folii plastikowej. Jedno z poletek reprezentowało łąkę, drugie — żyto ozime, a trzecie — w półroczu letnim — pole ziemniaków, zaś w półroczu zimowym — pole zaorane rozcięte bruzdą, przebiegającą wzdłuż poletka zgodnie ze spadkiem. Spływ powierzchniowy z pola zaoranego i bruzdy mierzyłem oddzielnie (DAUKSZA i inni 1970a). Wyniki pomiarów wykonanych na tym stoku, jak również obserwacje patrolowe prowadzone na terenie całej zlewni Bystrzanki pozwoliły prześledzić wpływ bruzd i dróg polnych na zróżnicowanie rozmiarów spływu powierzchniowego. Zagadnienie to przedstawię na kilku przykładach.

W zimie na skutek przewiania śnieg gromadzi się w bruzdach i holwegach. Dlatego zawierają one większy niż pola zapas wody w śniegu. W do-

datku podczas odwilży lub roztopów bruzdy drenują wodę z warstwy ornej gleby. Spływ powierzchniowy z bruzd i dróg polnych jest zatem duży (tabela 1).

Tabela 1

Porównanie spływu powierzchniowego z bruzdy i pola zaoranego w okresie zimowym 1968/1969 roku

Spływ powierzchniowy	Pole+ bruzda	Pole- bruzda
Dni spływu	32 dni	30 dni
Całkowita objętość spływu	25,87 mm	12,94 mm
Maksymalna dobową objętość spływu	6,92 mm	4,00 mm
Maksymalne natężenie spływu	170,00 l/ /min/ha	80,0 l/ /min/ha

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że bruzda polna odprowadza tyle wody, ile całe pole orne rozcięte tą bruzdą. Spływ powierzchniowy z pola zaoranego bez bruzdy byłby więc dwukrotnie mniejszy. Płynię stąd wniosek, że bruzdy rozcinające lub ograniczające pola orne oraz drogi polne spełniają funkcję zbędnych drenów, które powiększają rozmiary spływu powierzchniowego na stokach. Efektem tego może być powiększenie kulminacji wezbrań w ciekach.

Przypadki spływu powierzchniowego zarejestrowane w okresie letnim na polu z ziemniakami skłaniają do wyprowadzenia podobnych wniosków. W dniu 15 czerwca 1969 roku ulewny deszcz trwający około 45 minut dał ponad 40 mm opadu o maksymalnym natężeniu 1,74 mm/min. W wyniku tej ulewy na polu obsadzonym ziemniakami, które było rozcięte bruzdami przebiegającymi zgodnie ze spadkiem, objętość spływu powierzchniowego wyniosła 10,2 mm, czyli prawie 25% sumy opadu. Maksymalne natężenie spływu osiągnęło wartość 3400 l/min/ha. Na tym samym stoku wskutek wspomnianej ulewy z łąki spłynęło około 500 razy mniej wody, a z pola obsianego żytem — około 2000 razy mniej wody (tabela 2).

Tabela 2

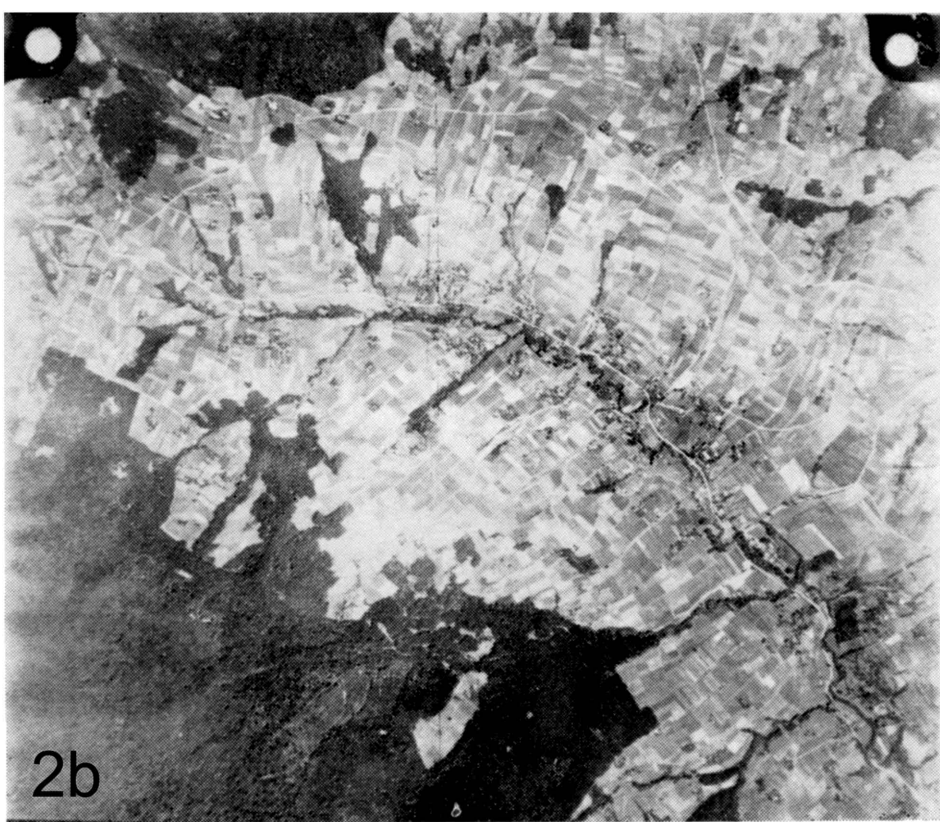
Spływ powierzchniowy na polach doświadczalnych w Szymbarku wywołany krótkotrwałym ulewnym deszczem w dniu 15 czerwca 1969 roku

Poletko	Suma opadu	Początek		Rozmiary spływu powierzchniowego		
		opadu	spływu	objętość	maksymalne natężenie	współczynnik
	mm	godz.		mm	l/min/ha	% opadu
Łąka	43,2	14 ⁴³	15 ¹⁷	0,023	17	0,0
Żyto	43,2	14 ⁴³	15 ²⁵	0,006	6	0,0
Ziemniaki	43,2	14 ⁴³	15 ¹⁰	10,200	3400	23,6

Podobne proporcje ilościowe zanotowano podczas innych krótkotrwałych ulew. Okazuje się, że na polu z ziemniakami szybko wytwarza się warstwa wody zdolna do płynięcia, a w miarę wzrostu jej miąższości zwiększa się prędkość i energia spływającej wody. W związku z tym w obszarach górskich często występuje katastrofalne spłukiwanie gleby. W wyniku wspomnianej ulewy spłukiwanie na polu z ziemniakami wynosiło około 40 000 kg/ha, natomiast prawie nie zaznaczyło się na polu obsianym żytem oraz na łące (GIL, SŁUPIK 1972). Uprawa ziemniaków w poprzek spadku najczęściej nie przeciwdziała erozji gleb, gdyż podczas krótkotrwałych silnych opadów zatrzymywanie wody w bruzdach, szczególnie na stromych stokach, stanowi groźbę upłynnienia warstwy ornej gleby i powstania spływu błotnego (GIL, SŁUPIK 1972). Wówczas zostaje zniszczone całe pole wraz z uprawą. Zjawiska takie stwierdził między innymi K. FIGUŁA (1960) w Szymbarku w 1958 roku. Na terenach górskich rolnicy celowo uprawiają więc ziemniaki zgodnie ze spadkiem. Przyczyniają się w ten sposób do powiększenia rozmiarów spływu powierzchniowego, równocześnie zaś chronią uprawy przed zniszczeniem, a glebę przed zmyciem horyzontu ornego. Z punktu widzenia ochrony zasobów wody i gleby uprawa ziemniaków na terenach górskich jest niewskazana.

Omówione przykłady świadczą o tym, że bruzdy i drogi polne odgrywają istotną rolę w zróżnicowaniu rozmiarów spływu powierzchniowego. Dzięki badaniom stacjonarnym otrzymujemy dane ilościowe dla jednego stoku, natomiast zdjęcie lotnicze pomaga w przestrzennym ujęciu tego zagadnienia w skali całej zlewni.

Na zdjęciach lotniczych przedstawiających fragment zlewni Bystrzanki widać, że układ pól nawiazuje do sieci dróg, przypominając mozaikę prostokątów (rys. 2). Jest to cechą charakterystyczną całych Karpat Fliszowych. Drogi biegną dnem doliny i wzdłuż linii wododzielnych. W odstępach kilkusetmetrowych, a czasem mniejszych, oba trakty są połączone prostopadle drogami polnymi, które przebiegają najczęściej zgodnie ze spadkiem. Działki polne są małe, najczęściej o powierzchni 20 arów — 30 arów. Wszystkie pola są oddzielone od siebie bruzdami, stąd ich gęstość jest bardzo duża i wynosi około 350 m/ha, co równa się 35 km/km². Tereny zagospodarowane rolniczo zajmują 8,5 km² powierzchni zlewni. Można zatem wyliczyć, że całkowita długość bruzd i dróg polnych w zlewni Bystrzanki wynosi około 300 km. Gęstość bruzd i dróg polnych obliczyłem ze zdjęć lotniczych (rys. 2). W tym celu wyznaczyłem na zdjęciu trzy kwadraty o powierzchni rzeczywistej 4 ha. Wyniki obliczeń dla poszczególnych kwadratów różniły się między sobą w granicach 5%. Wobec tego wyzna-



Rys. 2. Lotnicze zdjęcia (2a i 2b) panchromatyczne z poligonu szkoleniowego Szymbark — Bystrzyca, przedstawiające fragment zlewni Bystrzanki

czyłem średnią arytmetyczną tych trzech pomiarów, uznając wynik za reprezentatywny dla całej zlewni. Celem tych obliczeń było wskazanie rzędu wielkości, dlatego pominąłem błąd pomiaru spowodowany znacznymi w tym terenie deniwelacjami.

*
* *
*

Przykłady zaczerpnięte z przeprowadzonych badań stacjonarnych pozwalają stwierdzić, że bruzdy i drogi polne skracają czas spływu wody, powiększają rozmiary spływu powierzchniowego, a tym samym zwiększają kulminację wezbrań w zlewniach górskich zagospodarowanych rolniczo. Podobną rolę odgrywają uprawy okopowe. Jeżeli nie uwzględnić bruzd, to okaże się, że na polach uprawnych panują warunki sprzyjające w większym stopniu wsiąkaniu wody. Świadczy o tym analiza wezbrań w zlewni Bystrzanki. Na przykład w dniu 18 sierpnia 1969 roku w przekroju wodowskazowym u ujścia Bystrzanki rejestrowano znaczny przybór wody już w godzinach nocnych, podczas gdy na poletkach doświadczalnych spływ powierzchniowy rozpoczął się dopiero rano, pomiędzy godz. 4 a 5. Wyprzedzenie fali wezbrania w cieku w stosunku do spływu powierzchniowego na polach można tłumaczyć jedynie szybszym spływem wody bruzdami i drogami polnymi bezpośrednio do koryta. Na terenach górskich należałoby zatem ograniczyć gęstość bruzd i dróg polnych oraz uprawę roślin okopowych. Przyczyni się to do zmniejszenia rozmiarów spływu powierzchniowego na korzyść odpływu podziemnego. Wzrośnie tym samym udział ewapotranspiracji w obiegu wody, a zarazem zmaleje groźba powodzi.

Zdjęcia lotnicze mogą odgrywać ważną rolę w przestrzennym ujęciu omawianego zagadnienia, gdyż rejestrują obraz układu pól. Za ich pomocą możemy scharakteryzować rzeczywiste rozmiary bruzd i dróg polnych jak: długość, szerokość, głębokość, spadek i inne cechy, których nie da się odczytać z mapy. Na podstawie różnicy fototonu (CIOŁKOSZ 1968) można wyznaczyć na zdjęciu zasięg upraw okopowych oraz określić ich udział w użytkowaniu ziemi danego terenu. Zdjęcia lotnicze mogą być również wykorzystane przy projektowaniu zmian układu pól i sieci dróg (FEDOROWSKI 1962).

Celem przedstawionych uwag jest spojrzenie w aspekcie hydrologicznym na nieprawidłowości istniejące w zagospodarowaniu rolniczym górskich terenów oraz wykazanie możliwości zastosowania zdjęć lotniczych do ujęcia przestrzennego tego problemu.

LITERATURA

- BAVER L. D.: 1956, *Soil Physics*, New York — London.
BENNETT H. H.: 1939, *Soil constervation*, New York — London.
CIOŁKOSZ A.: 1968, *Zastosowanie zdjęć lotniczych w pracach związanych z wykonywaniem map rolniczego użytkowania ziemi*, „Fotointerpretacja w Geografii”, z 6.

- DAUKSZA L. i inni: 1970a, *Investigations of the Research Station of the Institute of Geography of the Polish Academy of Sciences at Szymbark near Gorlice*, *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, vol. 4.
- DAUKSZA L. i inni: 1970b, *Badania fizyczno-geograficzne otoczenia Stacji Naukowo-Badawczej Instytutu Geografii PAN w Szymbarku*, *Dokumentacja Geograficzna*, z. 3, Warszawa.
- FEDOROWSKI W.: 1962, *Możliwości zastosowania zdjęć lotniczych w rolnictwie*, „Przegląd Geodezyjny”, nr 5.
- FIGUŁA K.: 1955, *Wstępna charakterystyka zjawisk erozji na terenie kilku powiatów woj. krakowskiego*, *Rocz. Nauk. Roln.*, ser. F, t. 71, z. 1, Warszawa.
- FIGUŁA K.: 1960, *Erozja w terenach górskich*, „*Wiad. Inst. Melior.*”, t. 1, z. 4.
- GERLACH T.: 1966, *Współczesny rozwój stoków w dorzeczu górnego Grajcarka (Beskid Wysoki — Karpaty Zachodnie)*, „*Przegląd Geograficzny*”, nr 52, Warszawa, IG PAN.
- GIL E., SŁUPIK J.: 1972, *The Influence of the Plant Cover and Land Use on the Surface Run-off and Wash Down during Heavy Rain*, *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, vol 6.
- L'VOVIĆ M. I.: 1963, *Čelovek i vody*, Moskva.
- NIEMIADOMSKI W.: 1960, *Próba syntezy 10-cio letnich (1947—1957) studiów nad strukturą przyrodniczo-rolniczą urzęźbionych krain Polski*, „*Wiad. Inst. Melior.*”, t. 1, z. 4.
- RENIGER A.: 1955, *Erozja gleb na terenie pogórskim w obrębie zlewni potoku Łukawica*, *Rocz. Nauk. Rol.*, ser. F, t. 71, z. 1, Warszawa.
- SOBOLEW S. S.: 1960, *Walka z erozją gleb w ZSRR*, „*Wiad. Inst. Melior.*”, t. 1, z. 4.
- ZACHAR D.: 1960, *Erozja pody*, Bratislava.
- ZIEMNICKI S.: 1960, *Zabiegi przeciwoerozyjne*, „*Wiad. Inst. Melior.*”, t. 1, z. 4.

JANUARY SŁUPIK

**AERIAL PHOTOGRAPHY USED TO ASSESS THE INFLUENCE
OF DITCHES AND FIELD PATHS ON THE STRUCTURE OF
THE WATER BALANCE OF MOUNTAIN SLOPES**

S u m m a r y

An analysis is presented of the argillaceous layers covering the Carpathian flysch slopes at five experimental test areas. Each test area was of 20 ares. The water balance is governed not only by the quantity of atmospheric precipitation but also by the micromorphology of the given slope and the type of cultivation practised. The differences observed between water flow-off and water percolating through to the subsoil are considerable. Ditches and field paths cause rapid flow-off of precipitation and hence drainage of the neighbouring fields.

Data from the experimental test areas was entered on the aerial photographs analysed for the whole drainage basin. Results obtained elucidate the reasons for sudden piling up of water in the rivers and of loss of cultivated soil due to washing away. Using stereoscopic analysis an elaboration of this sort is considerably easier and more accurate than in difficult field conditions. Results obtained from these investigations are intended to be used to improve cultivation of the mountain regions.

JANUARY SŁUPIK

**L'APPLICATION DES VUES AÉRIENNES DANS LA DÉTERMINATION
DE L'INFLUENCE DES SILLONS ET DES CHEMINS D'EXPLOITATION
SUR LA STRUCTURE DU BILAN AQUEUX DES PENTES DE MONTAGNE**

R é s u m é

L'auteur présente l'analyse des couches argileuses sur les pentes des Carpates „de flich” sur cinq postes d'expérience. Chaque poste avait 20 ares. Le bilan aqueux est conditionné non seulement en fonction du nombre des précipitations atmosphériques mais aussi de la micromorphologie de la pente et le type de la culture. Les différences de l'écoulement et de l'infiltration de l'eau dans le terrain, sont grandes. Les sillons et les chemins d'exploitation provoquent l'écoulement et le drainage rapides des champs voisins.

Les données ont été rapportées des postes d'expérience sur les vues aériennes analysées, de tout le terrain confluent. Les résultats expliquent la cause des montées rapides des eaux dans les fleuves et des pertes du sol arable causées par la confluence. Grâce à l'analyse stéréoscopique, cette étude devient plus facile et plus précise, que dans les conditions difficiles des recherches dans le terrain. Les résultats de cette élaboration doivent servir à l'amélioration de l'aménagement des terrains de montagne.

STYLING

STYLING

STYLING

STYLING

STYLING

STYLING