

## ROZWÓJ WĄWOZU ZALESIONEGO W GÓRACH PIŃCZOWSKICH \*

*Stefan Ziemnicki, Zbigniew Kudasiewicz*

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego AR — Lublin

Kierownik: prof. dr S. Ziemnicki

## WSTĘP

Problem ochrony gleb przed erozją wodną został już dość dokładnie poznany i naświetlony, a proponowane przez badaczy doświadczalnie sprawdzone metody hamowania natężenia i skutecznego przeciwdziałania zjawisku mogą być wprowadzane na szerszą skalę [1, 2, 3, 12, 13].

Wykorzystanie jednak zdobytych dotychczas doświadczeń wymaga odmiennego rozwiązania problemów erozji wodnej na każdym obszarze. Szczególnie odnosi się to do terenów najsilniej niszczonej, poprzecinanych wąwozami. Wąwozy — zwłaszcza w terenach lessowych — są najgroźniejszą formą erozji [7, 9, 14, 15]. Dotychczasowa znajomość mechanizmu rozwoju wąwozu była niedostateczna dla wprowadzania skutecznych zabiegów ochronnych. Dlatego też podjęto niniejsze badania. Wniosły one szereg danych o stanie i rozwoju wąwozu wytworzonego w materiale lessowym na Wyżynie Miechowsko-Sandomierskiej. Badania terenowe wykonano w okresie od 1969 r. do 1973 r. Wiosną 1970 r. wykonano pierwsze pomiary sytuacyjno-wysokościowe wąwozu i zlewni. Corocznie powtarzano pomiar niwelacyjny profilu dna wąwozu na wiosnę i jesienią. Przekrój poprzeczny zlewni, badania glebowe oraz ostatni pomiar niwelacyjny wykonano jesienią 1973 r.

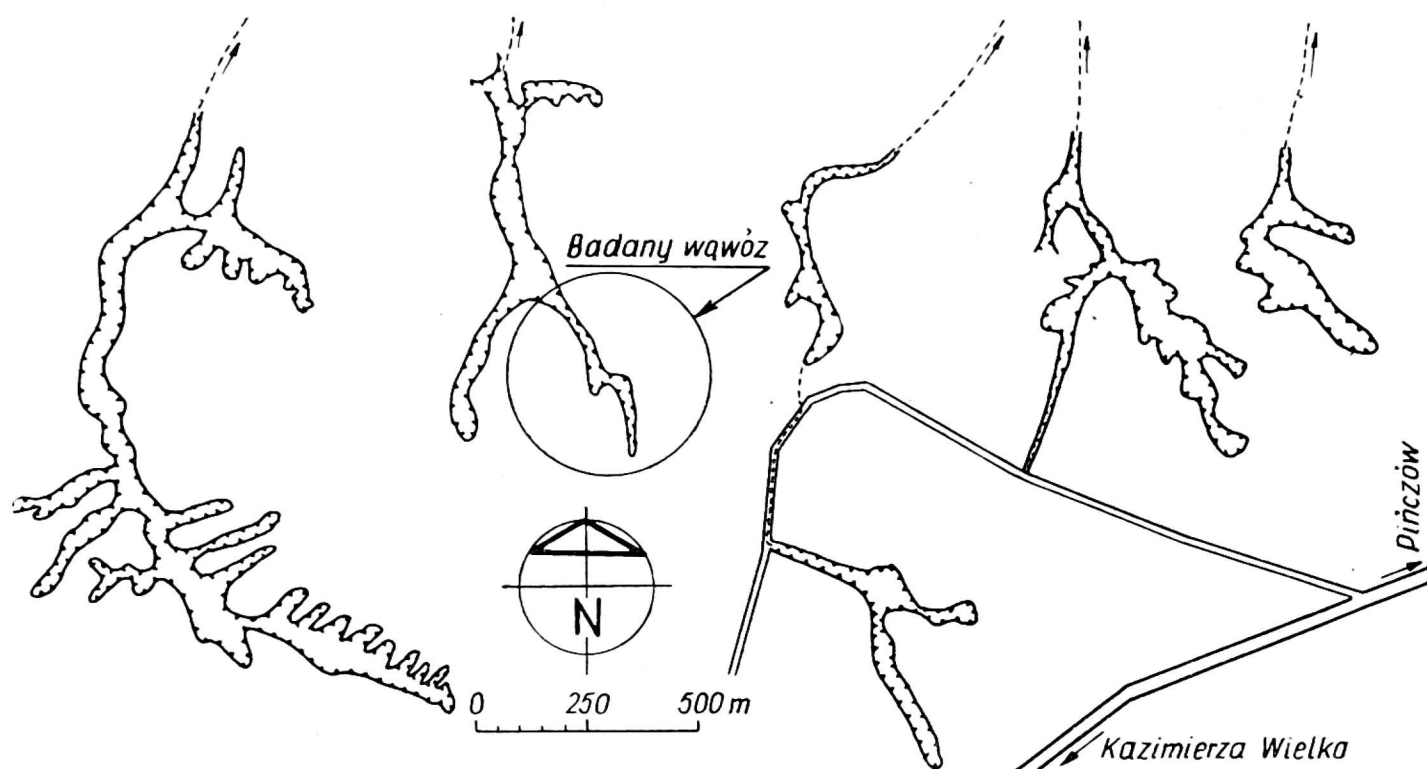
## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA FIZJOGRAFICZNA

*Położenie*

Badany wąwóz leży w odległości ok. 15 km na południowo-zachód od Pińczowa na terenie wsi Góry (rys. 1). Znajduje się on na prawym zboczach doliny rzeki Mierzawy, będącej prawobrzeżnym dopływem rzeki Nidy. Badany wąwóz jest prawą odnogą większego wąwozu.

---

\* Badania niniejsze były częściowo finansowane przez subwencję Departamentu Rolnictwa Stanów Zjednoczonych A. P. służbę badań rolniczych usankcjonowaną na mocy Prawa Publicznego 480.



Rys. 1. Okolice wsi Góry Pińczowskie. Położenie badanego wąwozu

### Klimat

Omawiany teren znajduje się w dzielnicy klimatycznej Częstochowsko-Kieleckiej (wg Gumińskiego). Okres wegetacyjny wynosi ok. 210 dni, początek prac polowych przypada na koniec marca. Okrywa śnieżna trwa 50-70 dni. Średnia roczna ilość opadów wynosi ok. 600 mm, a średnia roczna temperatura  $7,9^{\circ}\text{C}$ .

Rozkład opadów jest typowy dla Polski, ilość opadów jesiennych i zimowych jest nieduża, natomiast najwięcej opadów przypada na miesiące letnie: czerwiec, lipiec i sierpień.

Spływy powierzchniowe zachodzą głównie podczas roztopów śnieżnych. Spływy letnie występują rzadziej, chociaż mogą być groźne dla rozmywów liniowych.

W okresie badań spływy roztopowe ze zlewni nie wystąpiły (miały jedynie miejsce nieduże spływy ze śniegu nawianego i zatrzymanego w wąwozie) a większe deszcze były rzadkie. Podano je przy omawianiu rozwoju wąwozu.

### Geologia

Badana zlewnia leży na terenie synklinorium nidziańskiego wchodzącego w skład elementu tektonicznego ciągnącego się od Bałtyku po Karpaty, zwanego synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskim [11]. Badany obszar leży na skałach wieku górnokredowego i czwartorzędowego. Podłoże dla osadów czwartorzędowych stanowią opoki dolnego mastrychtu. Opoka ta ma barwę szarą, jest twarda, reaguje z HCl, zawiera ok. 50%  $\text{CaCO}_3$  i ok. 50% krzemionki. Opoka górnokredowa jest silnie zwiertzała, przeważnie spękana aż do rozkruszenia włącznie, odwapniona i zli-

monityzowana. Najsilniej zwięzła warstwa stropowa ma miąższość ok. 1,5 m. Występują w niej spękania tektoniczne, najczęściej pionowe. Osady górnej kredy i trzeciorzędu zostały w wyniku działalności lodowca spenepnizowane i na wyrównanym terenie osadziły się miejscami gliny zwałowe oraz piaski akumulacji lodowcowej ze żwirami i eratykami. Młodszy utworami czwartorzędowymi są lessy, częściowo spiaszczone, pokrywające południową część zlewni rzeki Mierzawy. Pokrywa lessowa oraz znaczne deniwelacje pomiędzy falistą wierzchowiną a dnem dolin rzecznych wpłynęły na powstanie swoistej rzeźby terenu — występują tu charakterystyczne wąwozy lessowe i doliny o suchych dnach, a wśród nich formy płaskodenne. Właściwości lessu oraz szczeliny i spękania tektoniczne opoki stwarzają dobre warunki zarówno dla erozji powierzchniowej, jak i dla rozmywów wywołanych spływami podpowierzchniowymi [5, 10, 11].

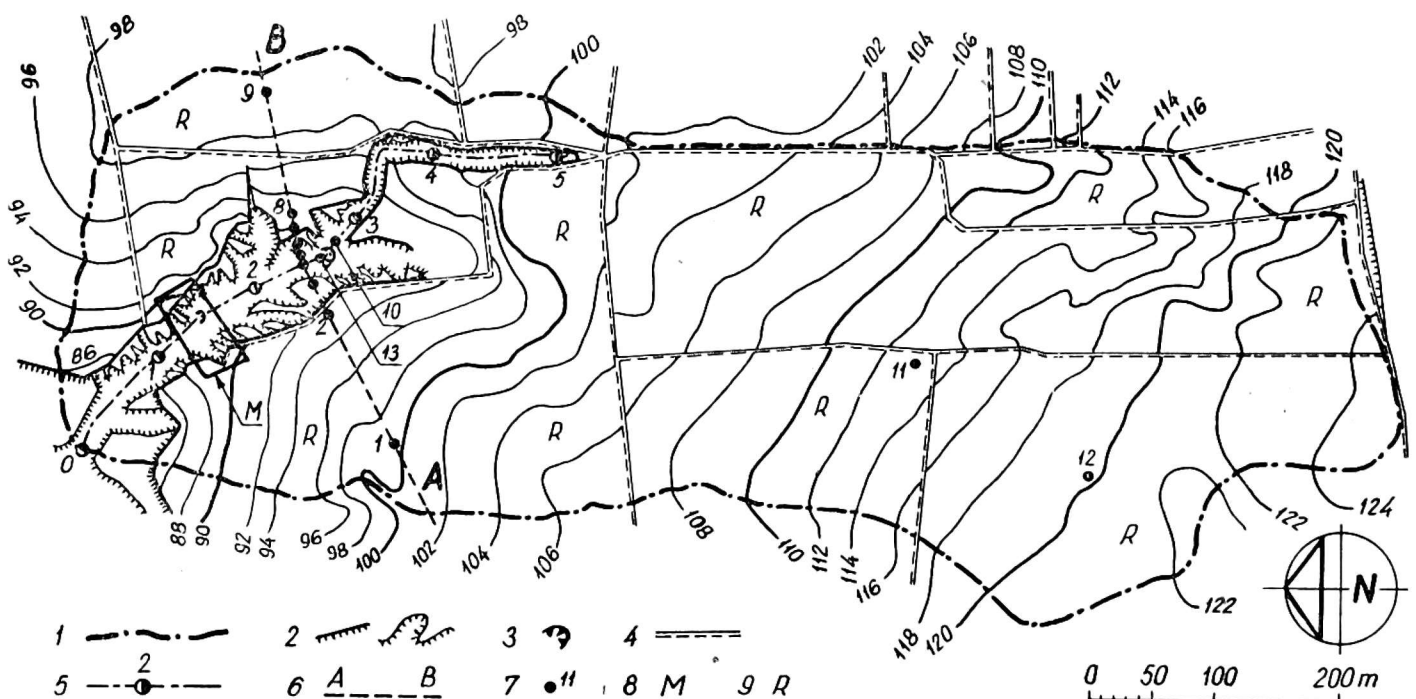
### Gleby

Charakterystykę gleb oparto na badaniach próbek pobranych z różnych miejsc zlewni (rys. 2) oraz na przekroju poprzecznym A-B (rys. 3). Na rysunku 3 przedstawiono graficznie miąższość poszczególnych warstw gleby.

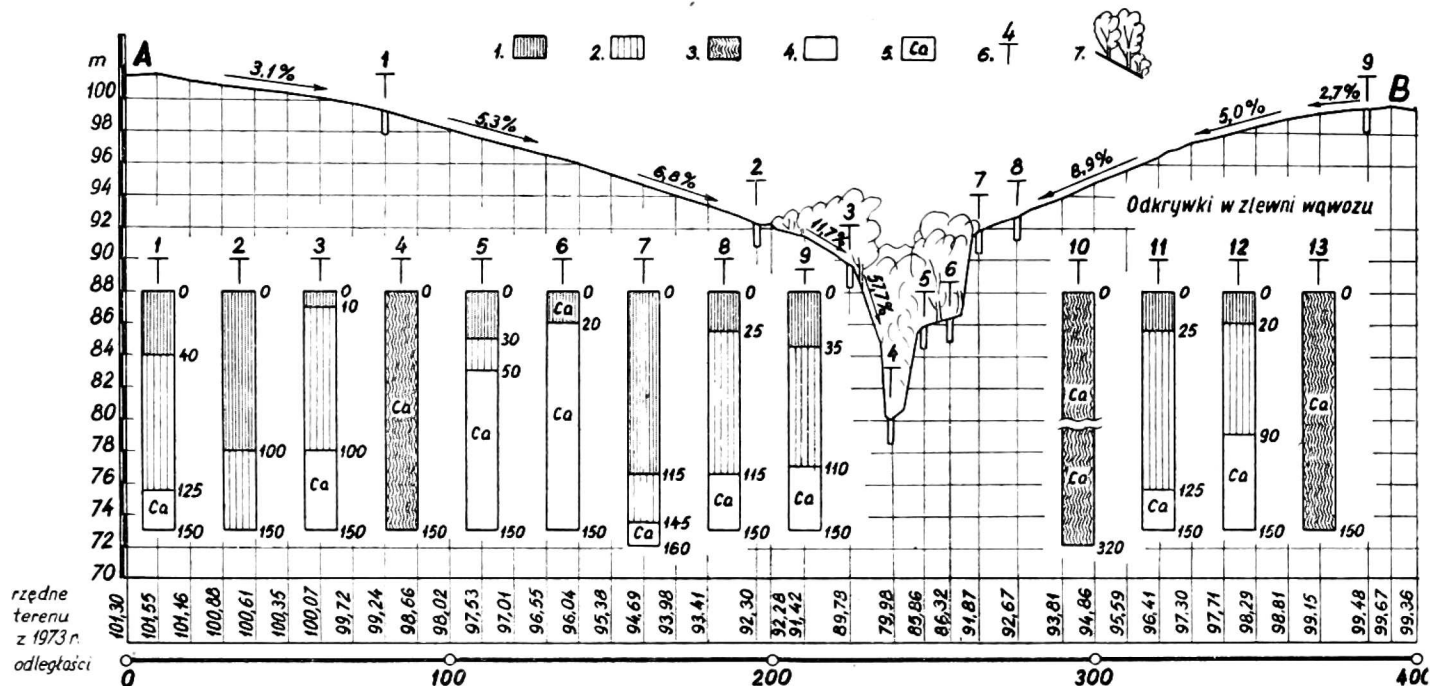
Gleby na wierzchowinie przedstawia skrócony opis odkrywki 9.

Odkrywka 9 — partia wierzchowinowa, rola, wystawa W

0-35 cm warstwa próchniczna, barwy szarej, struktura gruzełkowa, układ średnio zwięzły, HCl—, pył zwykły, przejście łagodne, 35-110 cm warstwa przejściowa, struktura pryzmatyczna, do 70 cm



Rys. 2. Zlewnia wąwozu: 1 — granice zlewni, 2 — skarpy i krawędzie wąwozu, 3 — większe progi erozyjne, 4 — drogi gruntowe, 5 — położenie profilu, 6 — położenie przekroju, 7 — odkrywki glebowe, 8 — szczegół pokazany na rys. 9, 9 — pole orne



Rys. 3. Przekrój poprzeczny wąwozu i zlewni. Podano graficznie miąższości gleb: 1 — warstwa próchniczna, 2 — warstwa przejściowa, 3 — warstwa namyty, 4 — skała lessowa, 5 — obecność  $\text{CaCO}_3$ , 6 — numer odkrywki, 7 — drzewa i krzewy

barwy brązowej, o układzie dość zwięzłym, niżej — żółtej, o układzie średnio zwięzłym,  $\text{HCl}$ —, przejście ostre, 110-150 cm skała lessowa barwy słomkowożółtej,  $\text{HCl}$ +

Zlewnia jest sfalowana i na stokach zachodzi erozja wodna. Glebę częściowo zmytą na łagodnym stoku przedstawia odkrywka 12.

#### Odkrywka 12 — górna część stoku

0-20 cm warstwa próchniczna, barwy szarej,  $\text{HCl}$ —, pył zwykły

20-90 cm warstwa przejściowa, do 40 cm brązowa, niżej żółta,  $\text{HCl}$ —, pył,

90-150 cm skała lessowa,  $\text{HCl}$ +

Na zboczach wąwozu materiał ulega okresowo ruchom i przemieszczaniu. Dlatego gleby są najczęściej inicjalne (czasem namyte). Opis takiej gleby podano dla odkrywki 6.

#### Odkrywka 6 — zbocze wąwozu, darń

0-20 cm warstwa próchniczna,  $\text{HCl}$ +, pył zwykły,

20-150 cm skała lessowa,  $\text{HCl}$ +, pył zwykły.

Na dnie wąwozu występują głębokie gleby namyte. Przedstawiono je dla odkrywki 10 w wyższej części wąwozu i dla odkrywki 4 znajdującej się niżej.

#### Odkrywka 10 — górna część wąwozu, darń

0-320 cm warstwa namyty, do 50 cm szara, niżej występują warstwy szarozółte, szarobrązowe, a na głębokości ok. 300 cm brązowe z odcieniem szarym,  $\text{HCl}$ + (krótkotrwale), poniżej 320 cm występuje materiał podobny do lessu, pylasty, silnie burzący z  $\text{HCl}$ .



## Odkrywka 4 — dno wąwozu, brak roślinności

0-150 cm warstwa namyta, do 40 cm barwy żółtoszarej, z HCl+, od 40 do 60 cm — szarozółtej, HCl+, od 60 do 100 cm — sinozółtej, niżej żółtobrazowej z odcieniem sinawoszarym, HCl+.

Skład mechaniczny gleb podano w tabeli 1, niektóre właściwości fizyczne w tabeli 2, a chemiczne w tabeli 3.

Tabela 1

Numer i położenie odkrywki	Głębokość cm	Skład mechaniczny						Suma części spławialnych <0,02
		Procentowa zawartość cząstek glebowych o średnicy w mm						
		1—0,1	0,1— —0,05	0,05— —0,02	0,02— —0,006	0,006— —0,002	<0,002	
9 — wierzcho- wina	5—15	9	16	44	17	5	9	31
	50—60	9	16	46	11	5	13	29
	110—120	7	15	50	12	7	9	28
12 — wierz- chowina	5—15	10	12	47	16	6	9	31
	70—80	6	17	49	13	3	12	28
1 — zbocze	5—15	11	12	47	16	5	9	30
	55—75	6	10	40	16	10	18	44
	130—150	5	16	46	17	12	4	33
8 — zbocze	5—15	10	14	43	15	7	11	33
	25—35	9	16	42	9	3	21	33
	80—90	11	18	48	11	3	9	23
	120—140	9	17	50	11	6	7	24
11 — zbocze	5—15	11	13	47	14	4	11	29
	90—110	7	16	48	13	3	13	29
6 — skarpa wąwozu darń	5—15	10	12	52	13	3	10	26
	30—40	5	14	52	16	5	8	29
10 — dno wą- wozu, darń	5—15	11	13	42	16	6	12	34
4 — rozmywane dno wąwozu	0—20	13	14	44	16	6	7	29
	40—60	10	13	45	14	8	10	32
	100—110	6	6	39	25	10	14	49

Na podstawie badań gleb w 13 odkrywkach (w tabelach podano tylko najbardziej charakterystyczne) można stwierdzić, że gleby badanej zlewni powstały na głębokim lessie, typowym dla obszarów Polski. Jedynie zawartość frakcji 0,02-0,006 mm jest nieco większa, ale są to odchylenia nieduże.

Fizyczne właściwości gleb jak ciężar właściwy i objętościowy oraz porowatość utrzymują się również w granicach właściwości typowych lessów. Występuje jedynie zróżnicowanie wywołane procesami erozyjny-

Tabela 2

## Niektóre właściwości fizyczne

Numer i położenie odkrywki	Głębokość cm	Ciężar g/cm <sup>3</sup>		Porowatość ogólna %	Kapilarna pojemność wodna %		Współczynnik przepuszczalności wodnej cm/s
		właściwy rzeczywisty	objętościowy		wagowa	objętościowa	
9 — wierzchowina	5—15	2,63	1,29	50,95	32,38	41,92	0,000315
	50—60	2,68	1,39	48,13	28,75	39,90	0,000355
8 — zbocze	5—15	2,64	1,44	45,45	27,18	39,35	0,000051
	25—35	2,68	1,49	44,40	25,41	37,78	0,000072
10 — dno wąwozu, darń	5—15	2,65	1,44	45,66	27,16	39,18	0,000059

Tabela 3

## Niektóre właściwości chemiczne

Numer i położenie odkrywki	Głębokość cm	Próchnica %	CaCO <sub>3</sub> %	pH w	
				KCl	H <sub>2</sub> O
9 — wierzchowina	5—15	1,60	0,00	5,8	6,3
	50—60	0,27	0,00	6,2	7,0
	110—120	0,12	8,84	7,3	7,9
12 — wierzchowina	5—15	1,55	0,00	6,0	6,6
	70—80	0,23	0,00	6,1	7,0
1 — zbocze	5—15	1,63	0,00	5,5	6,2
	55—75	0,26	0,00	6,0	7,1
	130—150	0,14	11,73	7,3	8,2
8 — zbocze	5—15	1,64	0,00	6,2	6,9
	25—35	0,27	0,00	5,7	6,7
	80—90	0,13	0,00	6,2	6,9
	120—140	0,09	5,45	7,4	7,9
11 — zbocze	5—15	1,72	0,00	5,2	5,9
	90—110	0,14	0,00	6,2	7,1
6 — skarpa wąwozu, darń	5—15	3,12	2,77	7,1	7,7
	30—40	0,23	9,95	7,4	8,0
10 — dno wąwozu, darń	5—15	1,81	1,47	6,9	7,5
4 — rozmywane dno wąwozu	0—20	0,67	2,51	7,1	7,8
	40—60	0,85	1,76	7,2	7,9
	100—110	0,19	2,21	7,1	7,9

mi. Na przykład porowatość ogólna gleby na wierzchowinie jest wyższa niż na zboczach, dzięki czemu zarówno pojemność wodna jak i przepuszczalność są również większe. Gleby na zboczach oraz na dnie wąwozu są bardziej zwarte i trudniej przepuszczalne. Gleby na dnie wąwozu posiadają dużą zdolność zatrzymywania wody.

Gleby wierzchowiny i zboczy są z reguły odwapnione do głębokości

ok. 1 m. Węglan wapnia w ilości ok. 10% znajduje się w niżej leżącym macierzystym lessie. Natomiast w głębie na dnie wąwozu  $\text{CaCO}_3$  występuje od powierzchni. Zawartość próchnicy na polach ornych wynosi ok. 1,5-1,7%. W wąwozie ilości te ulegają silnym wahaniom, zależnie od położenia i od stabilności materiału. Odczyn gleb jest lekko kwaśny, niekiedy obojętny.

#### CHARAKTERYSTYKA WĄWOZU I ZLEWNI

Historię wąwozu podano na podstawie wywiadu terenowego przeprowadzonego w 1970 r. oraz obserwacji terenowych. Wąwóz można podzielić na dwie części: dolną, od ujścia do wysokiego progu erozyjnego w okolicy hm 2+70 oraz górną, do końca wąwozu w hm 5+06 (rys. 2 i 6).

Dolna część wąwozu powstała dawno, zapewne już przed kilkuset laty. Ta część wąwozu oraz przyległe pola orne do około 1865 r. porośnięte były lasem. Później las wycięto, pozostawiając go jedynie na powierzchni wąwozu. W miejscu obecnej górnej części wąwozu przebiegała do 1945 r. droga, która omijała wąwóz i pozostawiony obszar zalesiony. W 1945 r. wytyczono nowe drogi, umożliwiające użytkownikom dojazd do pól.

Biegnące w górnej części zlewni wąwozu 2 równoległe drogi w odległości ok. 100 m o kierunku SN (rys. 2) aktualnie są zagłębione w stosunku do przyległych gruntów o 1-2 m i one to koncentrowały spływ i przyczyniły się do szybkiego rozwoju i powstania górnej części wąwozu — formy mającej zaledwie ok. 30 lat (1945-1973). W 1945 r. drogę zlikwidowano, gdyż powstające obrywy na zboczach wąwozu drogowego i progi erozyjne na dnie zagrażały użytkownikom tej drogi i przyległych pól. Wykonano wtedy prowizoryczne płotki faszynowe w poprzek wąwozu, które obsypane ziemią utworzyły grobelki. Doprowadziło to do zamulenia odcinków między grobelkami i wyrównania dna wąwozu. W późniejszym okresie posadzono drzewa — głównie topole. Drzewa te oraz roślinność zielna umocniły dno tej części wąwozu.

Powierzchnia zlewni wąwozu, poprzecinana przez sieć zagłębionych, nieumocnionych dróg gruntowych wynosi 32 ha, podczas gdy powierzchnia samego wąwozu niewiele przekracza 1 ha. Zlewnia w całości użytkowana jest rolniczo. Pola uprawne dochodzą do krawędzi wąwozu, a wytworzona naturalnie strefa przejściowa — porośnięta trawami i roślinnością zielną — jest bardzo wąska i wynosi zaledwie 10-30 cm. W uprawach rolniczych dominują: pszenica, żyto, buraki, mięta, koniczyna, mak, tytoń i w niewielkiej ilości ziemniaki. Badany wąwóz charakteryzują poniższe dane liczbowe w innym niż poprzednio podziale:

— część dolna od hm 0+00 do progu erozyjnego w okolicy hm 1+44 — szerokość górą 50-60 m, głębokość 12-15 m, dno wąskie 0,5-0,8 m, o spadku 5,2%, w dnie zalega rumosz wapienny oraz pojedyncze głazy granitowe, zbocza są zalesione, silnie urzeźbione o spadku 50-90% (rys. 4);



Rys. 4. Erozja dna dolnego odcinka wąwozu. Widoczne okruchy opoki kredowej.  
Fot. Zb. Bobowski

— część środkowa do progu erozyjnego w okolicy hm 2+75 — szerokość górną 60-120 m, głębokość 8-13 m, dno płaskie zadarnione, szerokości 3-5 m i spadku 3,9‰, przejście w zbocza pionowymi ścianami wysokości 0,5-3 m, zbocza zalesione, silnie urzeźbione o spadkach 30-50‰;

— część górna do hm 5+06 — szerokość górną średnio 20 m, głębokość 3-5 m, dno płaskie, zadarnione o szerokości 5-10 m i spadku 5-3‰, zbocza zadarnione, o spadkach 90-100‰. Dno wąwozu między hm 4+60 a 5+00 jest zadrzewione.

#### ROŚLINNOŚĆ

Badany wąwóz otoczony jest z trzech stron polami uprawnymi, natomiast czwartą — dolną stroną — łączy się z większym kompleksem leśnym. Z uwagi na pokrywającą go roślinność można wyróżnić dwie części:



1) część dolną zalesioną (od hm 0+00 do progu erozyjnego w okolicy hm 2+75)

2) część górną zadarnioną i częściowo zadrzewioną (od hm 2+75 do końca wąwozu w hm 5+06).

Dolną część wąwozu porasta drzewostan w wieku 80-85 lat składający się w ok. 70% z sosny (*Pinus silvestris* L.) oraz po ok. 10% modrzewia (*Larix* sp.), olchy szarej (*Alnus incana* L.) i brzozy brodawkowatej (*Betula verrucosa* Ehrh.). Ponadto w domieszce występuje grab (*Carpinus betulus* L.) i świerk (*Picea excelsa* Lam.). Przeciętna wysokość drzewostanu wynosi 24 m, a pierśnica ok. 32 cm. Zwarcie drzewostanu jest przerywane, a zadrzewienie wynosi 40-60%. Drzewostan jest pochodzenia sztucznego, a posadzony został pod koniec ubiegłego wieku, gdy panowało przekonanie o celowości wprowadzania na większości powierzchni monolitów sosnowych.

Struktura pionowa drzewostanu jest dość dobrze rozbudowana. W piętrze podrostów występują następujące gatunki: 30% grab (*Carpinus betulus* L.), 20% jesion (*Fraxinus excelsior* L.), 20% dąb bezszypułkowy (*Quercus sessilis* Ehrh.), 20% buk (*Fagus silvatica* L.), 10% olsza szara (*Alnus incana* L.) oraz w domieszce klon (*Acer platanoides* L.) i jawor (*Acer pseudoplatanus* L.). Podrost ma 10-25 lat, posiada przeciętną wysokość ok. 5 m i zajmuje ok. 40% powierzchni. Wytworzony on został samorzutnie, po częściowym prześwietleniu drzewostanu głównego.

W warstwie podszytu występującego na ok. 40% powierzchni rosną: bez czarny (*Sambucus nigra* L.), leszczyna, kruszyna (*Rhamnus frangula* L.), dąb bezszypułkowy, jesion, grab, szakłak (*Rhamnus cathartica* L.), trzmielina brodawkowata (*Evonymus verrucosa* Scop.) i jarzab pospolity (*Sorbus aucuparia* L.).

Runo utworzone z roślin zielnych jest bardzo urozmaicone, rozłożone nierównomiernie w zależności od nasświetlenia, sąsiedztwa drzew panujących i nachylenia zboczy. Płatowo i bardzo licznie występują: bodziszek cuchnący (*Geranium robertianum* L.), kozłek lekarski (*Valeriana officinalis* L.), glistnik jaskółcze ziele (*Chelidonium maius* L.), marzanka wonna (*Asperula odorata* L.), pokrzywa (*Urtica dioica* L.) i szczawik zajęczy (*Oxalis acetosella* L.).

Strome ściany, stanowiące krawędzie wtórnego rozmywu oraz miejsca zsuwów i obrywów nie są porośnięte roślinnością.

W darni górnej części wąwozu dominują trawy; małymi kępami lub pojedynczo rosną: stokrotka (*Bellis perennis* L.), babka pospolita (*Plantago maior* L.), babka lancetowata (*Plantago lanceolata* L.), koniczyna łąkowa (*Trifolium arvense* L.), mniszek pospolity (*Taraxacum officinale* Web.). Na częściowe zadrzewienie tej części wąwozu składają się: jesion o średnicy od 5 do 20 cm, grochodrzew (*Robinia pseudacacia* L.) o średnicy 4 do 8 cm, klon i jawor o średnicy 3 do 8 cm. Wiek wymienionych drzew — 15 do 25 lat. Na zboczach rosną krzewy i rośliny zielne przy czym ich

skład przy wystawie wschodniej jest nieco inny od składu przy wystawie zachodniej. Roślinność tej części wąwozu, z wyjątkiem sadzonych drzew, jest pochodzenia naturalnego.

#### PROCESY EROZJI W WĄWOZIE

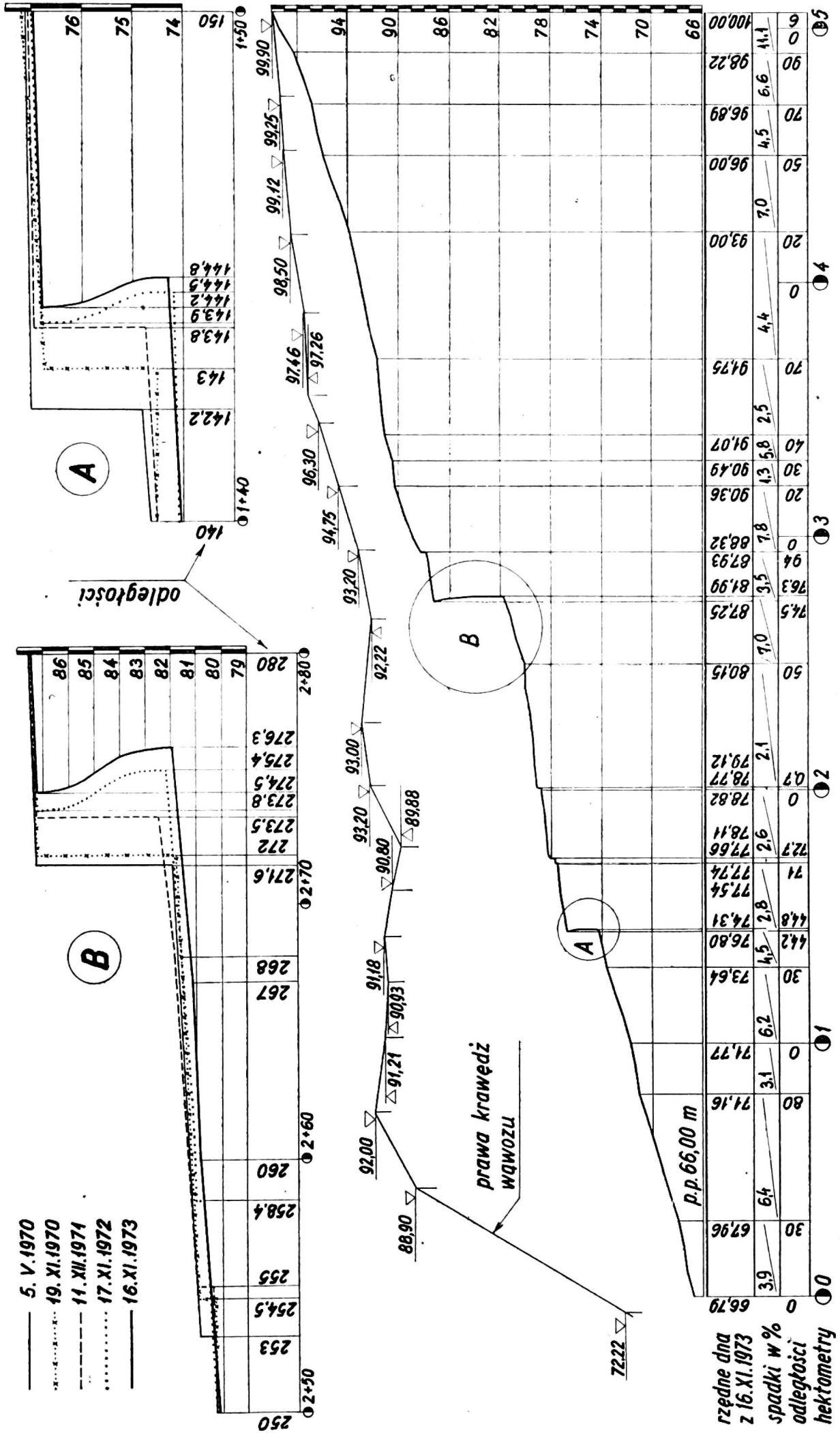
Na rozwój wąwozu zasadniczy wpływ ma spływająca woda, której ilość zależy od wielkości i kształtu zlewni. Zagłębione drogi biegnące w górnej części zlewni przedłużyły ją do ok. 1000 m. od obecnego końca



Rys. 5. Próg erozyjny powyżej hm 1+40. Widoczna roślinność na zboczach i w dnie wąwozu. Fot. S. Ziemnicki

wąwozu w kierunku na południe. Dopływające drogami wody z górnej części zlewni koncentrują się w wąwozie. Umocnione biologicznie dno i skarpy górnej części wąwozu praktycznie nie ulegają rozwojowi, natomiast część dolna mimo szaty roślinnej ulega intensywnej erozji — głównie dennej (rys. 4 i 5). Powtarzany co pół roku pomiar niwelacyjny przekroju podłużnego (rys. 6) pozwolił na określenie wielkości przesunięć czół progów erozyjnych, (tab. 4). Część progów istniejących przy pierwszym pomiarze pozostała nadal czynna, część zaś uległa rozmyciu. Powstały też w okresie badań nowe progi.

Próg w hm 1+31 o wysokości 0,31 m powstał po spływach roztopowych w 1973 r. na skutek częściowego zatamowania przepływu w wąskim dnie przez osadzony w tym miejscu pień z korzeniami po ściętym drzewie, który stoczył się ze zbocza na dno wąwozu. Niesiony przez wodę



Rys. 6. Profil wąwozu z zaznaczeniem przesunięć większych progów erozyjnych



materiał wyerodowany w górnych partiach uległ tu częściowemu osadzeniu. W okresie spływów letnich na trasie przepływu nie było już tego progu.

Próg na hm 1+36 wysokości 0,33 m powstał wiosną 1971 r. w wyniku osunięcia się stromych i nagich ścian wąwozu na długości ok. 10 m powyżej hm 1+30. Materiał ten został częściowo rozmyty przez spływającą podczas roztopów wodę. Ze względu na bardzo małe spływy ze zlewni oraz niewielką wysokość progu przesunięcie materiału nastąpiło w okresie spływów letnich 1971 r. Rozmycie progu wywołane zostało przez dwa deszcze nawalne, które wystąpiły w sierpniu 1972 r. (2.VIII — 39,8 mm i 3.VIII — 13,3 mm).

Powyżej hm 1+40 znajduje się drugi co do wielkości próg erozyjny, o wysokości przekraczającej 2 m (rys. 5). Największe jego przesunięcie miało miejsce w okresie lata 1970 r. (80 cm). Spływy roztopowe w 1971 r. spowodowały jego cofnięcie o dalsze 60 cm. Latem 1971 r. na lewej ścianie poniżej progu miało miejsce oderwanie się znacznej ilości materiału (ok. 2,5 m<sup>3</sup>). Materiał ten zalega na dnie wąwozu i jest rozmywany przy każdorazowym spływie (rys. 9).

Powstanie niskiego progu erozyjnego w hm 1+72,5 miało związek z obrywem ściany oraz dołączeniem się na tym odcinku kilku wąwozów bocznych (głębokich żłobin). Kolejny próg erozyjny w pobliżu hm 2+00 znajduje się na zadarnionym, płaskim i szerokim (ok. 6 m) dnie wąwozu. Do jego rozwoju przyczynia się wąwóz boczny leżący o kilka metrów wyżej.

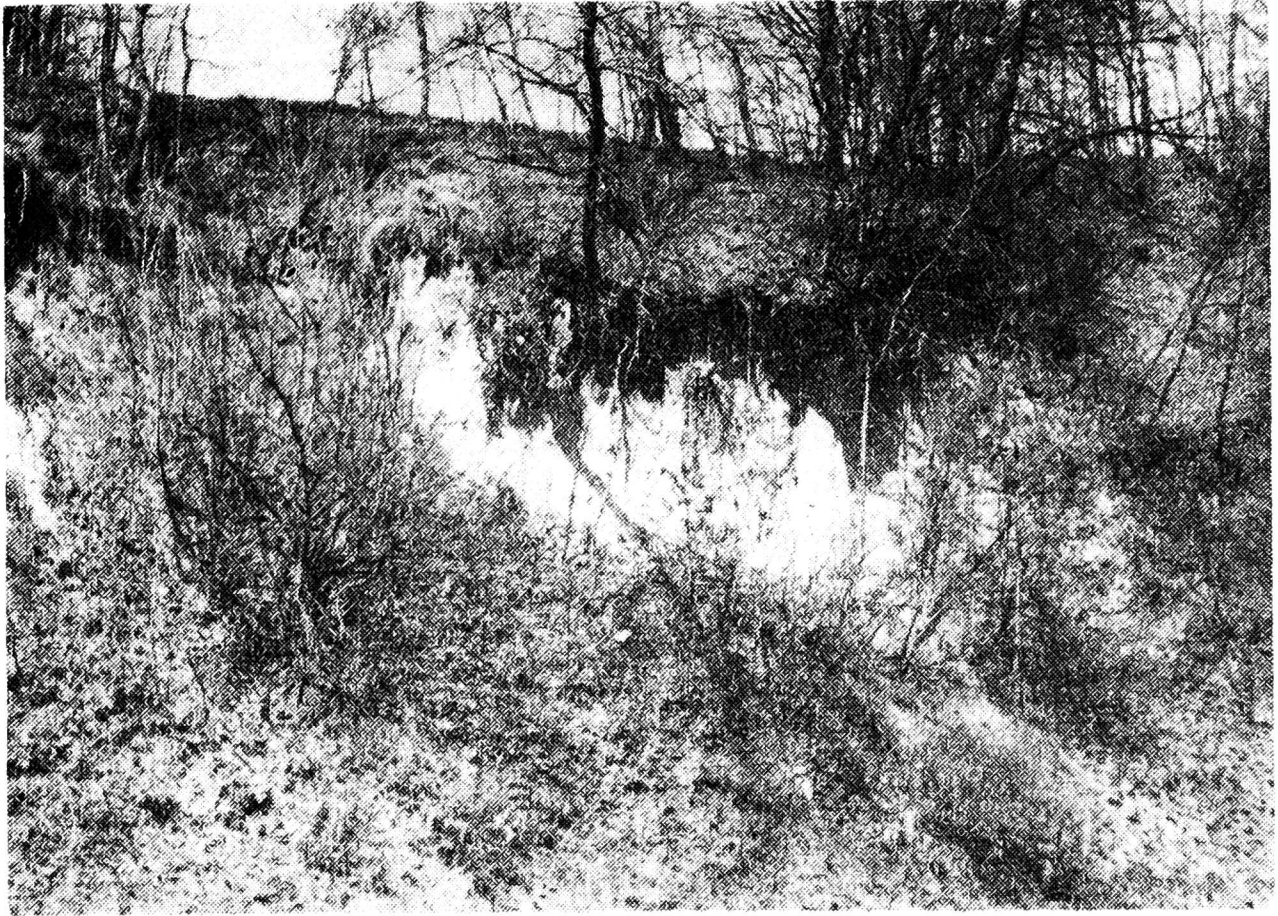
Odcinek od hm 2+40 do 2+75 charakteryzował się największym nasileniem procesów erozyjnych. Niemal pionowe i nagie ściany (rys. 7) ulegały osuwaniu na całej długości. Zarejestrowany przy pierwszym pomiarze wiosną 1970 r. próg w hm 2+53 ulegał bardzo szybkiemu cofaniu, które w 1972 r. wynosiło 5,4 m. Rozmywany był również materiał poprzednio osadzany i pochodzący ze zsuwów i obrywów ścian.

Największy próg erozyjny w omawianym wąwozie znajduje się na hm 2+70 (rys. 8). Jego wysokość przekraczała 5 m. Odcinek poniżej progu na długości ok. 10 m zarzucany był przez rolników chrustem i gałęziami, sięgającym do wysokości 3 m. To prowizoryczne umocnienie poszuru zostało wykonane dla zahamowania rozwoju wąwozu. Oczywiście nie miało to żadnego znaczenia, a jedynie mogło zwiększyć rozmyw dna pod gałęziami. Dokładne dane o wysokości progu i przesuwaniu się ku górze podano w tabeli 4.

Ostatnim progiem w dnie wąwozu był próg w hm 2+94, którego czoło nie przesuwało się. Teren powyżej tego progu był trwale zadarniony, rosły tam gęste krzewy, których korzenie skutecznie umacniały wierzchnią warstwę gruntu.

Przesunięcia czoła progu nie zawsze były wywołane czynnikiem hydrologicznym. Na przykład wielkość przesunięcia czoła progu w okolicy





Rys. 7. Skarpy wąwozu przekształcone w pionowe ściany lessowe. Fot. S. Ziemnicki



Rys. 8. Próg erozyjny na hm 2+70. Fot. Zb. Bobowski

Tabela 4

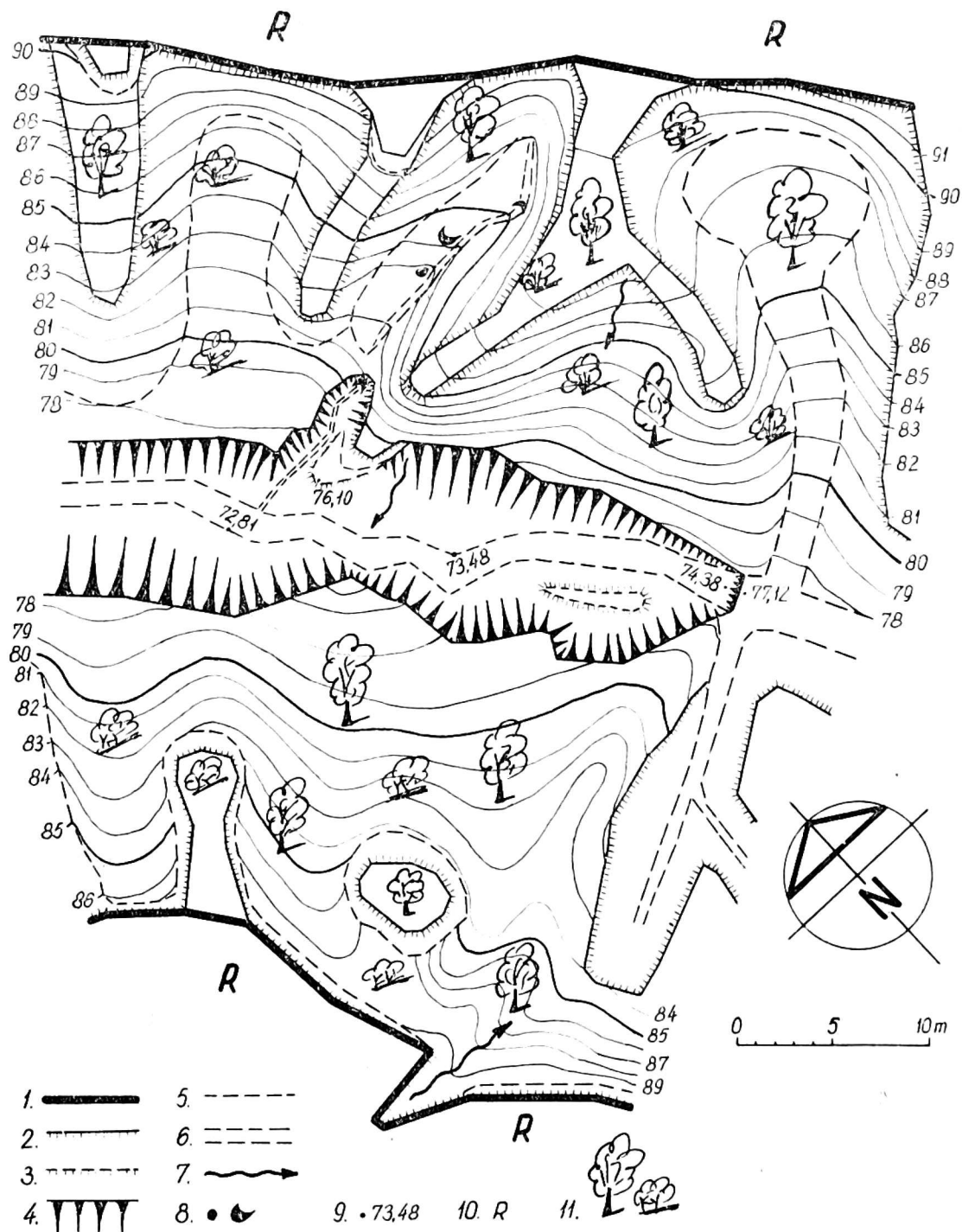
## Dynamika większych progów erozyjnych

Położenie hektometr progów erozyjnego	Data pomiaru	Rzędna progów erozyjnego m		Wysokość progów erozyj- nego m	Wielkość przesunięcia czoła progów erozyjnego w części górnej w stosunku do po- miaru		Uwagi
		dolna	górna		poprzed- niego m	pierwsze- go m	
1 + 42,2	5.V 1970	74,81	77,00	2,19			rozwój progów pokazano graficznie na rys. 6 jako szcze- gół „A”
1 + 43,0	19.XI 1970	74,52	76,75	2,23	0,8	0,8	
1 + 43,6	16.IV 1971	74,79	77,00	2,21	0,6	1,4	
1 + 43,8	11.XII 1971	74,75	76,94	2,19	0,2	1,6	
1 + 43,8	14.IV 1972	74,83	76,97	2,14	0,0	1,6	
1 + 43,9	17.XI 1972	74,18	76,79	2,61	0,1	1,7	
1 + 44,2	4.V 1973	74,38	76,87	2,49	0,3	2,0	
1 + 44,2	16.XI 1973	74,31	76,80	2,49	0,0	2,0	
1 + 98,9	5.V 1970	78,58	79,01	0,43			
1 + 99,0	19.XI 1970	78,60	79,08	0,48	0,1	0,1	
1 + 99,5	16.IV 1971	78,78	79,17	0,39	0,5	0,6	
1 + 99,5	11.XII 1971	78,77	79,16	0,39	0,0	0,6	
1 + 99,5	14.IV 1972	78,76	79,20	0,44	0,0	0,6	
2 + 00,0	17.XI 1972	78,52	79,09	0,57	0,5	1,1	
2 + 00,0	4.V 1973	78,57	79,05	0,48	0,0	1,1	
2 + 00,7	16.XI 1973	78,77	79,12	0,25	0,7	1,8	
2 + 71,6	5.V 1970	81,93	87,26	5,33			rozwój progów pokazano graficznie na rys. 6 jako szcze- gół „B”
2 + 72,0	19.XI 1970	81,80	87,26	5,46	0,4	0,4	
2 + 73,1	16.IV 1971	82,46	87,32	4,86	1,1	1,5	
2 + 73,5	11.XII 1971	82,50	87,36	4,86	0,4	1,9	
2 + 73,7	14.IV 1972	82,71	87,34	4,65	0,2	2,1	
2 + 73,7	14.IV 1972	82,71	87,34	4,65	0,1	2,2	
2 + 73,8	17.XI 1972	82,22	87,23	5,01	0,1	2,2	
2 + 73,8	17.XI 1972	82,22	87,23	5,01	0,0	2,2	
2 + 73,8	4.V 1973	82,18	87,19	5,01	0,0	2,2	
2 + 73,8	4.V 1973	82,18	87,19	5,01	0,7	2,9	
2 + 74,5	16.XI 1973	81,99	87,25	5,26			
2 + 94,0	5.V 1970	88,04	88,49	0,45			próg zadar- niony po- wyżej progów gęste krzewy
2 + 94,0	19.XI 1970	87,87	88,39	0,52	0,0	0,0	
2 + 94,0	16.IV 1971	87,92	88,50	0,58	0,0	0,0	
2 + 94,0	11.XII 1971	87,88	88,41	0,53	0,0	0,0	
2 + 94,0	14.IV 1972	87,90	88,46	0,56	0,0	0,0	
2 + 94,0	14.IV 1972	87,90	88,46	0,56	0,0	0,0	
2 + 94,0	17.XI 1972	87,77	88,34	0,57	0,0	0,0	
2 + 94,0	17.XI 1972	87,77	88,34	0,57	0,0	0,0	
2 + 94,0	4.V 1973	87,82	88,36	0,54	0,0	0,0	
2 + 94,0	4.V 1973	87,82	88,36	0,54	0,0	0,0	
2 + 94,0	16.XI 1973	87,93	88,32	0,39	0,0	0,0	

hm 2 + 73 (tab. 4) wynosząca 1,1 m (różnica z kolejnych pomiarów: jesień 1970 i wiosna 1971) spowodowana była również ingerencją człowieka. Podmyty próg miał w górnej części kształt nawisu, co zagrażało bezpieczeństwu przechodzących tamtędy ludzi. Cała górna, zwisająca część została z początkiem kwietnia 1971 r. (a więc parę dni przed pomiarem)

ścięta łopata. Ponadto na przesuwanie się wysokich progów miały wpływ przewracające się drzewa o podmytych korzeniach. Wreszcie zachodziły obrywy wywołane siłą ciężenia.

Zmiany położenia i kształtu dna wąwozu miały wpływ na bardzo strome zbocza powodując naruszenie ich równowagi. Zalesienie zboczy i dobre zwarcie roślinności nie miały tutaj większego wpływu na hamowanie ruchów materiału lessowego. Odspajaniu płyt lessu od pionowych ścian nawet sprzyjał system korzeniowy rosnących nad ścianami drzew i krzewów. Korzenie palowe drzew mogą bowiem powodować odspajanie mechaniczne bryły skały lessowej, a ponadto spływy wody wzdłuż tych korzeni zmniejszają spoistość materiału. Na dnie wąwozu, gdzie zachodził wtórny rozmyw, obserwowano u podnóża zboczy prze-



Rys. 9. Plan wycinka wąwozu: 1 — obrys wąwozu, 2 — górna krawędź, 3 — górna krawędź zsuniętego na dno materiału, 4 — górne krawędzie wtórnego rozmywu, 5 — dolna krawędź, 6 — koryta spływów, 7 — linie spływu, 8 — studnie lessowe, 9 — rzędne terenu, 10 — pola orne, 11 — las



siąki (głównie wiosną). Powodowały one wytwarzanie się lokalnych powierzchni poślizgu i prowadziły do powstawania niedużych osuwisk.

Podcinanie przez spływającą dnem wąwozu wodę i tak już stromych zboczy powodowało naruszanie ich równowagi. Wówczas, mimo wiązania wierzchnich warstw glebowych zboczy systemem korzeniowym drzew i krzewów, następowało osuwanie się materiału. Czasem drzewa i krzewy stanowiły dodatkowe obciążenie zboczy przyspieszając w dogodnych warunkach ruch mas ziemnych razem z okrywą roślinną. Osunięty materiał z kolei wpływał na przesuwanie się linii spływu na dnie wąwozu. O ile od wlotu do wąwozu (hm 5+06) do progu w hm 1+44 bieg linii spływu pokrywał się z układem dna wąwozu, to poniżej tego progu, gdzie zachodziły dość silne ruchy masowe dno było wąskie, a przebieg linii spływu kręty. Przyczyniały się do tego również odkryte skutkiem erozji granitowe eratyki odsłonięte po rozmyciu całego płaszcza lessu. Już wówczas została odsłonięta zwietrzała i spękana warstwa opoki kredowej Niecki Nidziańskiej (rys. 4).

Również krawędzie wąwozu, a głównie krawędź prawa, ulegają przesuwaniu się w głąb zlewni. Kierunki orki na polach prawej części zlewni są zgodne ze spadkiem, gdyż tak ułożone są granice pól. Orka wykonywana jest do samych krawędzi wąwozu. Zwiększa to możliwość obrywów ścian, powstawania studni (rys. 11) i przesuwaniu się czoła bocznych odnóg.

Dla dokładniejszego określenia urzeźbienia wąwozu pomierzono jego wycinek. Na rysunku 9 widoczny jest silny rozmyw dna wąwozu, wloty



Rys. 10. Boczna odnoga wąwozu na hm 2+40. Fot. Zb. Bobowski





Rys. 11. Studnia lessowa na zboczu badanego wąwozu. Fot. S. Ziernicki

kanałów podziemnych (studnie), ostańce na dnie lub osunięte płyty lessu, wreszcie widoczne są rozmywy bocznych odnóg. Na rysunku 10 pokazano świeżo powstałą boczną odnogę. Widoczne są strome niemal pionowe ściany, które utworzyły się po zapadnięciu stropu korytarza podziemnego. W górnej części widoczna jest studnia lessowa, a nieco niżej pozostałe resztki „mostu lessowego” nad rozmytą szczeliną. Wlot do jednej z licznych studni lessowych na zboczu pokazano na rysunku 11. Boczne odnogi wąwozu mieszczą się wprawdzie dotychczas w obrębie wąwozu, ale zwiększają zniszczenie terenu i są zagrożeniem dla przyległych terenów. Odnogi te przekształcają się następnie w boczne odgałęzienia. Potwierdza to ich forma, a mianowicie wąska szyja łącząca je z wąwozem i rozszerzenie w górnej części. Po zapadnięciu się stropu podziemnego korytarza następuje z biegiem czasu złagodzenie nachylenia pionowych ścian studni. Powstają łagodniej nachylone zbocza, na które wkracza roślinność zielna a następnie drzewa i krzewy.

#### ZAKOŃCZENIE

Wąwóz zalesiony w Górach Pińczowskich może być przykładem szybkiego rozwoju wąwozu nawet w okresie małych spływów. Wyzwalana energia kinetyczna wody niszczy dno poniżej progu i przyczynia się do jego cofania.

Zlewnia omawianego wąwozu jest stosunkowo nieduża, ale układ za-

głębionych dróg gruntowych w zlewni przyczynia się do przechwytywania wody ze spływów powierzchniowych i częściowo podziemnych (drogi te działają na przyległe grunty jak rów odwadniający) i szybkiego odprowadzania wody do wąwozu. Uprawa rolna na całej powierzchni zlewni wpływa dodatnio na zwiększenie retencji ale tylko w okresie wegetacji. Poza okresem wegetacji (jesień, zima i wczesna wiosna) rolnicze zespoły roślinne nie posiadają prawie zupełnie zdolności retencyjnych. Powoduje to szybki spływ wody głównie w okresie roztopów. Procesy erozyjne w wąwozie są następstwem tych spływów. Jakkolwiek w okresie badań spływów roztopowych prawie nie było, a spływy letnie były niewielkie, zmiany erozyjne jakie w wąwozie powstały świadczą o tym, że mimo naturalnej okrywy roślinnej, wąwóz stanowi nadal formę czynną. Pozwala to na wysunięcie wniosku, że przy braku zabezpieczeń przeciwerozyjnych w zlewni i przy istniejącym już rozmywie, zalesienie wąwozu nie stanowi jego ochrony. Czasem przeciwnie, drzewa o korzeniach palowych mogą przyspieszać powstawanie studni lessowych i kanałów podziemnych. Wywroty drzew — częste w omawianym wąwozie — również przyspieszają niszczenie zboczy i dna.

Wydaje się jednak, że las ogranicza zwiększanie się szerokości wąwozu. Nawet wąskie zadarnione obrzeża hamują wcinanie się odnóg w przyległe pola orne. Ale takie znaczenie trwałej roślinności może istnieć tylko do czasu, kiedy obniżenie dna wąwozu nie wywoła osunięcia się całych zboczy. Dlatego też należałoby wcześniej przystąpić do umacniania wąwozu np. przez rozszerzenie pasma darni i krzewów kosztem przyległych pól i przez wprowadzenie właściwych budowli technicznych uniemożliwiających obniżanie się i cofanie progów erozyjnych.

#### LITERATURA

1. Bennett H. H.: Soil Conservation. New York, London, 1939
2. Bury-Zaleska J., Pięta J.: Próba zadrzewienia wąwozu lessowego Mikołajec. Pam. puł. z. 34, 1968
3. Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.: Erozja w wąwozach lessowych oraz sposoby ich biologicznej zabudowy. Wiad. IMUZ, t. 8, z. 2, 1969
4. Koreleski K.: Działalność procesów splukiwania w glebach lessowych. Czas. geogr. t. 44, z. 1, 1973
5. Łyczewska J.: Utwory górnokredowe i trzeciorzędowe na obszarze pomiędzy Działoszycami a Jędrzejowem. Kwart. geol. t. 9, nr 2, 1965
6. Maruszczak H.: Degradacja terenów lessowych w wyniku rozwoju wzmożonej infiltracji wód atmosferycznych. Post. Nauk rol. nr 6, 1955
7. Mozola R.: Charakterystyka i próba oceny melioracji przeciwerozyjnych wykonanych w wąwozach Wyżyny Lubelskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk rol. nr 130, 1972
8. Pięta J., Kostuch R.: Zbiorowiska roślinne wąwozu lessowego Mikołajec oraz ich znaczenie ochronne przeciwerozyjne. Pam. puł. z. 34, 1968

9. Piotrowski F.: Zadrzewienie i zalesienie wąwozów i lessowych zboczy dolinowych. Las pol. nr 20, 1962
10. Pożaryski W.: Opis geologiczny okolic Jędrzejowa Kieleckiego. Arch. Inst. Geol. Warszawa 1948 (maszynopis)
11. Radłowska C.: Geomorfologia okolic Pińczowa. Prace geogr. nr 47, PAN, Warszawa 1966
12. Sobolew S. S.: Razwitiye erozjonnykh processow na territorii jевропейской части SSSR i borba s nimi. Moskwa t. 1, 1948, t. 2. 1960
13. Ziemnicki S.: Przykłady umacniania wąwozów. Melioracje przeciwoerozyjne. Biblioteka Wiad. IMUZ, Warszawa 1967
14. Ziemnicki S., Mozola R.: Wprowadzanie zadrzewień przeciwoerozyjnych. Wiad. IMUZ, t. 6, z. 3, 1966
15. Ziemnicki S., Naklicki J.: Stan i rozwój trzech wąwozów na Wyżynie Lubelskiej. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 119, 1971

*Стефан Земницки, Збигнев Кудасевич*

## РАЗВИТИЕ ОБЛЕСЕННОГО ОВРАГА В ПИŃЧОВСКИХ ГОРАХ

### Резюме

Меховско-Сандомирская возвышенность расчленена многочисленными оврагами в местах, где залегает глубокий лесс и где более значительны относительные высоты. Исследованный овраг принадлежит к типичным в этом районе (рис. 1). Он находится на склоне долины реки Межавы, притока Ниды, в около 15 км от г. Пиńczова. Бассейн оврага площадью в 32 га показан на рис. 2. Исследуемый овраг состоит как бы из двух частей: нижней с многочисленными ответвлениями и эрозионными порогами и верхней, значительно менее глубокой и без разветвлений. Это выясняется историей оврага. Нижняя часть является более древней формой оврага, существовавшей еще до 1865 г., когда примыкающая поверхность была облесенной. Верхний же участок оврага образовался вследствие углубления грунтовой дороги, ликвидированной в 1945 г. Исследования проводились с 1969 по 1973 г.г. В это время в нижней части овраг был облесен около 80-летними деревьями (в основном сосной), а задернован и обсажен тополями в верхней части; вокруг же его находились пашни.

Характеристика налессовой почвы и лесса приведена в табелях: 1 — механический состав, 2 — физические свойства и 3 — химические свойства. Почвенные обнажения размещены на разрезе А—В (рис. 3) и в бассейне. Расположение разреза и обнажений показано на рис. 2.

В существующих климатических условиях большие стоки имеют место во время оттепелей, когда вода стекает по замерзшей почве. Летний сток невелик и реже случается. Во время исследований сток талых вод не наблюдался, а летний имел место только в 1972 г.: 2.VIII — 39,8 мм и 3.VIII — 13,3 мм. Несмотря на отсутствие более значительного стока наблюдались передвижения на дне и на стенах оврага. Вверх передвигались эрозионные пороги (рис. 5 и 8) обваливались также вертикальные стены оврага (рис. 7), увеличивались поперечники и глубина лессовых колодцев (рис. 11), наблюдались оползания у подножий склона оврага с глубоко урезаемым и узким дном весной в результате просачивания воды.

Движений земли не предотвращала плотная лесная растительность (рис. 4 и 5). Даже наоборот — в некоторых случаях стержневые корни деревьев ускорили возникновение колодцев, а опрокинутые деревья с подмытыми корнями образовали новые котлы.



На рис. 9 показан малый фрагмент оврага с сильно размытым дном. Видны многие боковые ветви и как бы островки из неразмытого лесса или из обрывов с боковых стен, задержавшихся на дне оврага.

Форма боковых ветвей оврага указывает на то, что чаще всего они образовались в результате размыва вертикального колодца и провала подземного канала, соединяющего этот колодец с дном оврага. В последующие годы наклоны стен колодцев и галереи уменьшались — образовалась боковая ветвь, на которой появились деревья и кусты из самосева.

Однако преимуществом лесного покрова является то, что овраг имеет довольно малую ширину по сравнению с глубиной, и даже узкий пояс растительности противодействует врезыванию ответвлений в примыкающие пашни. Но дальнейшее понижение дна нарушит этот существующий порядок, возникнут обрывы стен, а боковые ветви войдут на пашни. Поэтому необходимо расширить защитный пояс вокруг оврага и остановить донную эрозию оврага при помощи технических сооружений.

*Stefan Ziemnicki, Zbigniew Kudasiewicz*

## THE DEVELOPMENT OF AN AFFORESTED GULLY AT GÓRY PIŃCZOWSKIE

### Summary

The Miechowsko-Sandomierska Upland is cut into numerous gullies in places where deep loess and considerable denivelations occur. The studied gully is typical of this area (Fig. 1). It is situated on the slope of the river Mierzawa, a tributary of the Nida, about 15 km from Pińczów. The watershed of this gully, covering 32 ha, is shown in Fig. 2. The gully consists as if of two parts: the lower one, with many branches and erosion waterfalls, and the upper one, much shallower and unbranched. This can be explained by the history of the gully. The lower part is the old form of the gully. The gully existed before 1865, when the adjacent area was covered with forest. The upper section of the gully resulted from the lowering of a country road, which was cancelled in 1945. Observations were carried out in the years 1969-1973. During this period, the gully was surrounded by arable fields, afforested in its lower part with trees (mainly pine) about 80 years old, and covered with grass and planted with poplars in its upper part.

The characteristics of the loess soil and loess rock are given in tables: Table 1 — mechanical composition, Table 2 — physical properties, and Table 3 — chemical properties. Soil samples were taken along the profile A-B (Fig. 3) and in the watershed. The location of the profile and of the soil-testing pits is given in Fig. 2.

Under the existing climatic conditions, the greatest runoff occurs during thawing periods, when water flows over frozen soil. Summer runoffs are less frequent and not abundant. During the observation period there were no thawing runoffs, and summer runoffs occurred only in 1972: 2.VIII — 39.8 mm and 3.VIII — 13.3 mm. Despite the lack of greater runoffs, some movements in the bottom and walls of the gully were observed. The heads of the erosion thresholds were moving upwards (Figs. 5 and 8), the vertical walls of the gully fell down (Fig. 7), the diameters and the depth of the erosion wells increased (Fig. 11). In spring, when water percolated through the soil, there were observed landslides at the foot of the slope of the gully with a deeply-cut, narrow bottom.

These movements were not prevented by the thick forest vegetation (Figs. 4 and 5). On the contrary, in some cases the vertical roots of the trees hastened



the formation of wells, and new wells arose in places where water had undermined the roots of fallen trees.

Figure 9 shows a small fragment of the gully with a strongly eroded bottom. A considerable number of lateral branches can be seen, as well as island-like accumulations of uneroded loess or of landslides from the lateral walls which had stopped in the gully bottom.

The shape of the lateral branches indicates that they resulted mostly from the washout of a vertical well and from the collapse of the underground pipe which connected the well with the gully bottom. During the subsequent years the inclination of the walls of the well and of the corridor decreased and a lateral branch was formed, in which trees and shrubs appeared spontaneously.

It is, however, the merit of the forest cover that the gully is rather narrow in relation to its depth and even a narrow vegetation strip can prevent the gully branches from cutting into the adjacent farmland. But further lowering of the gully bottom will disturb the existing state, landslides will occur and the branches will invade the farmland. It is therefore imperative to widen the protective belt around the gully and to check erosion of the bottom by means of technical structures.