

## ROZWÓJ WĄWOZU LESSOWEGO NA KWASOWEJ GÓRZE \*

*Stefan Ziemnicki, Zygmunt Mazur, Stanisław Pałys*

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego AR — Lublin

Kierownik: prof. dr S. Ziemnicki

## WSTĘP

Wąwóz (*owrag, gully*) jest uważany w światowej literaturze erozyjnej za jedną z najbardziej destrukcyjnych form erozji wodnej. Badaniami wąwozów zajmowało się wielu uczonych i praktyków — erozjonistów. Do czołowych zalicza się Sobolewa [11] i Bennetta [1]. Sobolew podał charakterystykę kształtu wąwozów w planie oraz inne dane, a przede wszystkim wydzielił stadia rozwoju wąwozu. Czerpał on materiały głównie z obserwacji licznych wąwozów niszczących żyzne czarnoziemy Ukrainy. Natomiast Bennett zajął się tymi cechami wąwozu, które są istotne dla jego umacniania.

Również w Polsce zwracano od dawna uwagę na wąwozy, a głównie na wąwozy lessowe Wyżyny Lubelskiej. Obserwacje wąwozów prowadzili między innymi Reniger [10], Bury-Zaleska [2], Jahn [3], Maruszczak [6], Ziemnicki [12, 13] i Józefaciuk [4]. Ilość zebranych spostrzeżeń jest jednak stale niedostateczna, zwłaszcza jeżeli chodzi o wyjaśnienie mechanizmu rozwoju wąwozów dla opracowania właściwych sposobów zwolnienia rozwoju lub umocnienia.

Niniejsza praca ma na celu dorzucenie szeregu informacji o rozwoju wąwozu lessowego na Kwaskowej Górze w Kazimierzu nad Wisłą. Badania wykonano w okresie 1970-1973. Są one pewnego rodzaju kontynuacją badań Ziemnickiego i Naklickiego [13] oraz nawiązują do danych Pożaryskiego [9] z 1953 r.

Zasadnicze badania odnoszą się do wąwozu oznaczonego na planie sytuacyjnym (rys. 1) literą K. Wąwóz ten powstał w okresie II wojny światowej wskutek rozmycia biegnącej tędy drogi gruntowej.

Dodatkowo obserwowano położony obok wąwóz drogowy oznaczony na planie literą T.

---

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

## WARUNKI FIZJOGRAFICZNE

Wąwóz „Kwaskowa Góra” leży na obrzeżu Płaskowyżu Kazimierskiego, na zboczu doliny rzeki Grodarz — bezpośredniego dopływu Wisły, w granicach administracyjnych miasta Kazimierza Dolnego (rys. 1). W podłożu występują skały kredowe, które są pokryte różnej, zwykle małej miąższości, warstwą piasku deluwialnego i żwirów fluwioglacjalnych oraz grubym płaszczem lessu [3, 9]. W rejonie wąwozu less charakteryzuje się dużą łupliwością pionową, jest on warstwowany, niskowęglanowy, a w górnych warstwach odwapniony. Pożaryski [9] oraz Konecka i Maruszczak [5, 6] wydzielają na ścianie wąwozu less różnych formacji przedzielonych kilkudziesięciocentymetrową warstwą gleby kopalnej.

W zlewni wąwozu występują gleby nalessowe dość silnie wyerodowane. Dla lepszej charakterystyki gleb w zlewni i materiału pobranego ze ścian wąwozu oznaczono skład mechaniczny i niektóre właściwości fizyczne i chemiczne (tab. 1 i 2). Zawartość  $\text{CaCO}_3$  w skale lessowej jest stosunkowo niska, gdyż nie przekracza 5%. Pozostałe właściwości niewiele odbiegają od właściwości gleb nalessowych i skał lessowych w innych rejonach Wyżyny Lubelskiej.

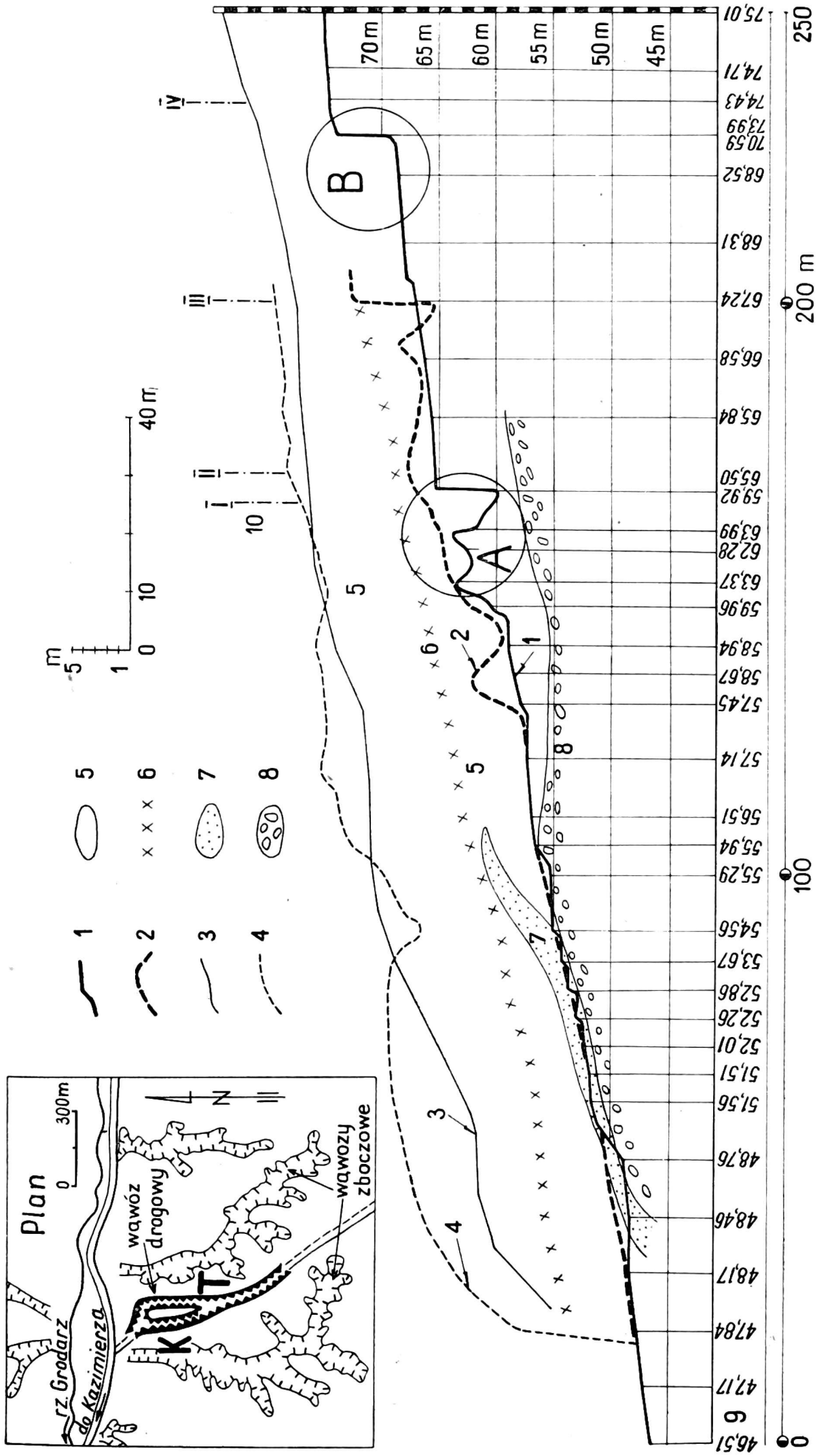
Tabela 1

Skład mechaniczny gleb w zlewni i lessu ze ściany wąwozu Kwaskowa Góra w %

Odkrywka	Głębokość cm	Średnica cząstek (mm)						Suma cząstek <0,02
		1—0,1	0,1— —0,05	0,05— —0,02	0,02— —0,006	0,006— —0,002	<0,002	
Zlewnia	5—10	11	19	50	12	3	5	20
	30—40	8	20	53	10	3	6	19
	60—70	10	16	41	14	7	12	33
Wąwóz	500—600	6	10	47	20	6	11	37
	800—900	5	13	45	19	8	10	37

Z uwagi na panujący klimat Kazimierz leży w Dzielnicy Nadwiślańskiej, stanowiącej najcieplejszy rejon Lubelszczyzny. Średnia roczna temperatura dla pobliskich Puław wynosi  $7,6^{\circ}\text{C}$  a średnie roczne opady 580 mm.

Przebieg czynników klimatycznych mających wpływ na natężenie procesów erozyjnych w okresie szczegółowych badań można scharakteryzować następująco. Zimy lat 1970-1973 były ubogie w opady śniegu i ani razu nie wystąpiły spływy powierzchniowe w wyniku tajania. Procesy erozyjne w wąwozie powstały jedynie wskutek większych opadów deszczowych w okresie miesięcy letnich. Rozkład opadów dla badanego okresu w Kazimierzu przedstawiono w tabeli 3. Opady dobowe przekraczające wysokość 15 mm wystąpiły dziewięciokrotnie w latach 1970, 1971 i 1973, natomiast w 1972 r. wystąpiły trzynastokrotnie. Największą częstotliwość



Rys. 1. Plan sytuacyjny i przekrój podłużny wąwozu Kwaskowa Góra

K — badany wąwóz, T — droga w wąwozie, 1 — dno wąwozu w 1973 r., 2 — dno wąwozu wg Pożaryskiego z 1953 r., 3 — brzeg prawy, 4 — brzeg lewy, 5 — less, 6 — głębia kopalna, 7 — piaski deluwialne, 8 — żwiry fluwioglacjalne, 9 — rzędne dna wąwozu w listopadzie 1973 r., 10 — przekroje poprzeczne wąwozu pokazane na rys. 6, A i B — szczegóły pokazane na rys. 5

Tabela 2

Niekóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb w zlewni i lessu ze ściany wąwozu Kwaskowa Góra

Odkrywka	Głębokość cm	Ciężar — g/cm <sup>3</sup>		Porowa-		pF		Na		CaCO <sub>3</sub> %	Próchnica %	
		właściwy	objętościowy	tość	%	2,0	4,2	0,1n KCl	w H <sub>2</sub> O			
												zawartość wody w % objętościowych
Zlewnia	5—10	2,60	1,14	56,99		36,5	12,5	5,0	0,38	0,12	0,08	2,20
	30—40	2,65	1,33	48,92		36,0	10,0	4,0	1,01	0,65	0,04	0,49
	60—70	2,67	1,56	41,15		36,5	20,5	12,0	1,94	0,79	0,00	0,39
Wąwóz	500—600	2,68	1,29	51,33		38,0	15,0	6,5	1,01	0,28	4,19	0,25
	800—900	2,68	1,30	50,96		36,5	19,0	7,5	0,87	0,30	4,91	0,29

Na — oznaczono metodą fotometrii płomieniowej. CaCO<sub>3</sub> — oznaczono metodą Scheiblera. Próchnicę — oznaczono metodą Tiurina.

Tabela 3

Rozkład opadów miesięcznych w Kazimierzu w okresie od 1970 do 1973 r. w mm

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma roczna
1970	75,2	40,8	22,6	91,3	73,0	77,2	162,3	69,4	71,4	41,4	62,9	59,6	847,1
1971	21,0	30,6	40,5	33,1	67,9	91,0	54,2	10,1	70,1	32,6	25,1	37,2	513,4
1972	16,6	1,5	14,0	54,4	56,0	78,9	152,2	126,1	134,5	22,0	33,6	2,8	692,6
1973	18,4	37,0	14,6	22,2	90,7	134,2	72,0	17,4	48,6	44,7	47,4	30,1	577,3

wysokich opadów dobowych notowano również w 1972 r. 22.VII — 42,6 mm, 26.VII — 41,9 mm, 31.VII — 37,9 mm, 1.VIII — 18,0 mm i 3.VIII — 47,0 mm. Natomiast najwyższy opad dobowy zanotowano 18.VII 1970 r. — 57,8 mm, po którym wystąpił silny spływ powierzchniowy.

#### CHARAKTERYSTYKA WĄWOZU

Wąwóz *K* na Kwaskowej Górze powstał w wyniku poprowadzenia trasy drogi gruntowej zgodnie ze spadkiem zbocza. Według zebranych w terenie informacji drogę ułożono w 1936 r. Ale została ona szybko rozmyta. Tym niemniej w okresie ostatniej wojny światowej drogę znów wyrównano i rozszerzono dla transportu ciężkiego sprzętu i czołgów. Jednak w 1944 r. podczas wiosennych roztopów droga została tak poważnie zniszczona, że dalsza naprawa była niemożliwa. Powstał wówczas próg erozyjny wysokości ok. 7 m.

Do 1936 r. droga gruntowa prowadziła dnem dość głębokiego wąwozu *T*. Droga ta była wąska i kręta, ponadto była często rozmywana podczas spływów ze zlewni o powierzchni ok. 17 ha. Dlatego właśnie w 1936 r. i następnie podczas wojny wytrasowano nową szerszą prostolinijną drogę o której poprzednio mówiono. Jednak po zniszczeniu nowej drogi w 1944 r. znów użytkowana jest droga leżąca w wąwozie *T*. Wody spływające górnym odcinkiem tej drogi ze zlewni kierowane są do wąwozu *K*.

Dlatego też jest on dalej silnie niszczony i jakby osłania drogę w wąwozie *K*. Dzięki temu droga ta jest przejezdna.

W niniejszej pracy zwrócono głównie uwagę na wąwóz *K*, który ulega wyjątkowo silnemu niszczeniu. Natomiast wąwóz drogowy *T*, nie posiadający zlewni, potraktowano marginesowo.

Zlewnia wąwozu *K* wynosi ok. 17 ha. Jest ona lekko falista i w całości użytkowana rolniczo. Spływ wody z tej zlewni koncentruje się na drodze gruntowej, która tę zlewnię przecina. Następnie spływ ten jest kierowany do leżącego nieco niżej niż droga wąwozu *K*.

Powierzchnia badanego wąwozu *K* wynosiła w 1973 r. ok. 0,75 ha. Długość wąwozu licząc od wylotu do odgałęzienia wąwozu drogowego ma 370 m. Szerokość wąwozu górą waha się od 10 do 30 m, a jego głębokość od 4 m w części czołowej do 16 m w części wylotowej.

Na powierzchni ok. 50% skarpy wąwozu były nieosłonięte roślinnością. Miało to miejsce tam, gdzie powstały świeże obrywy lub gdzie występowały pionowe ściany lessowe [rys. 2]. Pozostałe powierzchnie były częściowo zadarnione i pokryte roślinnością drzewiasto-krzewiastą. Występował głównie grab, lipa i leszczyna. Natomiast dno wąwozu w górnej części, gdzie zachował się niemal bez zmian przekrój poprzeczny dawnej, dość silnie zagłębionej drogi (rys. 6, IV), było porośnięte trawą i ziołami. (rys. 7). Poniżej hm 2+30 na długości ok. 100 m dno było albo pozbawione roślinności (oberwane bloki lessowe) albo słabo porośnięte



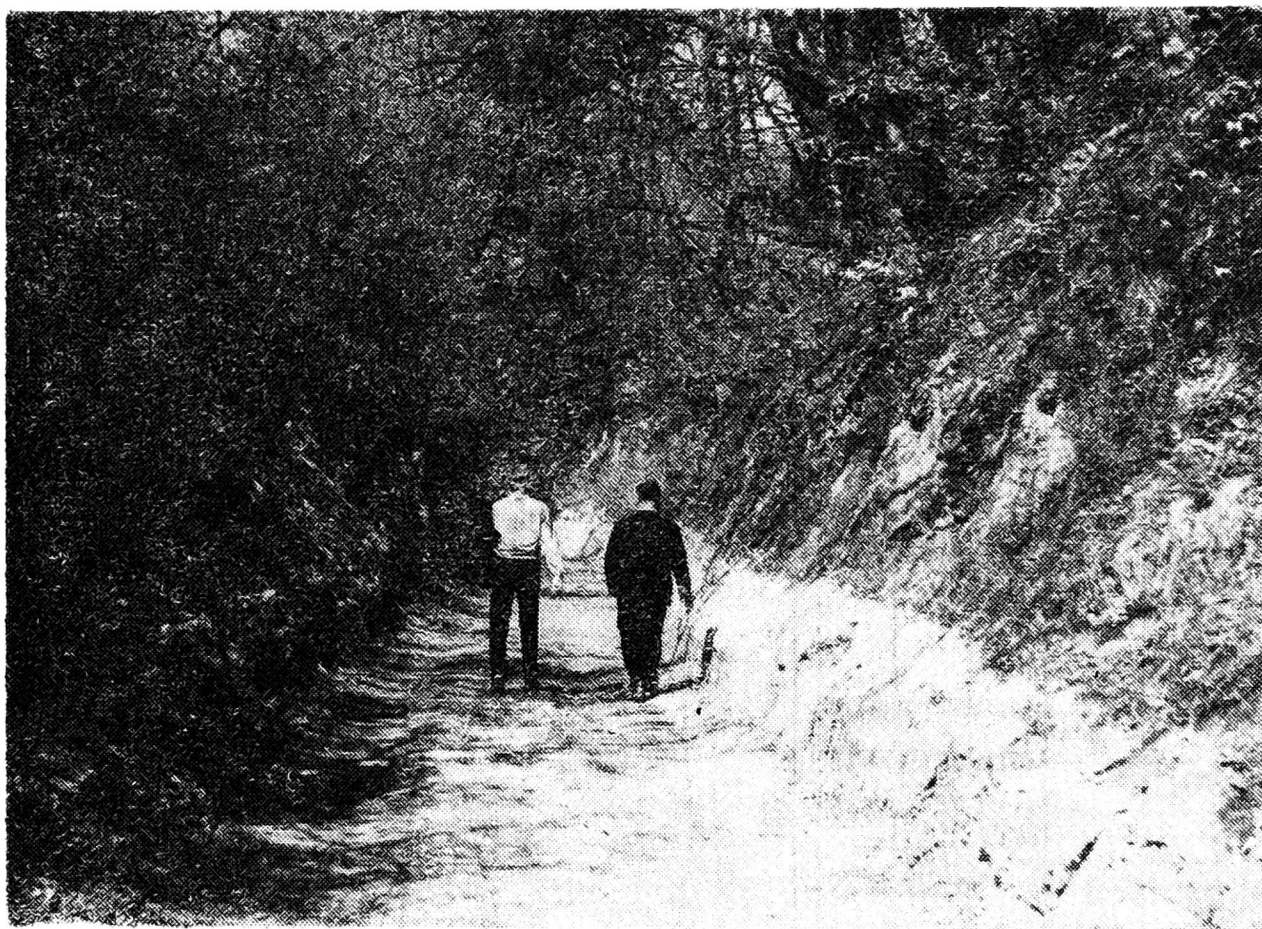
Rys. 2. Pionowa ściana w środkowej części wąwozu. Lato 1972 r. Fot. S. Pałys

trawą i pojedynczymi krzewami lub drzewami nienaturalnie pochylonymi, najczęściej zsuniętymi z górnych krawędzi wąwozu. Dolny namulony odcinek dna był okryty roślinnością częściowo niszczoną przez osadzone namuły.

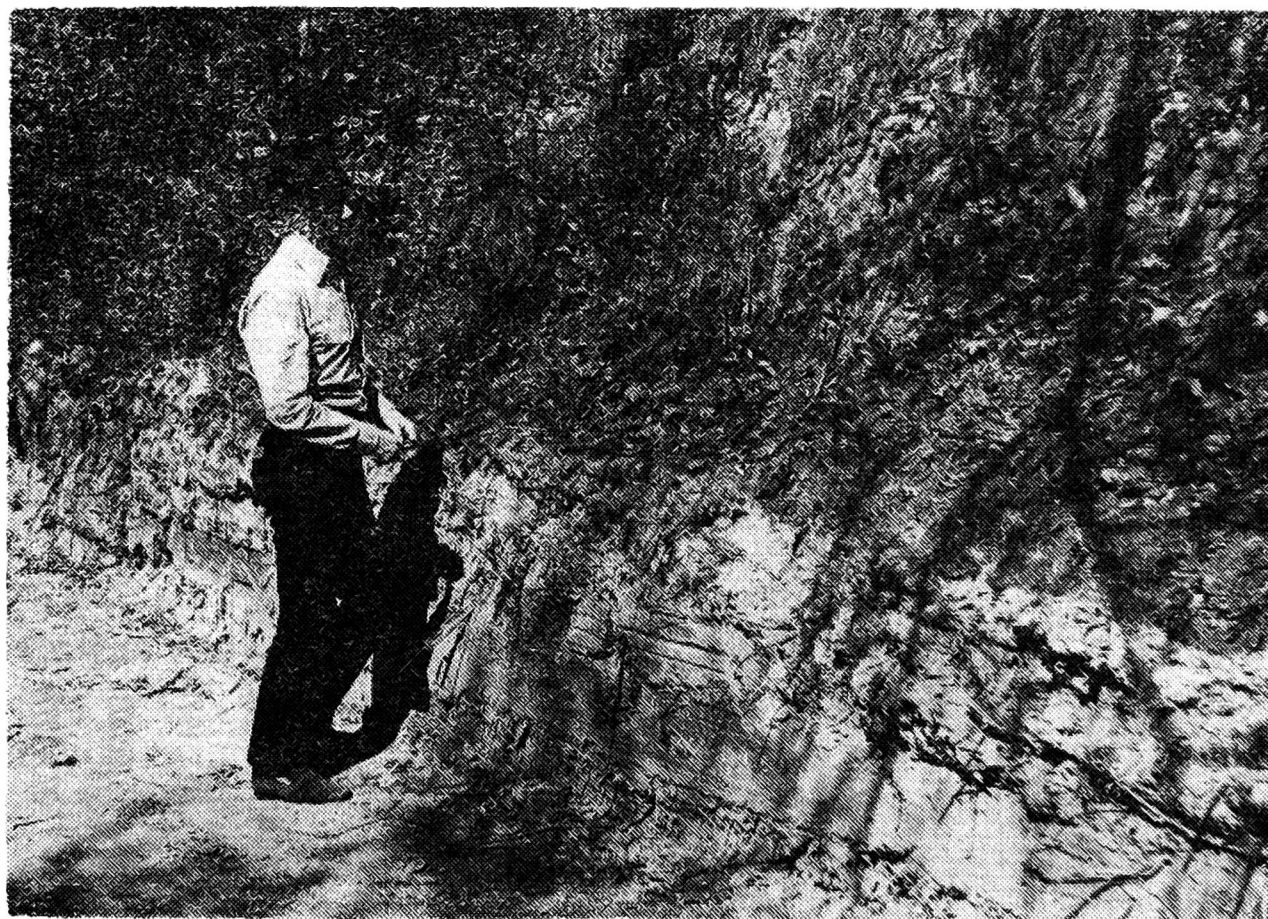
Badaniami, jak wspomniano, objęto również odcinek drogi w wąwozie T na długości ok. 400 m. Droga wcięta jest przeciętnie do głębokości ok. 6 m. Skarpy wąwozu drogowego są dość strome, jednak zadarnione, ponadto rośnie tu szpaler kilkudziesięcioletnich drzew, głównie lip (rys. 3). Skarpy te są u dołu niemal pionowe wskutek ich ścinania przy wyrównywaniu żłobin erozyjnych powstałych po spływach wód (rys. 4).

#### ROZWÓJ WĄWOZU W OKRESIE 1970-1973

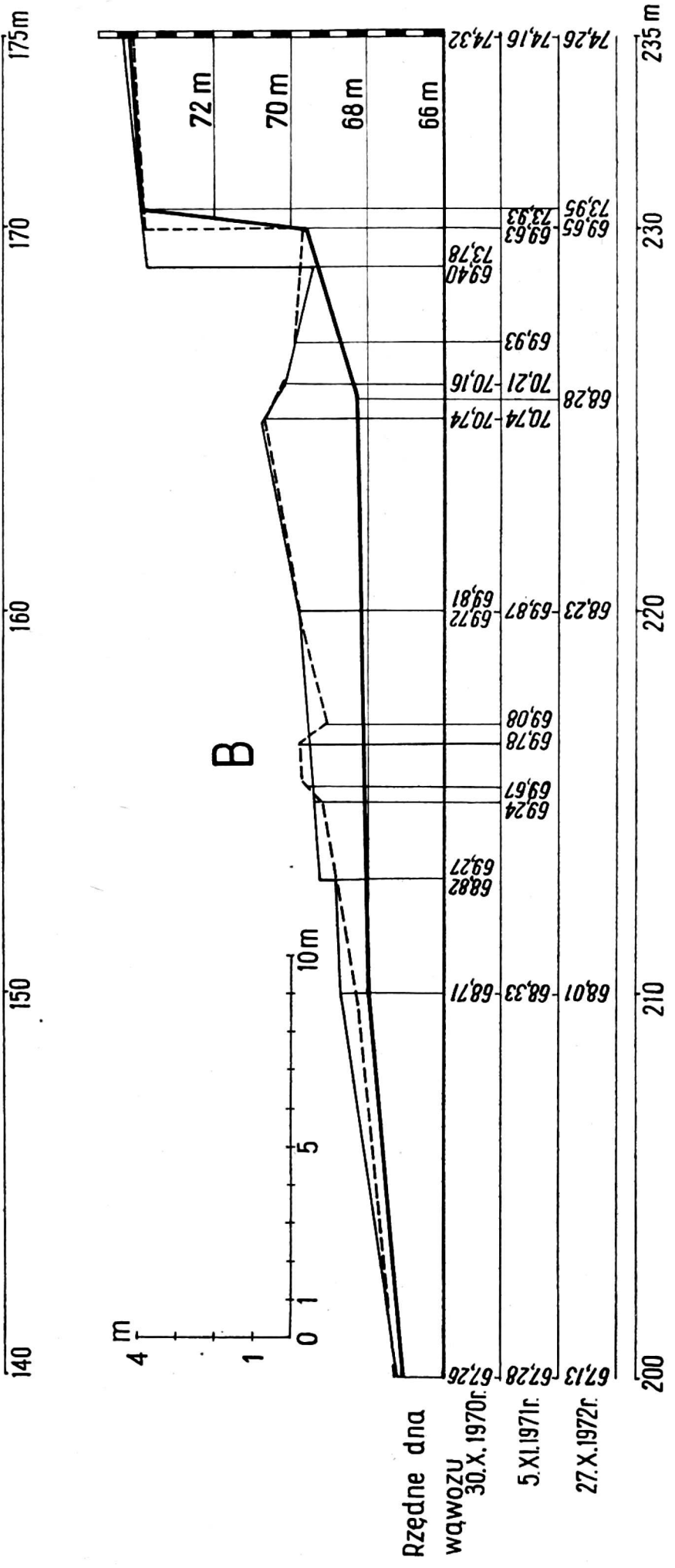
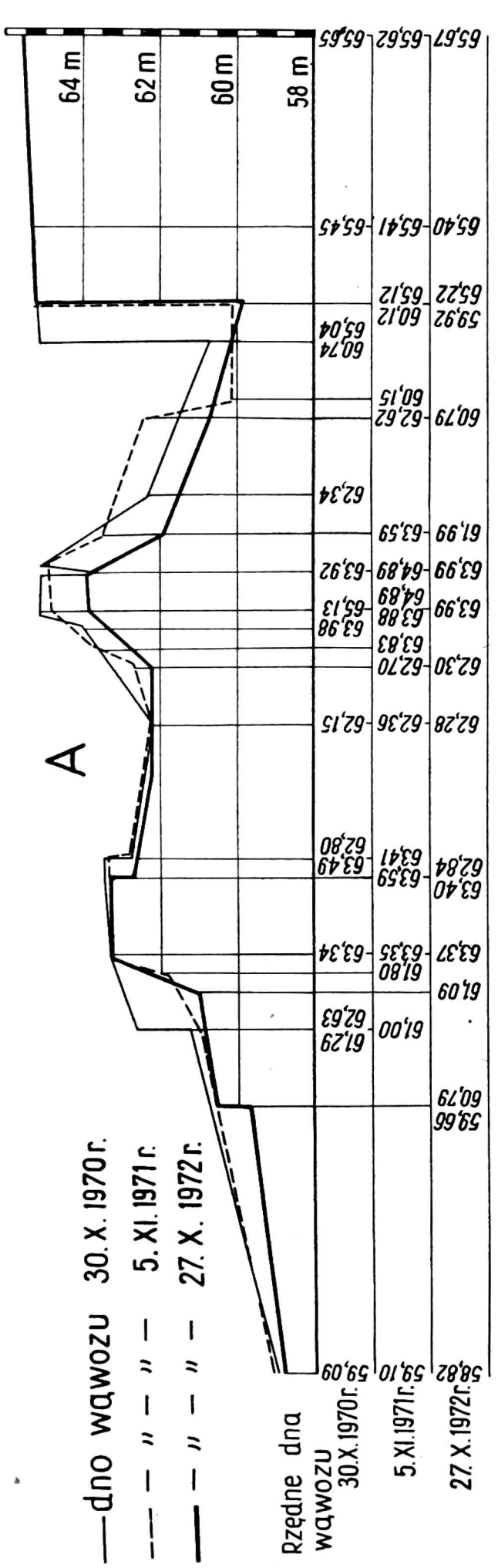
Plan badanych wąwozów przedstawiono na rysunku 1. Podano tam również profil podłużny wąwozu, na którym przedstawiono układ warstw różnych formacji geologicznych i dno z 1953 r. wg Pozaryskiego [9] oraz stan dna w 1973 r.



Rys. 3. Ogólny widok drogi w wąwozie. Lato 1972 r. Fot. S. Ziemnicki

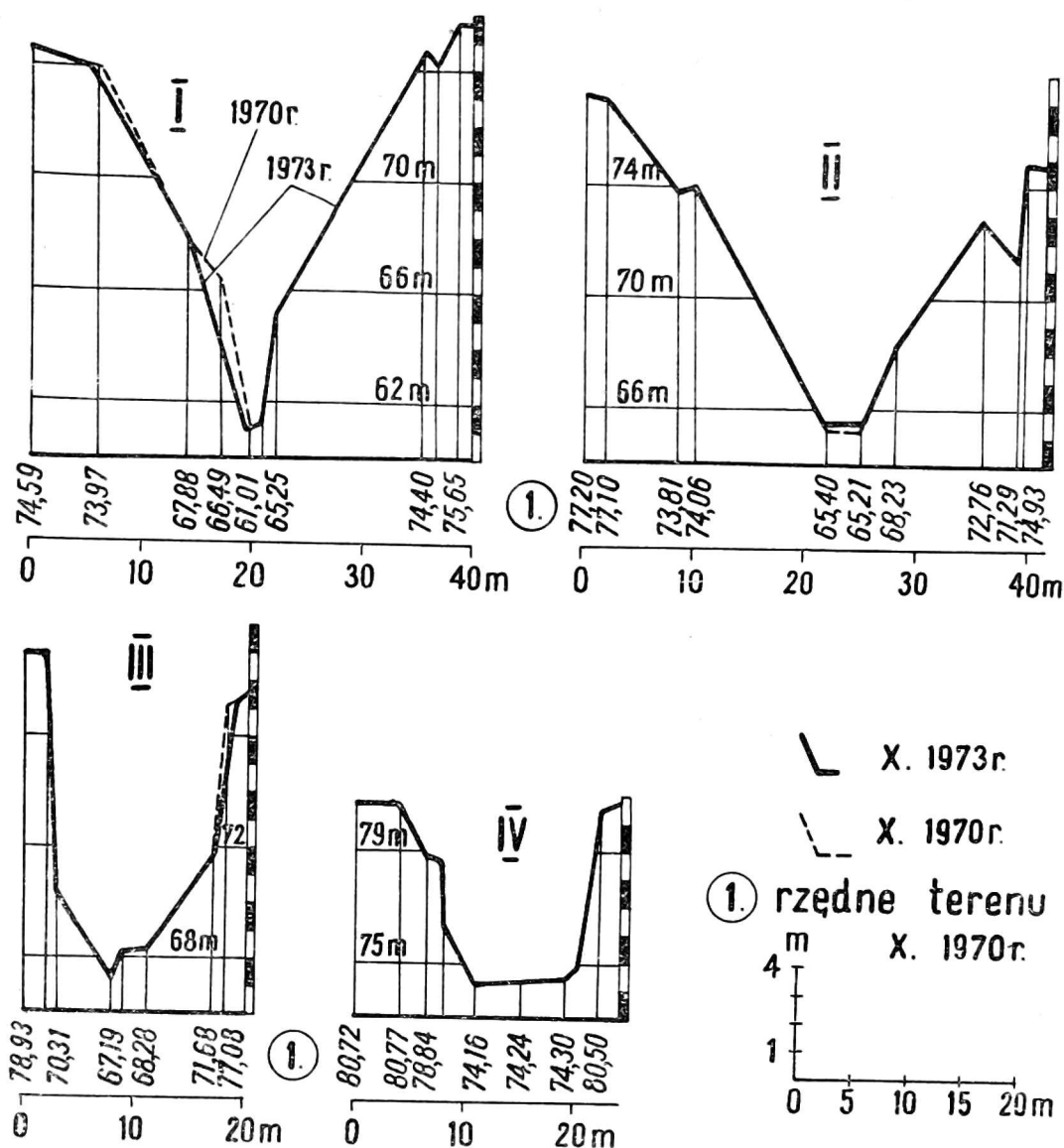


Rys. 4. Po rozmywach droga wyrównana jest materiałem ściętym ze skarpy.  
Lato 1972 r. Fot. S. Ziemnicki



Rys. 5. Zmiany dna na charakterystycznych odcinkach wąwozu w okresie 1970-1972





Rys. 6. Zmiany przekrojów poprzecznych wąwozu w okresie 1970-1973

Kolejne etapy rozwoju większych progów erozyjnych w dnie wąwozu w latach 1970-1972 przedstawiono na rysunku 5. Natomiast przekroje poprzeczne wąwozu oraz zmiany zaszły w latach 1970-1973 ilustruje rys. 6.

Porównanie rozwoju wąwozu w okresie badań z rozwojem w latach 1966-1968 podanym przez Ziemińskiego i Naklickiego [13] oraz z rozwojem od 1953 r. podanym przez Pożaryskiego [9] wygląda następująco. Próg w miejscu oznaczonym na rysunku 1 literą B przesunął się w okresie 1953-1973 o 30 m co daje średnio rocznie ok. 1,5 m. Natomiast w okresie 1966-1968 o 18 m, a w okresie 1970-1973 tylko o 0,8 m. Ale należy podkreślić, że uległ zmianie kierunek dopływu wody do progów erozyjnych, wskutek czego rozmyty został rów pod lewym brzegiem dna wąwozu. Ponadto w tym ostatnim okresie wielkość i ilość spływów była stosunkowo niewielka.

Spływy wody ze zlewni wąwozu po opadach zimowych roku 1970/71 nie wystąpiły. Notowano tylko niewielki spływ z tającego śniegu nawianego na dno wąwozu. Zanotowano wówczas przesunięcie się progów erozyjnych o ok. 1 m na hm 1+68 (miejsce oznaczone na rys. 5 literą A) i o 0,8 m na hm 2+29 (rys. 1 i 5). Równocześnie jednak wystąpiło wy-

rażne spłylenie się podłogi kotłów eworsyjnych poniżej progów, gdyż odspojony materiał nie został wyniesiony niżej. W części wylotowej wąwozu obserwowano niewielkie tylko zamulenie. Wiosną 1971 r. wystąpiły już po stajaniu śniegu wyraźne obrywy pionowych ścian wąwozu głównie w środkowej jego części. Obrywy obserwowano na prawej ścianie w 5 miejscach na ogólnej długości 45 m. Na lewej ścianie zanotowano obryw w jednym miejscu na długości 5 m. Materiał oberwany ze ścian pozostał w większości na miejscu w dnie wąwozu.

Pierwsze spływy wody ze zlewni w okresie badań wystąpiły w końcu kwietnia i w maju 1971 r. po trzech większych opadach deszczu. Wskutek nich została rozmyta linia ciekowa w środkowej części wąwozu. W materiale oberwanym wcześniej i leżącym na dnie wąwozu wytworzyły się rowy o głębokości do 1 m. Pogłębiły się również studnie poniżej obu wysokich progów erozyjnych. Próg na hm 2+29 nie uległ przesunięciu, ale powstały boczne rozmywy, gdyż (jak już podano), linia spływu wód przesunęła się pod lewą skarpe, powodując rozszerzenie progę o 0,5 m i powstanie nowego kotła oraz kanału podziemnego odprowadzającego z niego wodę. Na hm 2+96 powstał nowy próg o wysokości 0,8 m a poniżej został wymyty podziemny kanał na długości ok. 12 m. Na płaskim dnie wąwozu u jego wylotu nastąpiło zamulenie o grubości 2-5 cm na długości ok. 40 m.

Po opadach zimowych 1971/72 nie notowano spływu wód jak również nie zanotowano procesów erozyjnych w wąwozie. Spływy wody wystą-



Rys. 7. Rozmywany próg na dnie wąwozu na hm 2+30. Wiosna 1972 r.

Fot. S. Ziemnicki

piły dopiero latem 1972 r., po opadach burzowych trzykrotnie w lipcu i dwukrotnie w sierpniu. Dno wąwozu zostało na znacznej długości rozmyte. W dolnej części wąwozu powstało szereg niskich progów o wysokości od 0,5 do 1 m. Na hm 1+50 nastąpił obryw prawej ściany wąwozu na długości 10 m, a materiał zwalony na dno został rozmyty. Powstał rów o głębokości do 2,5 m i o szerokości dna przeciętnie 0,5 m. Kocioł poniżej progów na hm 1+68 powiększył się wskutek obrywu lewej krawędzi progów. Próg na hm 2+30 (rys. 7) uległ rozszerzeniu w kierunku lewej

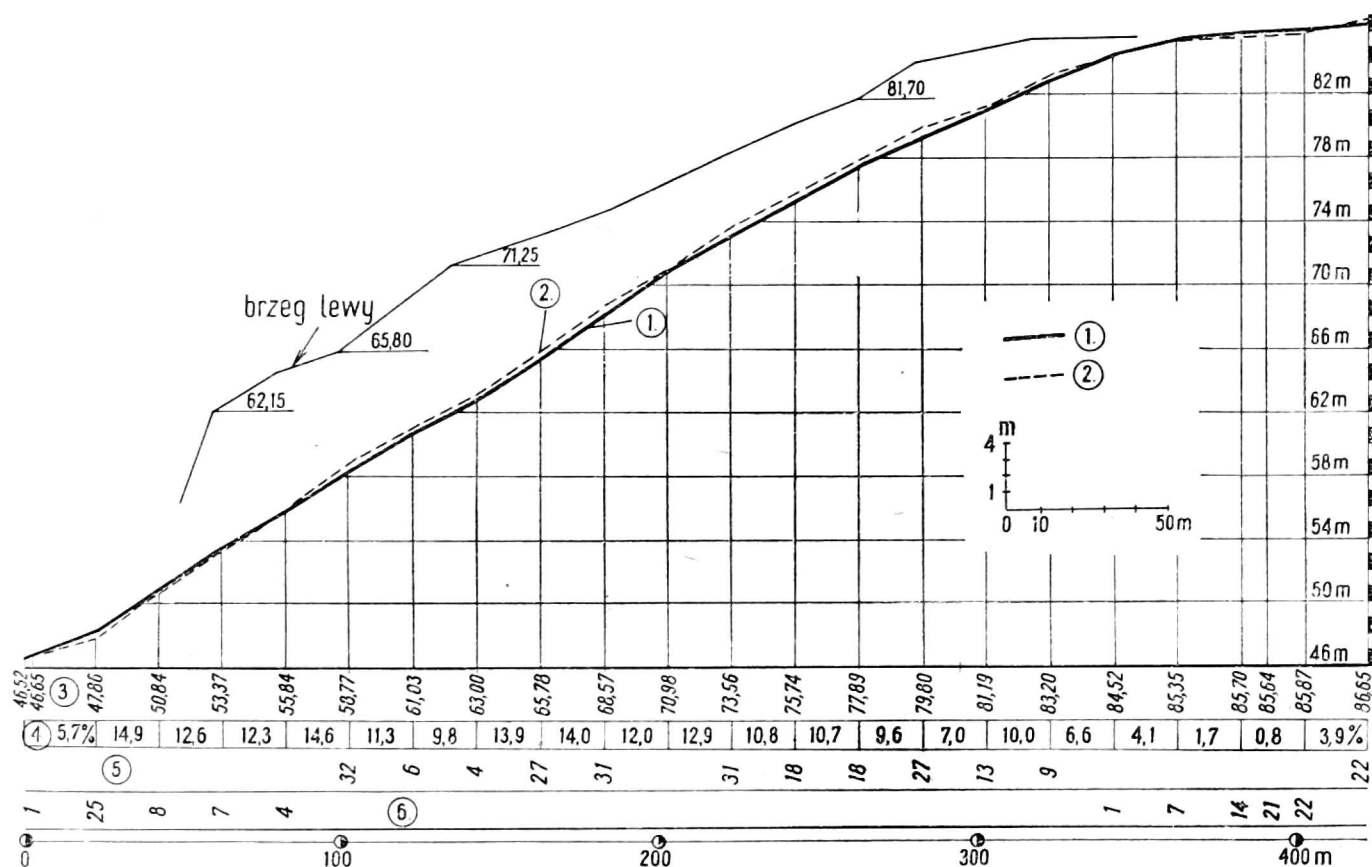


Rys. 8. Rozmyw dna wąwozu w formie rowu po deszczach ulewnych w lecie 1972 r., poniżej progów pokazanego na rys. 7. Fot. S. Pałys

ściany. Wytworzony w maju 1971 r. kanał podziemny odprowadzający wodę z kotła (studni) uległ zapadnięciu a materiał został wymyty na długości 22 m (rys. 8). Na podstawie przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, że w czasie omawianych spływów tylko z tego odcinka wyniesione zostało ok. 95 m<sup>3</sup> materiału. Wymyty materiał z wąwozu osadzał się częściowo u wylotu wąwozu oraz na linii ciekowej w dolinie rzeki Grodarz

sięgając aż do centrum miasta Kazimierza. Ale należy zaznaczyć, że nie były to spływy duże w porównaniu np. do opisanych przez Parczewskiego [7].

Zima 1972/73, podobnie jak poprzednia, charakteryzowała się niewielką ilością opadów i spływów wiosennych nie było. Obserwowano jedynie niewielkie osypywanie się lessu ze ścian i obrywy spękanych pionowych ścian wąwozu, podobnie jak wiosną 1972 r. Dalszy niewielki rozwój wąwozu stwierdzono w czerwcu 1973 r. w czasie spływu wód z dwu opadów burzowych. Została rozmyta linia ciekowa jedynie na odcinkach wcześniej zasypanych materiałem oberwanym ze ścian wąwozu.



Rys. 9. Zmiany przekroju podłużnego drogi w wąwozie w okresie 1970-1973  
 1 — dno drogi w jesieni 1973 r., 2 — dno drogi w jesieni 1970 r., 3 — rzędne dna drogi w 1970 r., 4 — spadki podłużne w %, 5 — rozmyw drogi w cm w okresie 1970-1973, 6 — namyw w cm w okresie 1970-1973

Dodatkowo podano obserwacje leżącego obok wąwozu drogowego. Na rysunku 9 przedstawiono zmiany zaszłe w rzędnych dna drogi gruntowej w latach 1970-1973. Procesy erozyjne nie występowały tu intensywnie z uwagi na brak dopływu wód ze zlewni. Mimo to na drodze po spływach letnich powstawały żłobiny, które likwidowano za pomocą spychaczy wyrównując nawierzchnię drogi. Maksymalne obniżenie się nawierzchni drogi w okresie trzech lat wynosiło 32 cm, przy czym obniżenie nastąpiło niemal na całej długości, oprócz niewielkiego odcinka w partii wierzchowinowej i w dolnej partii przydolinowej.

## EWOLUCJA DNA I SKARP WĄWOZU

Obserwacje procesów erozyjnych wskazują, że omawiany wąwóz znajduje się w stadium intensywnego rozwoju, który w klasyfikacji Sobolewa [11] i Maruszczaka [6] można by określić jako II stadium rozwoju.

Jak podano, spływy roztopowe w wymienionym okresie niemal nie wystąpiły. Dlatego podane obserwacje nie zezwalają nawet na wysuwanie przypuszczeń co do znaczenia ich w rozwoju wąwozu, jak również co do współdziałania procesów mrozowych w niszczeniu dna i ścian wąwozu. Procesy te bezsprzecznie przyczyniały się do osypywania się materiału z pionowych odkrytych ścian wąwozu, przy czym grubość odpadających płytek lessu nie przekraczała 2 cm. Zjawiska tego nie można pominąć, chociaż jego znaczenie w rozwoju wąwozu wydaje się niewielkie.

Zasadnicze zniszczenia wywoływały spływy po deszczach letnich. Porównanie wielkości tych deszczów z podanymi np. przez Parczewskiego [7] lub przez Ziernickiego [12] wskazuje, że były one dużo niższe od katastrofalnych. Miały one wielkość i natężenie równe corocznym deszczom burzowym na terenie Wyżyny Lubelskiej. Tym niemniej wywołały one wyraźne i istotne szkody. Niestety wobec braku odpowiednich urządzeń nie można było zmierzyć natężenia deszczu, wielkości spływu ani ładunku materiału unoszonego podczas spływu. Badania Piesta i Spomera [8] wykonane w pasie lessowym środkowej części USA wykazały, że ilość materiału wynoszonego podczas spływów letnich z dna wąwozu ogólnie była większa a tylko niekiedy niższa niż ze zlewni. Ukształtowanie zlewni badanej w USA było podobne do zlewni wąwozu w Kwaskowej Górze. Różnica — i to zasadnicza — była w sposobie rolniczego użytkowania. Mianowicie w zlewni badanej przez Piesta i Spomera dominowała kukurydza. Natomiast w zlewni omawianej w pracy, rosły zboża, motylkowe, a tylko ok. 15% powierzchni zajmowały ziemniaki i tytoń. Dlatego też w przypadkach, kiedy obserwowano zniszczenia w wąwozie nie stwierdzono śladów spływu wody w zlewni. Nie było żłobin ani namuleń. Jedynie na niedużych poletkach tytoniu (powierzchnie rzędu 200-500 m<sup>2</sup>) obserwowano żłobiny głębokości do kilku cm. Pozwala to na wysunięcie przypuszczenia, że w przypadku dość zwartej okrywy roślinnej w okresie wegetacji i niezbyt silnych deszczów spływała ze zlewni niemal czysta woda. Posiadała ona wówczas dużą zdolność unoszenia materiału. Możliwe, że to tłumaczy istotne zmiany zachodzące w wąwozie lessowym pomimo nawet małego spływu.

W rozwoju wąwozu istotne i chyba najważniejsze znaczenie posiadają zmiany w profilu podłużnym dna. Dolny odcinek omawianego wąwozu został obniżony do spągu płaszcza lessowego. Bardziej odporne na rozmyw materiały, obok zmniejszonego spadku, wpłynęły na zahamowanie dalszego obniżania się dna. Odnosi się to do odcinka dolnego długości ok. 120 m. Idąc ku górze wąwozu obserwuje się w pewnym sensie zaskakujące zjawisko garbów i pagórów na dnie. Jak podano, występowanie

ich jest związane z obrywami bocznych ścian wąwozu. Garby te nie hamowały spływu wody, który zachodził kanałami podziemnymi. Dlatego też nigdy nie stwierdzono, aby woda zatrzymywała się w dość głębokich kotłach eworsyjnych. Najczęściej jednak nie obserwowano takich wyłotów kanałów podziemnych. Kanały te jednak istnieją i dają znać o sobie w przypadku zwalania się stropu. Bez większego ryzyka można by stwierdzić, że podpowierzchniowy przepływ wody w materiale lessowym stanowi największe zagrożenie wąwozu. Dalszym zagrożeniem są pionowe spękania obserwowane w różnych, ale najczęściej niedużych odległościach rzędu 0,5 m powyżej czoła progu. W sumie pionowe szczeliny łącznie z poziomymi kanałami niszczą szybko dno wąwozu nawet przy braku większych spływów.

Wreszcie istotny udział w niszczeniu dna wąwozu posiadają kotły eworsyjne. Średnice ich dochodziły do ok. 7 m. Zarówno średnica jak i głębokość kotłów były niewspółmiernie duże w stosunku do ilości płynącej wody. Kotły zajmowały całą szerokość dna wąwozu. Wyraźnie niszczone były również ściany wąwozu podcinane przez rozszerzający się kocioł.

Jak już podano, dno wąwozu powyżej hm 2+30 było silnie zadarnione. Nie zaobserwowano, aby roślinność na dnie wąwozu wywierała większy wpływ na hamowanie przesuwania się progu ku górze. Oczywiście nie znaczy to, że takiego wpływu zupełnie nie ma, ale chyba jest on niewielki w przypadku wysokości progu rzędu 5 m.

Zachowanie się dna wąwozu posiadało istotny wpływ na rozwój bocznych ścian. Górny odcinek wąwozu o stałym dnie posiadał skarpy umocnione roślinnością i żadnych istotnych ruchów nie stwierdzono.

Dopiero w miejscu występowania kotła, skarpy wąwozu przechodziły w pionowe ściany. Ulegały one różnorodnym ruchom, jak osypywanie się i obrywy. Zapewne obok najważniejszej tutaj siły ciężkości istotny udział miały wody przesiąkające pionowymi szczelinami. W górnej warstwie splecionej i związanej korzeniami ten wpływ nie zaznaczał się. Natomiast odpadały bloki lessu leżącego pod tą warstwą. Wskutek tego powstawały nawisy wysunięte poza ścianę wąwozu przeciętnie 0,5 m, a maksymalnie do ok. 1 m. Obserwowano również skutki spływu podziemnego wzdłuż korzeni palowych drzew. Miało to miejsce na obrzeżu wąwozu, gdzie dopływała woda z przyległego terenu zlewni. Powstała po jednym spływie studnia suffożyjna (kocioł), która miała głębokość około 6 m, tak że całe drzewo zostało w nią jakby wciągnięte, wystawał jedynie jego wierzchołek.

Skarpy-ściany zachowywały się obok kotła eworsyjnego podobnie jak niżej, tam, gdzie prawdopodobnie były rozmyte i następnie zawalone podziemne kanały.

Łączne zmiany profilu podłużnego dna i zmiany układu skarp — ścian dały obraz przebiegu rozwoju całego wąwozu. I tak głębokość

kotłów eworsyjnych ulegała częstym i dość szybko zachodzącym zmianom — największa głębokość była po silniejszym spływie. Następnie zmniejszała się wskutek bocznych obrywów. Podobnie było z głębokością wąwozu, która była największa po zwaleniu się stropu korytarza podziemnego lub po powierzchniowym rozmyciu rowu a zmniejszała się wskutek obrywów ścian. W dolnej części wąwozu o stałym poziomie dna stwierdzono również występowanie bocznych obrywów. Bloki lessu rozpadały się u podnóża ściany, która przekształcała się w skarpe o nachyleniu równym kątowi naturalnego zsypu (ok. 30-35°).

#### ZAKOŃCZENIE

Rozwój wąwozu lessowego wywołany był powierzchniowym i podziemnym spływem wody, siłą ciężenia, działaniem czynników chemicznych a niekiedy i biotycznych.

Materiał lessowy, im bliżej ściany wąwozu, tym większym podlegał zmianom pod względem uwilgotnienia i wahań temperatury. Stwarzało to warunki do powstania spękań pionowych i wreszcie obrywów dużych słupów lessowych. Pewną rolę odgrywały zapewne zwierzęta kopiące nory, a także ptaki, które drążąc otwory lub zbierając materiał na gniazda osłabiały spoistość skały lessowej.

Less jest skałą wyjątkowo podatną na działanie wymienionych czynników. Dlatego też rozwój wąwozu lessowego nawet w warunkach umiarkowanego klimatu Polski może być szybki, jeżeli istnieją ku temu odpowiednie warunki, jak: dopływ wody spływającej ze zlewni i istnienie wysokich progów (powstaje znaczna energia kinetyczna). Wystarczy czasem jeden rzeczywiście silny spływ, aby następne, nawet nieduże, kontynuowały rozpoczęte niszczenie lessu.

Omówiony wąwóz drogowy wykazuje istotne, gdyż dochodzące średnio rocznie do 10 cm, obniżenie drogi, pomimo braku dopływu wody ze zlewni.

Wąwozy lessowe stanowią tak istotne zagrożenie dla przyległych terenów rolniczych, dla gospodarki wodnej (zamulanie niżej leżących terenów, zanieczyszczanie wód), że winny być bezpośrednio po powstaniu pierwszych rozmywów odpowiednio umacniane. Im później przystąpi się do takich zabiegów, tym będą one trudniejsze i kosztowniejsze.

#### LITERATURA

1. Bennett H. H.: Soil Conservation. New York and London. 1939
2. Bury-Zaleska J., Pięta J.: Przebieg procesów przemieszczania materiału ziemnego w wąwozie lessowym. Pam. puł. z. 34, 1968
3. Jahn A.: Wyżyna Lubelska. PWN, Warszawa 1956

4. Józefaciuk Cz.: Struktura przestrzenna erozji wąwozowej na Lubelszczyźnie oraz zagospodarowanie wybranych wąwozów. IUNG Puławy 1972
5. Konecka-Betley K., Maruszczak H.: Profil lessowy na Kwaskowej Górze w Kazimierzu nad Wisłą. Przew. Symp. Kraj. Wyd. Geol., Warszawa 1972
6. Maruszczak H.: Erozja wąwozowa we wschodniej części pasa wyżyn południowopolskich. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 151, 1973
7. Parczewski W.: Warunki występowania nagłych wezbrań na małych ciekach. Prace PIHM, t. VIII, z. 3, Warszawa 1960
8. Piest R. F., Spomer R. G.: Sheet and gully erosion in the Missouri vally loessial region. American Soc. of Agric. Eng. vol. 11, No 6, 1968
9. Pożaryski W.: Plejstocen w przełomie Wisły przez Wyżyny Południowe. Inst. Geol. t. IX, 1953
10. Reniger A.: Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. Rocz. Nauk rol. t. 54, 1950
11. Sobolew S. S.: Rozwitiye erozjonnych procesow na teritorii jewropejskiej czasti SSSR i borba s nimi. Izd. Akademi Nauk SSSR t. 1, 1948, t. 2, 1960
12. Ziemnicki S.: Skutki deszczu nawalnego we wsi Piaski Szlacheckie pod Krasnymstawem. Gosp. wod. nr 11, 1956
13. Ziemnicki S., Naklicki J.: Stan i rozwój trzech wąwozów na Wyżynie Lubelskiej. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 119, 1971

*Стефан Земницки, Зигмунт Мазур, Станислав Палыс*

## РАЗВИТИЕ ЛЕССОВОГО ОВРАГА НА КВАСКОВОЙ ГОРЕ

### Резюме

Исследовались состояние и развитие оврага, образовавшегося в глубоком лессе близ г. Казимеж Дольны. Овраг находится вблизи западного краевого уступа Люблинской возвышенности, на склоне долины р. Гродаж, притока Вислы.

На рис. 1 показан план оврага; он обозначен буквой К. Бассейн оврага занимает 17 га; он волнообразен и полностью используется земледельчески. Свойства налессовых почв и лессовой горной породы приведены в таб. 1 и 2.

Овраг образовался в результате размыва углубленной проселочной дороги в конце II мировой войны. Наблюдения за развитием оврага велись от 1950 г. Первое нивелировочное измерение, опубликованное Пожариским, относится к 1953 г. Проектный рисунок показан на рис. 1, где помещен также профиль дна в 1973 г. Вершинный уступ образовавшегося оврага передвинулся за это время на около 30 м помимо отсутствия более интенсивного стока.

Во время подробных наблюдений, проводимых с 1969 по 1973 г.г., не отмечался вообще сток талых вод, а сток летних атмосферных осадков был незначителен. Количество и распределение осадков за этот период приведены в таб. 3.

На рис. 7 и 8 показаны стены обрывов размывных котлов на дне оврага. Рис. 5 представляет изменения дна на характерных участках оврагов. Рис. 6 представляет поперечные разрезы оврага.

Хотя этот период подробных исследований не доставил данных об интенсивности развития оврага из-за отсутствия более крупного стока, позволил, однако, сделать выводы насчет механизма эрозионных процессов. Основное значение имели горизонтальные поверхностные размывы, а также протоки воды по вертикальным щелям, возникавшим в засушливые периоды выше котлов на дне оврага. Ниже этих котлов вода размывала подземные каналы. Поэтому



несмотря на то, что дно оврага не имело правильного наклона, вода свободно стекала по канавкам. Котлы были разной глубины: сразу же после стока она достигала 5 м, а позднее уменьшалась вследствие обрывов вертикальных стен до около 3 м. Поперечники котлов достигали 7 м, значит, превосходили ширину дна оврага. Это было возможно вследствие воздействия сил, образующих котел, на боковые крутые стены. Во время стока или непосредственно после него наблюдались провалы кровлей подземных каналов и сползание вниз крупных кусков лесса толщиной до 0,5 м со стен оврага. Иногда способствовали этому воды, стекающие вниз вдоль стержневых корней деревьев, растущих по краям оврага.

В нижней части оврага дно размылось до ниже залегающего песка или гравия. В этой части оврага лессовые стены переходили из вертикальных (рис. 2) в полого наклонные откосы.

Кроме описанного выше оврага измерялся также гольвег, расположенный рядом и обозначенный на рис. 1 буквой *T*. Этот овраг был без бассейна, так как сток воды с верхнего участка дороги был направлен к описанному выше оврагу. По дну оврага вела грунтовая дорога. После стока образовывались неглубокие размоины, которые затем засыпались. Это вызвало понижение дороги с 1970 по 1973 г.г. на 32 см. Профиль оврага (гольвега) показан на рис. 9, а вид дороги и участок подкапываемого во время выравнивания откоса — на рис. 3 и 4.

*Stefan Ziemnicki, Zygmunt Mazur, Stanisław Pałys*

## DEVELOPMENT OF A LOESS GULLY ON KWASKOWA GÓRA

### Summary

The state and development of a gully eroded in deep loess soil was investigated in the vicinity of Kazimierz Dolny. The gully is situated near the western border of the Lublin Upland, on the slope of the valley of the river Grodarz, a tributary of the Vistula.

Figure 1 shows the plan of the gully, which is marked with the letter *K*. The watershed of the gully covers 17 ha of undulating cultivated farmland. The properties of the loess soils and of the loess rock are presented in Tables 1 and 2.

The gully was formed due to erosion of a deep, unconsolidated country road towards the end of World War II. Observations of the gully have been made since 1950. The first land survey, published by Pożaryski, dates from 1953. The profile of the gully bottom in 1955 is shown in Fig. 1, together with the same profile in 1973. During that time, the head of the gully advanced by about 30 m, despite of the lack of heavier rainfalls.

During the period of accurate observations, conducted in the years 1969-1973, no thawing runoff occurred, and runoffs after summer rainfalls were rather small. The amount and distribution of rainfalls at that time are given in Table 3.

Figures 7 and 8 show the head wall of the eroded wells in the gully bottom. Figure 5 illustrates changes of the gully bottom in characteristic spots of the gully. Figure 6 shows the cross-sections of the gully.

Although the period of accurate observations has not furnished data on the intensity of the growth of the gully, as there were no heavier runoffs, they made it possible to draw some conclusions on the mechanism of the erosion processes. Of essential importance were horizontal underground wash-outs and waterflows

through the vertical cracks which were formed above the wells in the gully bottom during dry periods. Below these wells, water washed out underground pipes. Water could therefore flow freely through these pipes, although the gully bottom had no uniform inclination. The depth of the wells varied: immediately after a runoff it reached 5 m, but later decreased to about 3 m in consequence of landslides of the adjacent vertical walls. The wells were up to 7 m in diameter, i.e. larger than the width of the gully bottom. This was possible because the forces which formed the well also attacked the adjacent walls. During and immediately after runoffs, there were observed falling roofs of the underground pipes and whole loess sheets, up to 0.5 m thick, sliding down the gully walls. This was sometimes due to vertical runoffs along the main roots of the trees growing on the edge of the gully.

In the lower part of the gully, the bottom was eroded down to the subjacent sand or gravel, and the loess walls changed from vertical (Fig. 2) to gently inclined.

Apart from the gully under discussion, the neighbouring road gully, marked in Fig. 1 with the letter *T*, was also measured. This gully had no watershed since the waterflow from the upper part of the road was directed into gully *K*. An unconsolidated country road ran in the gully bottom. After runoffs, shallow ruts appeared, but they were filled with earth. This resulted in lowering the level of the road by about 30 cm during the years 1970-1973. The profile of the road gully is shown in Fig. 9, and the view of the road with a fragment of the scarp undermined during the levelling of the road is seen in Figs. 3 and 4.