

## STAN I ROZWÓJ TRZECH WĄWOZÓW NA WYŻYNIE LUBELSKIEJ

*Stefan Ziemnicki, Jan Naklicki*

Katedra Melioracji Rolnych WSR — Lublin

Kierownik: prof. dr S. Ziemnicki

## WSTĘP

Wąwozy powstają wskutek rozmywu gruntu przez płynącą wodę, w przypadku łączenia się w strugi lub w warunkach sprzyjających zwiększeniu prędkości spływu. Często takie warunki stwarzają drogi gruntowe położone na zboczu. Na terenach lessowych pewien udział w powstaniu i pogłębianiu się wąwozu drogowego może mieć również wiatr, który unosi cząstki rozpylone i poderwane wskutek ruchu pojazdów. Zasadniczą jednak przyczyną zniszczenia jest woda, która spływa zagłębioną drogą. Początkowo, przy mniejszych spływach obniża się dno drogi, a powstające żłobiny są zasypywane przez rolników, ale następnie zwiększa się głębokość wąwozu i wzrasta zagrożenie zniszczenia drogi, wskutek powstania progów erozyjnych. Drogę może rozmyć i zniszczyć spływ roztopowy jak i silny letni deszcz.

Na Wyżynie Lubelskiej o klimacie umiarkowanym, którego wpływ na rozwój erozji scharakteryzował Ziemnicki [16], występują okresy niemal bezspływowe oraz lata o silniejszych spływach, kiedy zaznacza się wyraźny wpływ klimatu kontynentalnego. Wąwozy na Wyżynie Lubelskiej powstają najczęściej w okresach o silnych spływach. Natomiast w pozostałym okresie, wąwozy płytkie oraz głębokie, ale o niezbyt dużych spadkach dna i ścian, pokryte naturalną roślinnością zielną i krzewami, niemal nie ulegają rozmywom. Sobolew [13] wydziela cztery fazy rozwoju wąwozu. Wąwozy płytkie bez wyraźnych progów erozyjnych znajdują się w 1 fazie, wąwozy o wyraźnych progach i pionowym czole wąwozu oraz stromych ścianach w 2 i 3 fazie. Wskutek rozmywów wąwóz rozszerza się, zwiększa swą długość, ale jednocześnie zmniejszają się spadki. Wówczas wąwóz przechodzi w 4 fazę rozwoju o pewnym stanie równowagi. Omawiane w pracy wąwozy „Kwaskowa Góra” i „Krzywe” znajdują się w 2 fazie rozwoju, natomiast wąwóz „Wymysłów” w 3 fazie.

Chociaż w literaturze zagranicznej dotyczącej erozji dużo miejsca poświęcono wąwozom, to jednak trudno znaleźć dane o tempie rozwoju wą-

wozów. W Polsce wąwozy opisywali: Jahn [4], Klatkowa [6], Reniger [12], Figuła [1], Polak [9], Prochal [11], Ziemnicki [14, 15, 17, 18], Mazur [8], Maruszczak [7], Gerlach [3], Frankiewicz [2], Józefaciuk i Józefaciukowa [5]. Nie podejmowali oni jednak prób określenia tempa rozwoju wąwozów poprzestając na opisie stanu i obserwowanych zjawisk erozyjnych.

Niniejsza praca omawia stan trzech wąwozów na terenie Wyżyny Lubelskiej. Odtworzono również historię powstania tych wąwozów. Ponadto określono zmiany rzeźby oraz ilości wyniesionego materiału w okresie od 1965 do 1968 r. (dla jednego z wąwozów od 1966 do 1968 r.). W okresie tym wystąpiły w badanych miejscach tylko niewielkie spływy o wartości co najwyżej przeciętnej.

### ZAKRES BADAŃ

Wobec braku inwentaryzacji wąwozów, dobór obiektów był raczej przypadkowy z tym jednak, że wybrano wąwozy, które wykazywały cechy aktualnego rozmywu w postaci progów erozyjnych, powstania bocznych odnóg i osiadania namulów na niektórych odcinkach dna i u wylotu.

Badane wąwozy powstały w miejscu poprzednio biegnących ze spadkiem dróg gruntowych. Nie rozporządzano danymi o wyglądzie tych zagłębionych dróg przed ich rozmywem.

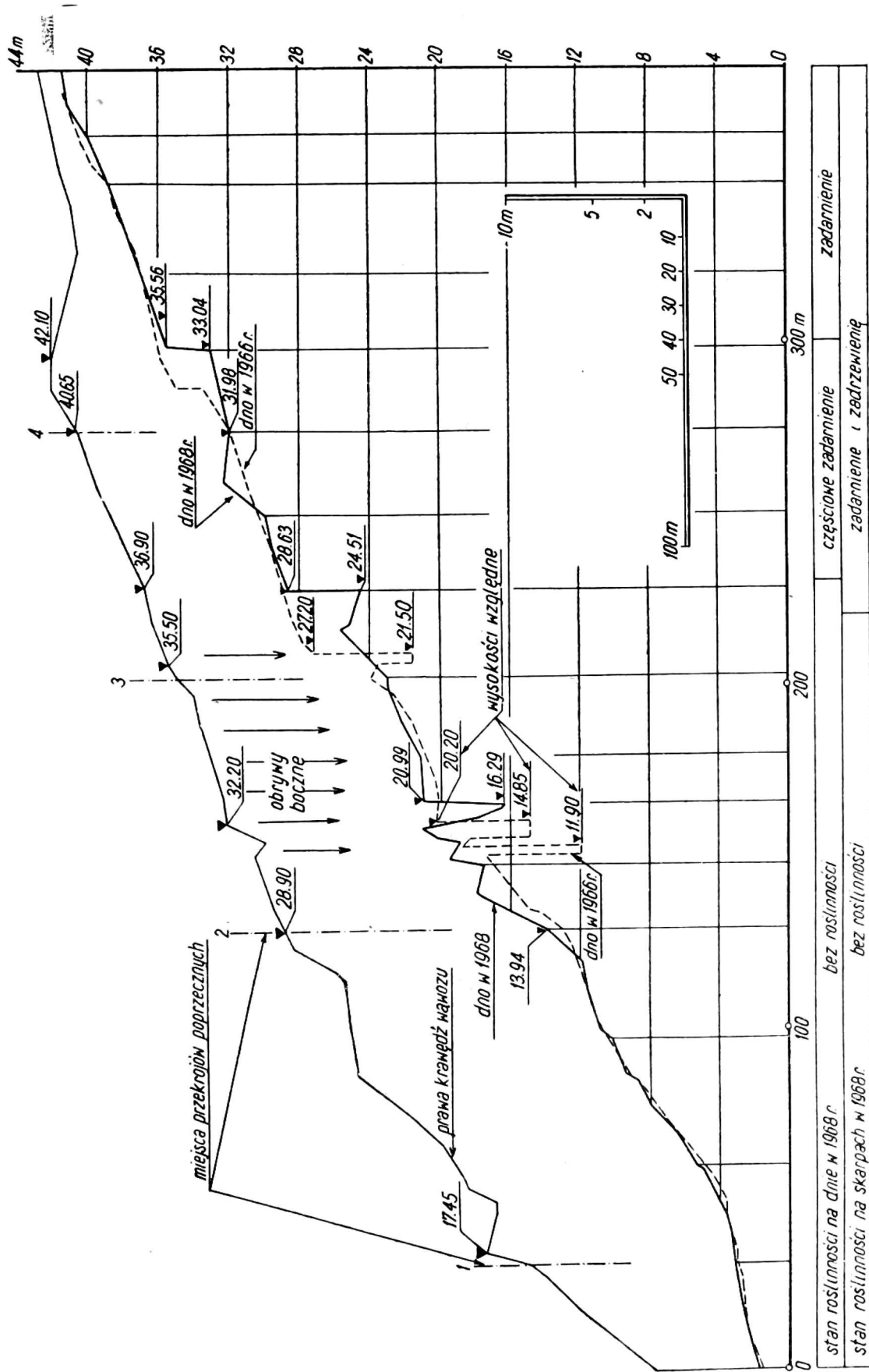
W celu określenia stanu wąwozu wykonywano pomiary sytuacyjno-wysokościowe metodą tachymetryczną, niwelowano przekrój podłużny i przekroje poprzeczne oraz oznaczano położenie czoła i progów przy pomocy kołeczków wbijanych w ziemię w określonej odległości. Ponadto prowadzono stałe obserwacje oraz wykonywano liczne fotografie terenu. Nie rozporządzano stacjami meteorologicznymi w bezpośrednim sąsiedztwie wąwozów. Jednak w omawianym okresie nie wystąpiły silniejsze deszcze, które mają na tym terenie zwykle niewielki zasięg i zmienne natężenie, zależnie od miejsca. Dlatego możliwe było korzystanie z danych opadowych stacji meteorologicznych odległych o ok. 5 km.

Powierzchnie zlewni wąwozów określano na podstawie dostępnych map. Wykonano opis i najistotniejsze analizy materiału, w którym powstał wąwóz. Wreszcie określano stan roślinności.

Każdy z omawianych wąwozów leży w innej części Wyżyny i stanowi odrębny obiekt. Dlatego też poszczególne wąwozy będą osobno charakteryzowane. Wąwozy nazwano według wsi lub miejscowości, na terenie których powstały.

### WĄWÓZ „KWASKOWA GÓRA”

„Kwaskowa Góra” jest to przedmieście Kazimierza n. Wisłą. Wąwóz znajduje się na zboczu doliny rzeki Grodarz. Głęboka droga gruntowa została rozmyta podczas spływów roztopowych w czasie ostatniej wojny, prawdopodobnie wiosną 1941 r. Około 1950 r. w wąwozie istniało jeszcze



Rys. 1. Przekrój podłużny wąwozu „Kwaskowa Góra”

widoczne wyraźne dno dawnej drogi, w którym powstał rów erozyjny o głębokości do 1,5 m. Czoło wąwozu miało wysokość ok. 3 m; poniżej znajdował się kocioł eworsyjny głębokości ponad 1 m. Dno dawnej drogi porastała roślinność zielna. Ściany wąwozu w dolnej jego części były niemal pionowe, a w środkowej — o nachyleniu ok. 70%. Około 50% powierzchni porastały krzewy i pojedyncze drzewa. Natomiast górna część wąwozu powyżej czoła miała wygląd typowej dla tego terenu głębokiej drogi o szerokości ok. 4 m. Po rozmyciu dolnej części drogi, połączono górną jej część z podnóżem zbocza drogą uformowaną na dnie przyległego płytkiego wąwozu. Jednak woda płynąca z górnej części drogi jest w dalszym ciągu kierowana na dawną trasę wskutek czego dolny odcinek wąwozu jest zagrożony rozmywem.

Powierzchnia wąwozu w 1966 r. wynosiła ok. 0,75 ha, a zlewnia 0,17 km<sup>2</sup>. Zlewnia ta pomimo silnej falistości jest użytkowana rolniczo.

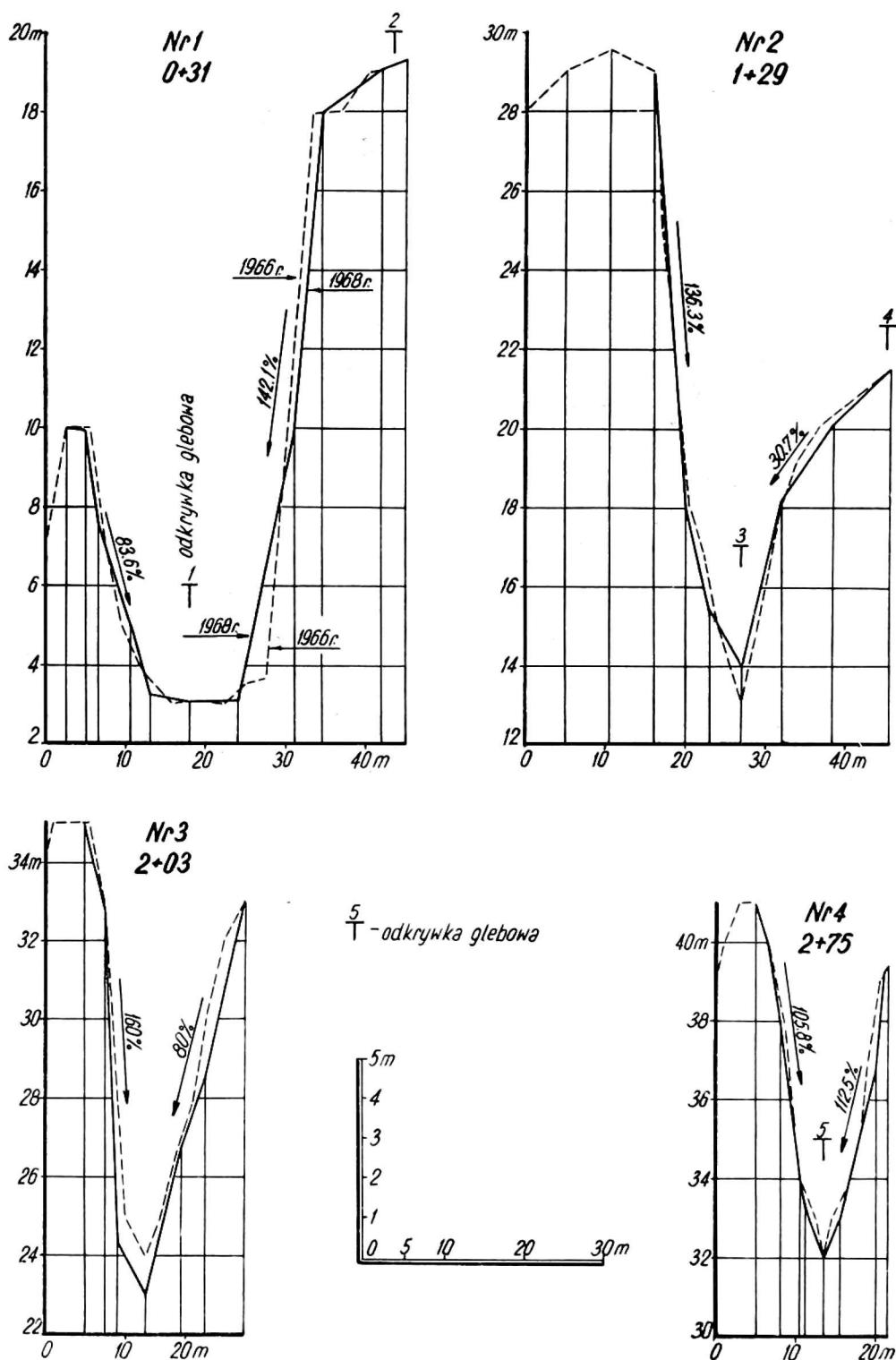
Profil geologiczny wąwozu w „Kwaskowej Górze” podał Pożaryski [10]. Wąwóz ten powstał w obrębie płata lessów ciągnącego się od doliny Wisły pod Kazimierzem — dalej na wschód. Pod płytką warstwą gleby znajduje się kilkunastometrowej miąższości warstwa lessu młodszego górnego. Jest to less typowy, barwy jasnożółtej, charakteryzujący się pionową łupliwością. W górnej części jest on odwapniony. Poziom ten oddziela od następnego poziomu lessowego warstwa gleby kopalnej, której obecność świadczy o przerwie w akumulacji lessów. Warstwa lessu młodszego dolnego ma mniejszą miąższość (1—6 m) i jest ciemniejsza. Te dwa horyzonty lessowe są podścielone ok. 2-metrową warstwą drobno i średnio ziarnistego piasku żółtoszarego. Poniżej znajduje się ok. 5-metrowa warstwa lessu starszego, charakteryzującego się barwą szarozółtą, warstwowaniem i odwapnieniem.

Pierwszy pomiar niwelacyjny wykonano w kwietniu 1966 r. Przekrój podłużny wąwozu przedstawiono na rys. 1, a przekroje poprzeczne na rys. 2. Głębokość wąwozu dochodzi do 20 m, szerokość górą w dolnej części wynosi do 30 m, a długość od wylotu do miejsca zetknięcia się z drogą 370 m.

Stan wąwozu w 1966 r. przedstawiał się następująco. Obniżenie dna rowu erozyjnego w dolnej części wynosiło do 3 m w porównaniu do poziomu dawnej drogi. Poziom dawnej drogi był już niewidoczny. Ściany rowu erozyjnego stanowiły przedłużenie ścian wąwozu. W odległości 150 m od wylotu znajdowały się progi erozyjne i studnie eworsyjne. Dno nie miało jednolitego spadku. Stwierdzono w dnie wąwozu zagłębienia bez powierzchniowego odpływu, połączone (sądząc z objawów) korytarzem podziemnym z dolną częścią wąwozu. Czoło wąwozu znajdowało się w odległości 210 m powyżej wylotu. Istniał jeszcze próg o wysokości 1,89 m na hm 2+90. Ściany wąwozu w dolnej części były niemal pionowe, o przeciętnym nachyleniu 150%. Powstawały boczne obrywy i osuwiska zwłaszcza tam, gdzie pola uprawne dochodziły do krawędzi wąwozu (rys. 3).



Dla oznaczenia właściwości materiału wykonano 4 odkrywki, których położenie przedstawiono na rys. 2. Skład mechaniczny podano w tabeli 1, niektóre właściwości fizyczne i chemiczne w tabeli 2. Gleby zlewni powstały na lessie. Zawartość próchnicy w glebach jest dość mała wskutek zmy-



Rys. 2. Przekroje poprzeczne wąwozu „Kwaskowa Góra” (położenie przekrojów podano na rys. 1)

wów powierzchniowych. Materiał ścian i dna wąwozu wykazuje nieco większą zawartość piasku niż less typowy. Jest to zapewne skutkiem procesów zmywu. Zawartość węglanu wapnia jest niewielka, co zresztą jest zgodne z podanym opisem budowy geologicznej.

Kilka danych o klimacie pochodzi ze stacji meteorologicznej w Puławach. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi  $7,6^{\circ}\text{C}$ . Średnia suma

opadów wynosi 580 mm. W ciągu roku jest 75 dni z opadem dobowym ponad 10 mm oraz 20 dni z opadem burzowym. Opady roczne mierzone w Kazimierzu w okresie wykonywania obserwacji wyniosły: 1965 r. — 557,8 mm; 1966 r. — 894,6 mm; 1967 r. — 655,0 mm; 1968 r. — 700,0 mm. Ilość dni o dobowych opadach ponad 20 mm wynosiła w 1966 r. — 8; w 1967 — 3



Rys. 3. Obrywy i osunięcia się ściany wąwozu „Kwaskowa Góra” 1967 r. (fot. S. Ziemiński)

Tabela 1

Skład mechaniczny gleb. Wąwóz „Kwaskowa Góra”

Numer odkrywki	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	
%								
1	5—15	11	15	51	12	2	9	23
	40—50	14	11	40	17	5	13	35
	100—110	14	11	43	14	4	14	32
2	5—15	14	22	21	14	4	25	43
	50—60	14	19	44	15	4	4	23
3	5—15	11	13	46	17	3	10	30
	70—90	17	15	46	11	2	9	22
4	5—15	11	27	39	14	4	5	23
	35—40	9	17	44	11	6	13	30

Tabela 2

Niektóre własności fizyczne i chemiczne gleb. Wąwóz „Kwaskowa Góra”

Numer odkrywki	Głębokość cm	Ciężar		Porowatość ogólna	Kapilarna pojemność wodna objętościowa	CaCO <sub>3</sub>	Próchnica
		właściwy	objętościowy				
		g/cm <sup>3</sup>		%			
1	5—15	2,63	1,60	39,16	36,16	2,21	0,34
	40—50	2,66	1,63	38,72	37,56	0,08	0,34
	100—110	—	—	—	—	1,53	—
2	5—15	2,57	1,16	54,86	40,76	0,17	1,37
	50—60	—	—	—	—	0,04	—
3	5—15	2,64	1,54	41,66	37,37	3,92	0,31
	70—90	—	—	—	—	2,72	0,31
4	5—15	2,63	1,21	54,00	41,05	0,04	2,21
	35—40	—	—	—	—	0,08	0,50

i w 1968 r. — 1. Dobowe opady ponad 30 mm w 1966 r.: 28 V — 43,1 mm; 25 VI — 38,3 mm; 14 VII — 38,7 mm; 27 X — 66,6 mm; w 1967 r.: 17 VII — 39,8 mm i w 1968 r.: dn. 8 VI — 45,7 mm.

Spływy powierzchniowe wystąpiły w okresie badań podczas roztopów. Spływy te zlokalizowane były tylko w wąwozie, nie było natomiast spływów ze zboczy uprawianych rolniczo. Złożyły się na to: nieduże opady śnieżne, kilkakrotne odwilże w zimie i powolny przebieg tajania. Jednak w wąwozie śnieg jest nawiany grubą warstwą i nie ginie podczas krótkotrwałych odwilży. Oczywiście wielkość spływów i natężenie erozji w każdym roku jest inne zależnie od ilości śniegu, przebiegu tajania i opadu deszczu podczas roztopów. Gleba na dnie wąwozu zwykle nie zamarza lub zamarza płytko. Dlatego też spływająca woda z łatwością rozmywa dno, tworzy kotły eworsyjne i żłobi kanały pod dnem wąwozu. Najwięcej letnich deszczów, które wywołały spływ, było w 1966 r. Nie były to jednak deszcze nawalne, lecz silniejsze opady o natężeniu rzędu 0,4 mm/min przy wielkości do 20 mm.

Na rys. 1 przedstawiono stan wąwozu w czerwcu 1968 r. Zaobserwowano wówczas niewielkie podniesienie się dna u wylotu, gdzie już dalszy rozmyw nie następuje i gdzie zachodzi akumulacja materiału. W odległości ok. 150 m powyżej wylotu również dno się podniosło, czego przyczyną były boczne obrywy ze ścian, które zatrzymywały się na dnie. Stopień erozyjny na hm 1+60 miał w 1968 r. nieco mniejszą wysokość niż w 1966 r. Należy zaznaczyć, że głębokość kotłów eworsyjnych zmienia się w sposób widoczny po każdym spływie. Silniejszy spływ pogłębia kocioł, słabszy może wywołać zamulenie. Nawet podczas jednego spływu może wystąpić zarówno rozmyw, jak i następnie namyw.

Zasadnicze czoło wąwozu rozmytego, pozbawionego roślinności, o wąskim dnie i stromych ścianach przesunęło się o 18 m. Wysokość nieco się zmniejszyła z 5,70 m na 4,12 m, ale było to tylko skutkiem przejściowego zamulenia kotła poniżej czoła. Zmienił się wygląd czoła wąwozu. Mianowicie w 1966 r. miało ono szerokość dna wąwozu w jego wyższej części, czyli ok. 4 m. Natomiast w 1968 r. powstała w nim jakby szczelina szerokości ok. 1,4 m, która przesuwa się ku górze. Ewentualną przyczyną tego może być naturalny proces rozmywu na częściowo zadarnionym dnie dawnej drogi. Nie można również wykluczyć skierowania wody przez rolników — właścicieli działek leżących obok wąwozu, którzy widzieli, że przesuujące się ku górze szerokie czoło wywołuje niszczenie ścian wąwozu (obrywy i osuwiska) zagrażające przyległym polom ornym. Należy zaznaczyć, że rolnicy ci próbowali umocnić wąwóz sadząc na jego dnie i na ścianach poniżej progu drzewa oraz żywokoły wierzbowe długości do 3 m. Wierzby te zakorzeniły się, ale następnie zostały przez wodę podmyte i przewrócone. Dlatego nasadzenia te nie odegrały żadnej roli w zahamowaniu rozwoju wąwozu.

Próg znajdujący się w odległości ok. 300 m powyżej wylotu uformował się w dnie zadarnionym. Ma on również postać szczeliny, która wżera się w wyżej leżące dno wąwozu. Próg ten miał w 1968 r. wysokość 2,52 m i był przesunięty o 12 m w porównaniu z r. 1966. Miejsce, gdzie droga biegnąca wyższą częścią wąwozu skręca w bok, leży w odległości 370 m od wylotu. Powstał tam także stopień wysokości ok. 0,5 m rozmyty przez wodę kierowaną z drogi do opisywanego wąwozu. Miejsce to jest jednak kontrolowane przez użytkowników drogi podczas spływów, sypane są grobelki i dlatego wyłączono je spod obserwacji.

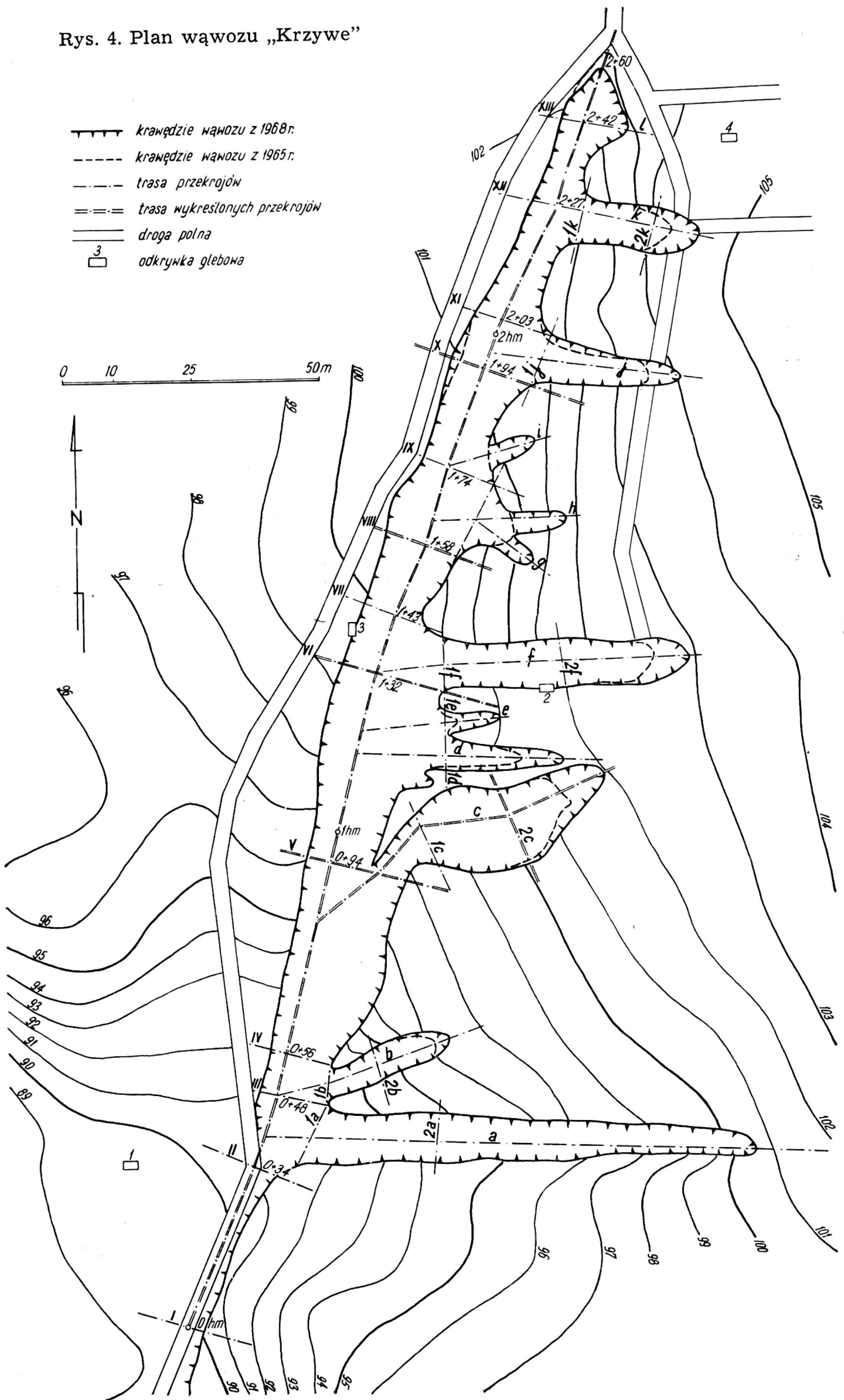
Na podstawie przekroju podłużnego i przekrojów poprzecznych dokonano obliczenia ilości materiału wyniesionego z wąwozu oraz osadzonego. Na odcinku od wylotu do końca wąwozu (370 m od wylotu) stwierdzono w okresie prowadzonych obserwacji wymycie 2560 m<sup>3</sup> oraz osadzenie 1330 m<sup>3</sup>. Ogółem więc z samego wąwozu woda wyniosła 1230 m<sup>3</sup> materiału, głównie lessu. Ponieważ przeciąg czasu pomiędzy wykonanymi pomiarami wynosi ok. 2 lat, można by określić ilość wymytego materiału na ok. 600 m<sup>3</sup> rocznie. Jeszcze raz należy zaznaczyć, że nie wystąpiły w tym czasie silniejsze spływy.

#### WĄWÓZ „KRZYWE”

Wąwóz „Krzywe” leży na Wyżynie Giełczewskiej w powiecie Krasnostaw w pobliżu miejscowości Łopiennik. Wąwóz powstał wskutek rozmycia zagłębionej drogi gruntowej po silnym deszczu w czerwcu 1956 r. Spadł wówczas katastrofalnie duży deszcz, którego centrum leżało w pobliżu miejscowości Piaski Szlacheckie [15], w odległości ok. 10 km od wsi Krzywe. Wąwóz biegnie ukośnie do spadku zbocza i dzięki temu przechwytyje



Rys. 4. Plan wąwozu „Krzywe”



spływy z pól uprawnych, których granice biegną niemal prostopadle do wąwozu. W 1965 r. wielkość powierzchni zajętej przez wąwóz wynosiła 0,51 ha, a powierzchnia zlewni 0,14 km<sup>2</sup>.

Wąwóz powstał w materiale różnorodnym z dużą ilością piasku. Próbki glebowe pobrano w miejscach zaznaczonych na planie wąwozu (rys. 4). Profil glebowy wygląda następująco: 0—20 cm poziom próchniczny barwy szarej o strukturze gruzełkowatej, układ luźny; 20—40 cm poziom gliniasty koloru rdzawego, spiaszczony, układ zwięzły; 40—150 cm poziom gliniasty spiaszczony barwy brunatnej, układ zwięzły. Gleba nie burzy z HCl. Skład mechaniczny podano w tab. 3, a niektóre właściwości fizyczne i chemiczne

Tabela 3

Skład mechaniczny gleb. Wąwóz „Krzywe”

Numer odkrywki	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	
								%
1	2—8	91	3	2	0	4	0	4
	15—20	65	12	11	6	0	6	12
	80—90	81	5	8	1	2	3	6
2	5—15	38	8	33	10	3	8	21
	30—40	17	11	35	17	6	14	37
	110—115	86	2	3	1	0	8	9
	150—160	16	11	44	10	5	14	29
3	5—15	43	7	26	11	4	9	24
	20—30	71	7	8	1	2	11	14
	200—210	16	13	43	10	3	15	28
4	5—15	25	11	35	11	6	12	29
	40—50	31	7	27	11	6	18	35

w tab. 4. Podane właściwości charakteryzują materiał o dość dobrych właściwościach wodno-powietrznych, ale o małej zawartości próchnicy i węgla wapnia. Odkrywka Nr 1 wykonana na stożku zbudowanym z osadzonego materiału zawiera dużo piasku i posiada cechy profilu „odwróconego”.

Średnia roczna suma opadów dla stacji meteorologicznej w Żółkiewce wynosi 637 mm. Opady w okresie wykonywania obserwacji podano dla miejscowości Łopiennik (ok. 5 km od Krzywego). Opady w poszczególnych latach: 1965 r. — 607,3 mm; 1966 r. — 941,6 mm; 1967 r. — 611,9 mm; 1968 r. — 737,0 mm. Opadów dobowych o wielkości ponad 20 mm było: w 1965 r. — 2, w 1966 r. — 6, w 1967 r. — 4, w 1968 r. — 1. Dobowe opady o wielkości ponad 30 mm zanotowano: 6 I 1965 r. — 31,1 mm; 25 VII 1966 r. — 54,6 mm; 26 VI 1966 r. — 86,2 mm; 23 VII 1966 r. — 36,2; 13 X

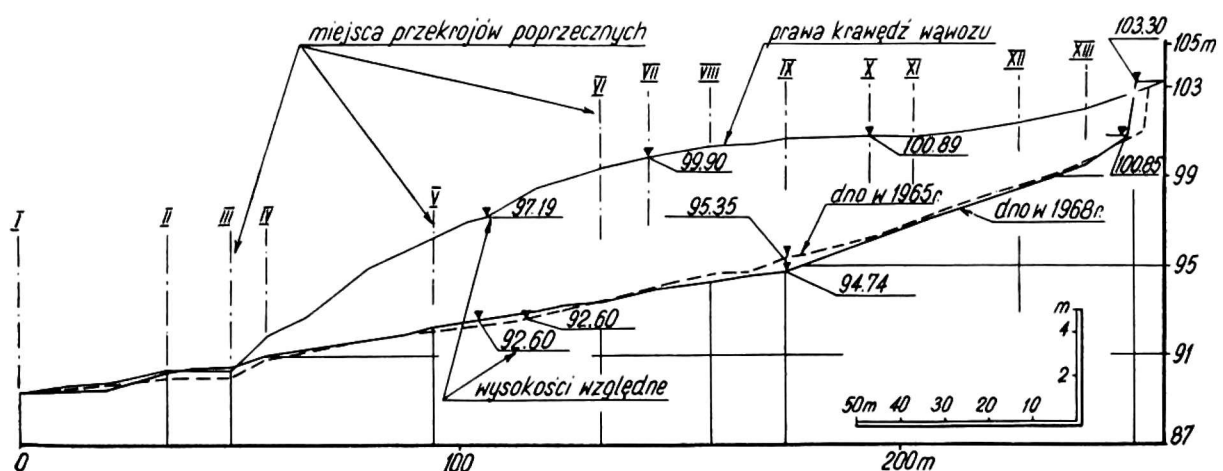
Tabela 4

Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb. Wąwóz „Krzywe”

Numer odkrywki	Głębokość cm	Ciężar		Porowatość ogólna	Kapilarna pojemność wodna objętościowa	CaCO <sub>3</sub>	Próchnica
		właściwy	objętościowy				
		g/cm <sup>3</sup>					
1	5—15	2,60	1,53	41,15	33,13	0,04	0,11
	15—20	—	—	—	—	0,84	0,00
2	5—15	2,65	1,62	38,86	34,43	0,51	1,00
	30—40	2,66	1,42	46,61	39,75	0,00	0,00
	110—115	2,67	1,75	34,46	27,58	0,76	—
	150—160	2,67	1,48	44,56	41,65	0,08	—
3	5—15	2,64	1,35	48,86	37,69	0,17	0,98
	20—30	2,65	1,75	33,96	27,15	0,04	—
	200—210	2,67	1,52	43,07	41,72	0,04	—
4	5—15	2,61	1,28	50,95	42,57	0,17	1,66
	35—40	2,64	1,69	35,98	30,01	0,84	0,22

1966 r. — 33,1; 25 X 1966 r. — 31,6; 22 V 1967 r. — 39,8 i 27 VII 1968 r. — 61,1 mm. Szczególnie silne opady wystąpiły w 1966 r., kiedy suma opadów w trzeciej dekadzie czerwca wyniosła 182,4 mm. Zimy tego okresu miały temperaturę powietrza zbliżoną do 0°C. Śnieg podczas zimy tajał kilkakrotnie. Stwierdzono spływ wody ze zlewni w czasie roztopów w 1965 r. rzędu 4 mm, natomiast w 1966 r. po roztopach spływu prawie nie było; w 1967 r. wyniósł on ok. 1 mm; w latach 1968—1969 również zanotowano bardzo mały spływ. Spływy roztopowe w wąwozie występowały jednak corocznie i wywoływały szkody erozyjne.

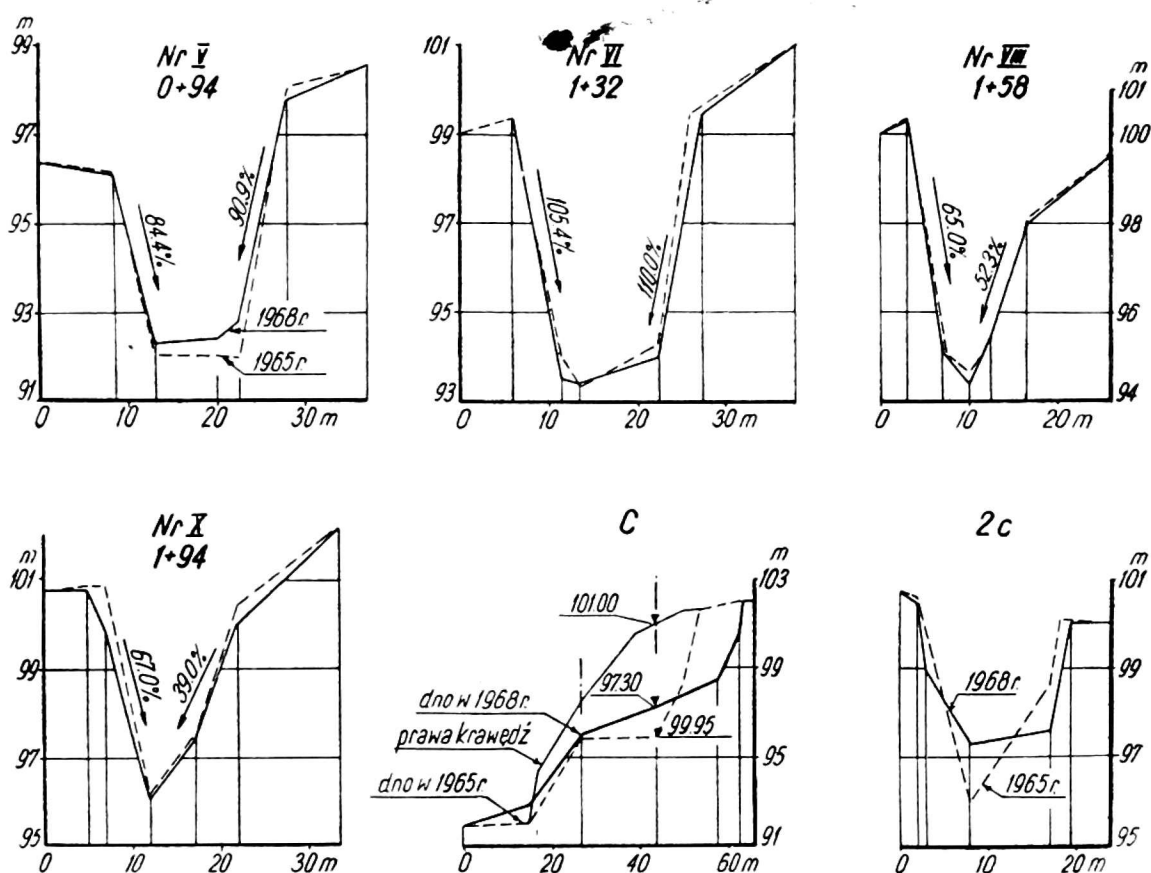
Stan wąwozu we wrześniu 1965 r. ilustrują rys. 4, 5 i 6. Wąwóz posiadał kilka bocznych odnóg, które z wyjątkiem odnogi „a” powstały po roku 1956. Położenie odnóg wiąże się z granicami pól. Niemal do każdej odnogi



Rys. 5. Przekrój podłużny wąwozu „Krzywe”

dochodzi miedza, która odegrała rolę przewodnicy wody. Droga została przełożona obok wąwozu ponad krawędzią, gdzie nie ma bocznych odnóg.

Przekrój podłużny dna przedstawiono na rys. 5, a przekroje poprzeczne na rys. 6. Ogólny widok wąwozu wiosną 1965 r. od strony czoła ku dołowi pokazano na rys. 7. Głębokość wąwozu dochodziła do 5 m, długość ok. 200 m. Szerokość dna była różna i wynosiła przeciętnie 2 m. Na dnie nie było progów. Powodem mógł być ustalony już pewien stan równowagi, ale jeszcze większy wpływ miało zapewne zamulanie materiałem wynoszonym z bocznych odnóg.



Rys. 6. Przekroje poprzeczne i przekrój podłużny odnogi c wąwozu „Krzywe”

Miejscowi rolnicy, którzy utracili drogę i którym wąwóz corocznie zabierał część przyległych pól, postanowili wąwóz zasypać. Latem 1965 r. nasunięto spycharką ziemię z leżącego obok pola i zasypano górną część wąwozu na długości ok. 40 m od czoła wąwozu ku dołowi łącznie z odnogą k. Pomiar wąwozu wykonano tuż po tym zabiegu odtwarzając dość dokładnie stan wyjściowy. Mimo że nie było silniejszych deszczów w drugiej połowie 1965 r., a spływy roztopowe w 1966 r. były niewielkie, to jednak już w lecie 1966 r. nie było niemal śladu wykonanych robót. Nasypana ziemia spłynęła, a odnoga k powiększyła swą długość. Nie uzyskano więc dodatnich rezultatów, natomiast zniszczono glebę na polu przyległym. Dlatego też rolnicy zaniechali dalszego zasypywania. Należy zaznaczyć, że zarówno rolników jak i miejscowe władze powiatowe przestrzegano, że takie zasypywanie bez dodatkowych, właściwych zabiegów nie przyniesie efektów dodatnich. Jedynym osiągnięciem rolników było to, że dzięki wysypy-



waniu śmieci, popiołu i innych odpadów od strony czoła wąwozu zahamowali przesuwanie się tego czoła ku górze.

Dno i ściany wąwozu są pozbawione roślinności. Ściany są strome. Niemal na całej długości wąwozu przekrój ściany wygląda w ten sposób, że



Rys. 7. Ogólny widok wąwozu „Krzywe” wiosną 1965 r. (fot. S. Ziemnicki)

warstwa próchniczna o miąższości ok. 20 cm związana korzeniami roślin zielnych tworzy jakby gzymś wystający do 0,5 m. Ściana zaś jest cofnięta pod tym „gzymsem”. U góry jest ona niemal pionowa, a ku dołowi nachylenie jej się zmniejsza. Dno jest płaskie i zamulone. Spływ materiału z tych ścian zachodzi głównie podczas roztopów. Przedłużanie się i tworzenie nowych odnóg miało miejsce zarówno podczas roztopów, jak i po silniejszych deszczach letnich.

Stan wąwozu w czerwcu 1968 r. przedstawiono również na rysunkach 4, 5 i 6. Na rysunku 6 oprócz przekrojów poprzecznych przedstawiono przekrój podłużny przez odnogę c. Rozwój odnóg bocznych widoczny jest na planie sytuacyjnym. Przekrój podłużny wąwozu (rys. 5) wskazuje na niewielkie pogłębienie dna w górnej części i podniesienie w dolnej. Na przekrojach poprzecznych widoczne są spadki ścian. Metoda pomiarów nie pozwoliła na odtworzenie wymienionych zwisów warstwy próchnicznej nad ścianą wąwozu.

Ilość wymytego i osadzonego materiału określano ze zmian w przekroju podłużnym i w przekrojach poprzecznych wąwozu i jego odnóg. Ilość ta

jest zapewne zwiększona o materiał zepchnięty do wąwozu z części przyległego zbocza. Ponadto na tej części zbocza powstało podczas roztopów w 1966 r. dużo żłobin, z których materiał spłynął do wąwozu.

Na odcinku długości 50 m od czoła ku dołowi (od hm 2+54 do hm 2+03) woda wymyła 700 m<sup>3</sup> materiału częściowo nasuniętego przez spycharkę. Ilość materiału wymytego z nowych odnóg (*i, h, g, e*) oraz z przedłużania się poprzednio istniejących nie była duża i wyniosła ok. 60 m<sup>3</sup>. Ilość ta łącznie z materiałem z dna i ze ścian wąwozu daje na odcinku od hm 2+03 do 0+94 wielkość ok. 800 m<sup>3</sup>. Wreszcie na dolnym odcinku od hm 0+93 do hm 0+00 ubyło 100 m<sup>3</sup> materiału. Łączny ubytek w przeciągu 3 lat wyniósł 1600 m<sup>3</sup>.

Zatrzymywanie się materiału obserwowano już od hm 2+00. Początkowo wielkość ta nie była duża i do hm 0+94 wyniosła ok. 120 m<sup>3</sup>. Od tego miejsca obserwowano dość silne namulanie i na odcinku do 0+34, czyli na długości 60 m, stwierdzono zatrzymanie się ok. 450 m<sup>3</sup>. Niżej osiadanie było mniejsze i wyniosło ok. 30 m<sup>3</sup>. Łącznie objętość namulów wyniosła ok. 600 m<sup>3</sup>. Oczywiście zarówno określona ilość wyniesionego jak i osadzonego na dnie wąwozu materiału jest obarczona nieuniknionym błędem i dlatego wielkości te podano w zaokrągleniu.

Różnica ilości namytego i osadzonego materiału wynosi dla okresu badań 1000 m<sup>3</sup>. Tyle więc najdrobniejszego materiału woda uniosła dalej do rzek. Na dnie zaś wąwozu i na stożku pozostał jałowy przemyty piasek.

#### WAŪWÓZ „WYMYSŁÓW”

Wąwóz „Wymysłów” znajduje się w zachodniej części Wyżyny Lubelskiej na Płaskowyżu Urzędowskim. Dochodzi on do szosy Annopol—Kosin. Szosa w tym miejscu biegnie dnem szerokiej doliny, a wąwóz dnem bocznej węższej doliny. Na dnie bocznej doliny znajdowała się droga gruntowa, która z czasem się zagłębiła.

Według zebranych informacji teren obecnego wąwozu był zalesiony do 1933 r. Droga gruntowa została rozmyta podczas spływu w czasie ostatniej wojny. Jest więc prawdopodobne, że nastąpiło to w tym samym czasie, co rozmyw wąwozu w Kazimierzu.

Wąwóz powstał w materiale piaszczystym słabo gliniastym. Gleby położone na zboczach powstały na piaskach pylastych z małą zawartością części spławialnych. Na dnie wąwozu występuje piasek. Skład mechaniczny gleb i materiału podano dla kilku odkrywek w tabeli 5, a właściwości fizyczne i chemiczne w tabeli 6. Zwraca uwagę znaczne czasem zróżnicowanie zarówno składu mechanicznego, jak i właściwości fizycznych. Ogólnie materiały te posiadają znaczną porowatość i przepuszczalność. Współczynnik przepuszczalności waha się od 0,01 do 0,001 cm/s. Ilość próchnicy w glebie wynosi ok. 2%. Zawartość węglanu wapnia jest niewielka.

Tabela 5

## Skład mechaniczny gleb. Wąwóz „Wymysłów”

Numer odkrywki	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		
%								
1	5—15	40	27	25	5	0	3	8
	55—65	56	20	17	4	0	3	7
	160—170	83	14	2	0	1	0	1
2	0—5	78	9	7	4	2	0	6
	10—20	98	1	1	0	0	0	0
	30—40	20	20	45	8	1	6	15
	110—120	90	5	2	1	2	0	3
3	5—15	24	17	43	10	3	3	16
	30—40	80	11	3	2	0	4	6
	80—90	21	14	32	13	7	13	33
8	5—15	54	16	18	7	2	3	12
	40—50	42	16	26	10	3	3	16
	140—150	80	10	5	3	1	1	5

Tabela 6

## Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb. Wąwóz „Wymysłów”

Numer odkrywki	Głębokość cm	Ciężar		Porowatość ogólna	Kapilarna pojemność wodna objętościowa	CaCO <sub>3</sub>	Próchnica
		właściwy	objętościowy				
		g/cm <sup>3</sup>		%			
1	5—15	2,66	1,49	43,98	40,82	0,47	0,96
	55—65	—	—	—	—	0,08	—
2	0—5	2,63	1,63	38,02	31,23	0,00	0,15
	10—20	2,62	1,59	39,31	31,08	0,42	—
	30—40	—	—	—	—	0,68	—
3	5—15	2,59	1,39	46,33	45,80	0,00	1,60
	30—40	—	—	—	—	0,08	—
8	5—15	2,55	1,35	47,05	36,68	0,34	1,88
	40—50	2,65	1,46	44,90	35,74	0,00	0,32
	140—150	—	—	—	—	0,04	—

Odkrywka Nr 1 wykonana na stożku napływowym ukazuje do 200 cm piasek żółty warstwowany. Występują również wkładki pylasto-ilaste. W odkrywce Nr 3 wykonanej na zboczu porośniętym brzozą znaleziono: 0—2 cm warstwę ściółki leśnej; 2—10 cm poziom pylasty koloru szarego,



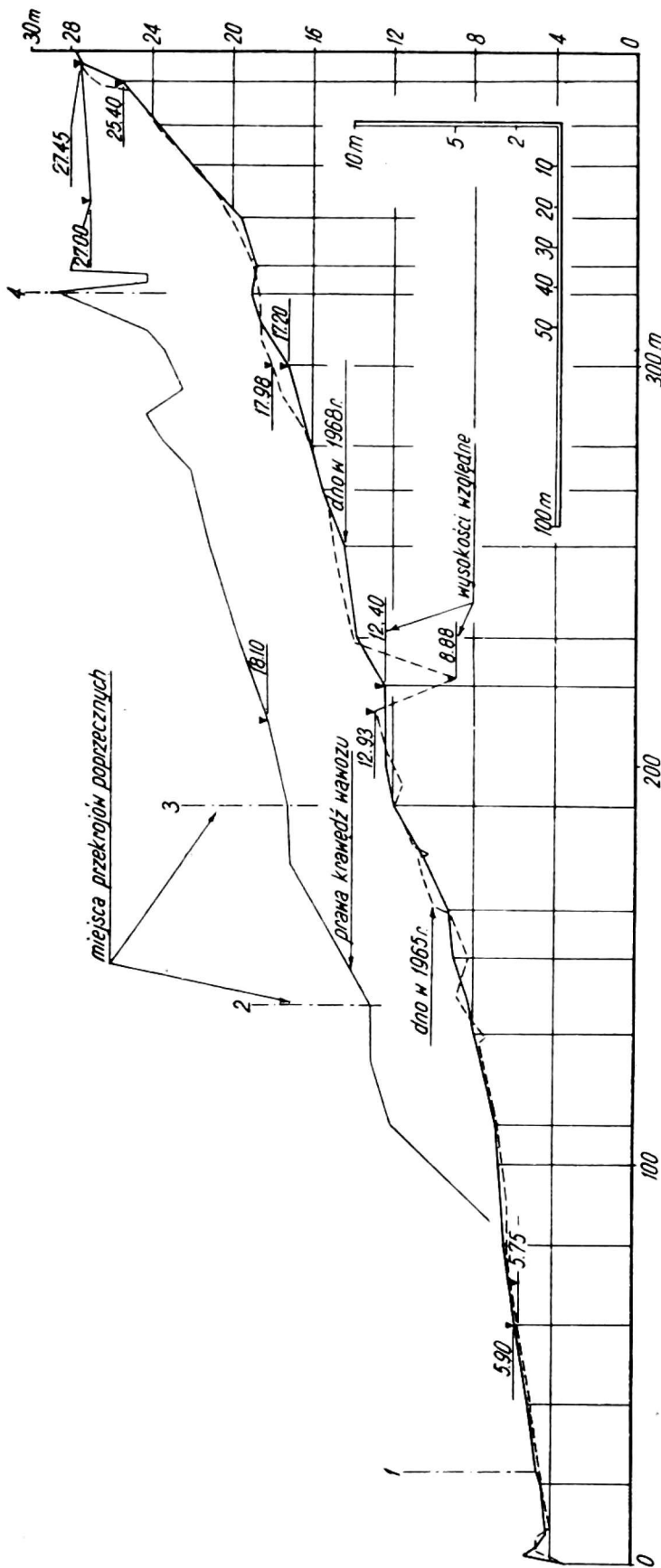
układ średnio zwięzły; 10—27 cm poziom próchniczny barwy szarej z odzieniem żółtym; 27—50 cm poziom koloru jasnożółtego; 50—130 cm poziom barwy brązowej z jasnymi plamami, układ zwięzły. Na zboczu uprawianym rolniczo glebę charakteryzuje odkrywka Nr 8. Opis odkrywki: 0—23 cm warstwa orna barwy szarej; 23—70 cm poziom drobnego piasku koloru żółtego; 70—150 cm poziom grubszego piasku koloru żółtego z rdzawymi wstawkami. Burzenie materiału z HCl nie wystąpiło w żadnej odkrywce.

Dane dotyczące opadów w okresie badań pochodzą ze stacji meteorologicznej w Annopolu odległej o ok. 5 km. Średni opad roczny wynosi ok. 650 mm. Opad w 1965 r. wyniósł 484,3 mm; w 1966 r. — 814,8 mm; w 1967 r. — 673,9 mm; w 1968 r. — 775,0 mm. Ilość dni z opadem dobowym ponad 20 mm była następująca: 1965 r. — 1, 1966 r. — 4, 1967 r. — 4, i 1968 r. — 1. Opady dobowe ponad 30 mm wystąpiły w dniach: 25 VI 1966 r. — 39,5; 26 VIII 1966 r. — 46,3; 22 VII 1967 r. — 34,1; 5 VIII 1967 r. — 38,2 i 10 VI 1968 r. — 47,8 mm. Roztopy miały przebieg łagodny, a spływy były niewielkie. Nie wystąpiły również deszcze nawalne. Najwięcej opadów zanotowano latem 1966 r., ale szata roślinna na polach uprawnych zlewni zapobiegała większym spływom.

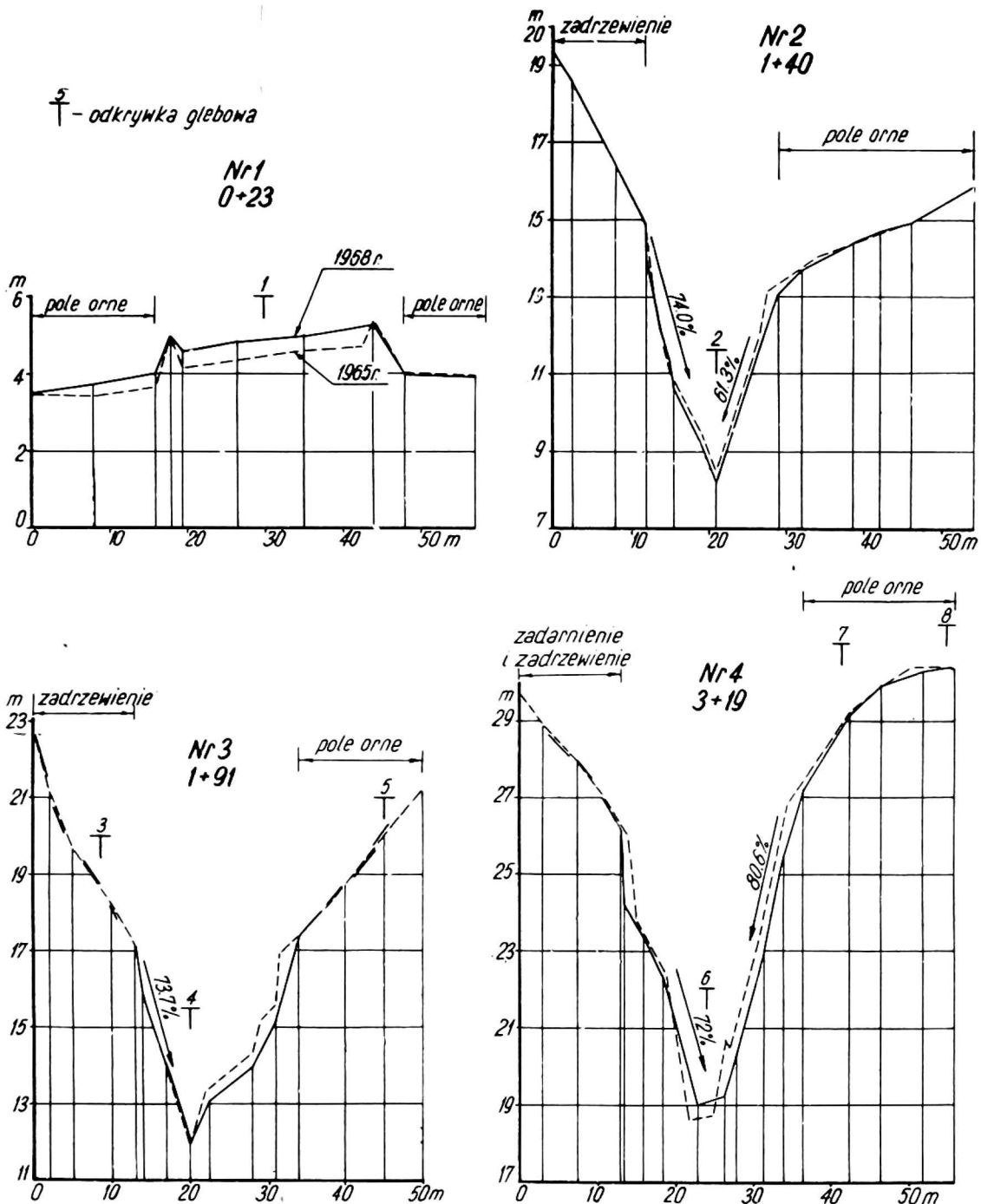
Stan wąwozu w maju 1965 r. przedstawiono na rys. 8 i 9. Powierzchnia wąwozu wynosiła 0,52 ha, a lekko falista zlewni użytkowana rolniczo — 0,27 km<sup>2</sup>. Długość wąwozu wynosiła ok. 300 m, szerokość dochodziła do 20 m, zaś głębokość do ok. 5 m. Średni spadek krawędzi wąwozu 8‰. Stożek napływowy znajduje się pomiędzy budynkami mieszkalnymi. Na stożku rośnie kilka drzew w tym nawet drzewa owocowe. Drzewa te są „utozione” w piasku aż do korony i w większości uschnięte, co świadczy o tym, że rozmyw wąwozu nastąpił stosunkowo niedawno. Wylot wąwozu jest wąski (przekrój poprzeczny Nr 2 na rys. 9) i porośnięty drzewami i krzewami. Dlatego jadąc szosą widzi się jedynie wysoką skarpe wysokości do 2 m, która częściowo wchodzi na jezdnię oraz skarpy boczne. Jest to pewnego rodzaju grobla, która lokalizuje stożek pomiędzy szosą i zboczem oraz pomiędzy zabudowaniami. Woda odpływa do rowu przydrożnego specjalnie pozostawioną przerwą w grobli.

Trasa wąwozu biegnie niemal prostolinijnie do hm 3+20. W tym miejscu jest widoczny (na rys. 8) górny odcinek drogi, której dno leży ok. 2,5 m powyżej dna obecnego wąwozu. W tym miejscu trasa wąwozu skręca w bok zgodnie z biegiem doliny. Zbocza tej doliny przedstawiono na przekrojach poprzecznych Nr 2, 3 i 4 (rys. 9). Spadki zboczy doliny są znaczne i niewiele mniejsze od spadków ścian wąwozu. Zbocza te są częściowo zadarnione i zadrzewione, a o mniejszym nachyleniu uprawiane rolniczo. Boczne odnogi są krótkie. Widać je na rys. 10, który przedstawia widok ogólny górnej części wąwozu w 1966 r. Z lewej strony na pierwszym planie widoczne są dwie większe odnogi, zaś na brzegu fotografii — górny odcinek zagłębionej drogi. Przeciwległe zbocze jest uprawiane rolniczo do krawędzi wąwozu.





Rys. 8. Przekrój podłużny wąwozu „Wymysłów”



Rys. 9. Przekroje poprzeczne wąwozu „Wymysłów”

Dolny odcinek wąwozu porośnięty jest drzewami i krzewami, natomiast w górnej części, ściany zwłaszcza od strony zbocza uprawianego rolniczo, nie mają okrywy roślinnej. Jednak nawet w górnej części dno jest porośnięte chwastami, które szczególnie w okresie lata umacniają i osłaniają przed działaniem spływającej wody.

Pomimo okrywy roślinnej, która zabezpiecza znaczną część wąwozu, zachodzi dalszy jego rozwój. Stan w czerwcu 1968 r. ilustrują również rys. 8 i 9. Dno wąwozu uległo lokalnie obniżeniu. Nastąpiło także wyraźne rozszerzenie się wąwozu, pokazane na przekrojach poprzecznych. Na dnie wąwozu po każdym spływie obserwowano zmiany. Powstawały niskie progi erozyjne, a poniżej nich kotły eworsyjne. Wysokość tych progów dochodziła do 0,5 m. Istnienie tych progów było jednak krótkotrwałe, gdyż następny spływ zamieniał je na lokalne bystrotoki, albo zamulał zupełnie kocioł eworsyjny. Na krawędzi wąwozu i pola ornego oprócz wyrw, widoczne były

zjawiska suffozji. Stożek napływowy został podniesiony o ok. 0,5 m. W okresie badań jeden z deszczów letnich wywołał przerwanie grobli od strony szosy i zamulenie jezdni warstwą o miąższości do 30 cm. Wywołało to kilkugodzinną przerwę w ruchu kołowym. Piasek na stożku tylko okre-



Rys. 10. Wawóz „Wymysłów” w 1966 r. (fot. S. Ziernicki)

sowo porastają chwasty. Natomiast stale następował rozwój roślinności w wąwozie i w 1968 r. pokrycie było znacznie lepsze niż w 1966 r. Należy dodać, że użytkownicy przyległych pól zadrzewiają zbocza wąwozu, co oczywiście zwiększa stabilizację, ale nie zapobiega powstawaniu wyrw i kanałów suffozyjnych łączących dolną część zbocza uprawianego z dnem.

Najwięcej materiału wyniosła woda z górnej części wąwozu, gdzie czoło przesunęło się o ok. 5 m, nastąpił rozmyw ścian i powiększyły się boczne odnogi. Ogólna ilość wymytego materiału wyniosła ok. 1300 m<sup>3</sup>. Ilość materiału osadzonego na dnie w dolnej części wąwozu wynosiła 200 m<sup>3</sup>. Z wąwozu ubyło więc ok. 1100 m<sup>3</sup> materiału, z czego 700 m<sup>3</sup> zatrzymało się na stożku.

#### ZAKOŃCZENIE

Każdy z przedstawionych wąwozów powstał na innym materiale i w odmiennych warunkach. Wspólną ich cechą jest krótki okres istnienia oraz stałe rozszerzanie zasięgu. Zasięg ten zwiększa się w różny sposób. Erozja w wąwozie „Kwaskowa Góra”, który powstał w głębokim lessie, wykazuje

aktywną działalność w postaci żłobienia, suffozji i obrywów. Wąwóz „Krzywe” położony na zboczu uprawianym rolniczo, poprzecznie do granic pól opadających w stronę wąwozu rozwija się poprzez odnogi boczne. Wreszcie wąwóz „Wymysłów” spośród tych trzech rozwija się wprawdzie najslabiej, jednak również rozszerza się wskutek rozmywu ścian i poprzez odnogi. Jest rzeczą oczywistą, że każdy wąwóz posiada swoiste warunki fizjograficzne i dlatego rozwój każdego z nich jest inny.

W ostatnich latach najwięcej wąwozów na Wyżynie Lubelskiej powstało po spływach roztopowych w okresie ostatniej wojny oraz po spływach roztopowych i po silnych deszczach letnich w 1956 r. [15] oraz po silnych deszczach w 1969 r.

Najczęściej rozmyty wąwóz pozostawiony jest własnemu losowi. Niefachowe poczynania rolników jak np. sadzenie drzew czy zasypywanie ziemią, gałęziami lub śmieciami nie mają większego wpływu na hamowanie jego dalszego rozwoju. Tylko w nielicznych przypadkach rozmyty płytki wąwóz osłoni samoczynnie wkraczająca lub wprowadzona roślinność (trawa, krzewy, zioła). Ale i wówczas jest on tylko pozornie zabezpieczony, gdyż każdy następny silniejszy spływ może tę roślinność zniszczyć.

Niniejsza praca wykazuje, że rozmyty podczas jednego silnego spływu wąwóz rozwija się dalej nawet w okresach o niewielkich spływach roztopowych i bez deszczów nawalnych. Rozwój ten przyczynia się do rosnącego zagrożenia erozyjnego wskutek koncentracji i przyspieszania spływu powierzchniowego, nie mówiąc już o stałym wzroście powierzchni nieużytecznej, odbywającym się kosztem przyległych pól ornych. Dlatego też umacnianie wąwozów jest konieczne.

#### LITERATURA

1. Figuła K.: Wstępna charakterystyka zjawisk erozji na terenie kilku powiatów woj. krakowskiego. Roczn. Nauk. rol. ser. F. t. 71, z. 1 (1955).
2. Frankiewicz W.: Młode formy denudacyjne na obszarze lessowym w okolicy Ostrowca. Prz. geogr. t. XXVII, z. 2 (1955).
3. Gerlach T.: Wstępne badania nad intensywnością współczesnych procesów denudacyjnych w Jaworkach k/Szczawnicy. Roczn. Nauk. rol., ser. F, z. 3 (1958).
4. Jahn A.: Wyżyna Lubelska. PWN, Warszawa (1956).
5. Józefaciuk Cz.; Józefaciuk A.: Erozja w wąwozach lessowych oraz sposoby ich biologicznej zabudowy. Wiad. IMUZ t. VIII, z. 3 (1969).
6. Klatkowa H.: Studium morfodynamiczne pewnego wąwozu w Górach Świętokrzyskich. Studia z geomorfologii dynamicznej. Łódź, Tow. Nauk. Wydz. 3, Sect. 3 (1958).
7. Maruszczak H.: Charakterystyczne formy rzeźby obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej. Czas. geogr. t. 29, z. 3 (1958).
8. Mazur Z.: Określenie natężenia erozji wodnej na terenie lessowym Zakładu Rolniczo-Doświadczalnego Elizówka. Ann. UMCS, Sect. E, vol. XIII, 6, Lublin (1960).
9. Polak S.: Wstępne wyniki badań przeciwerozyjnych na utworach pyłowych podkarpackich w Brzeźnej k/Nowego Sącza. Gosp. wod. nr 3 (1958).



10. Pożaryski W.: Zachodni brzeg Wyżyny Lubelskiej. W: Geologia Regionalna Polski t. II Region Lubelski, Kraków (1956).
11. Prochal P.: Zwalczanie erozji liniowej w terenach górskich i podgórskich. Wiad. IMUZ t. 5, z. 4 (1964).
12. Reniger A.: Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce Rocz. Nauk rol. t. 54 (1950).
13. Sobolew S. S.: Rozwitiye erozjonnych procesow na teritorii jевропейской czasti SSSR i borba s nimi. Izd. Akademii Nauk SSSR t. 1, 1948, t. 2 (1960).
14. Ziemnicki S.: Zapobieganie i zwalczanie erozji gleb na lessach. Rocz. Nauk rol. t. 54 (1950).
15. Ziemnicki S.: Skutki deszczu nawalnego we wsi Piaski Szlacheckie pod Krasnym-stawem. Gosp. wod. nr 11 (1956).
16. Ziemnicki S.: Water erosion in soils of Poland. Internationatal Association of Scientific Hydrology. Symposium of Bari 1—8, 10.1962. Gentrugge (Belgique) nr 59 (1962).
17. Ziemnicki S.: Zastosowanie stopnia skrzynekowego do umacniania dna wąwozów na przykładzie wąwozu w Opoce Dużej. Wiad. IMUZ t. 5, z. 4 (1966).
18. Ziemnicki S.: Melioracje przeciwoerozyjne. PWRiL Warszawa (1968).

СТЕФАН ЗЕМНИЦКИ, ЯН НАКЛИЦКИ

### СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ТРЁХ ОВРАГОВ НА ЛЮБЛИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

#### Резюме

В работе представлено состояние и развитие трёх оврагов, которые образовались на Люблинской возвышенности. Наблюдения проводились в 1965—1968 гг.

Овраг „Кваскова гора” расположен близ города Казимежа на Висле. Он образовался в мощном лессовом покрове на склоне с наклоном 20%. По склону проходила просёлочная дорога и вдоль её образовался типичный для этого района дорожный овраг (гольвег) глубиной в несколько метров. Интенсивный сток воды, который по собранным сведениям наступил после оттепели в 1941 г. размыл дорогу и сформировал овраг с несколькими эрозионными порогами. В последующие годы овраг продолжал углубляться. По данным из 1966 г. площадь оврага составляла 0,75 га, а его бассейн 0,17 км<sup>2</sup>. Средняя глубина оврага достигала 12 м., а длина 370 м. На 1 рис. показан продольный разрез по данным из 1966 и 1968 гг. В это время передняя часть оврага двинулась назад на 2,1 на 18 м. Зато дно на среднем отрезке оврага повысилось даже на ок. 1 м. вследствие опускания и сваливания материала с обрывов на боковых стенах оврага. Поперечные разрезы показаны на 2 рис., а обрывы со стен оврага на рис. 3. Механический состав почвы, примыкающей к оврагу, представлен на табл. 1, а некоторые физические свойства на табл. 2. Наблюдались ежегодные размывы эрозионных порогов, суффозионные явления на дне оврага, а также боковые обрывы. Констатировано, что в течение 2 лет вода вынесла из оврага 1230 м<sup>3</sup> материала. Наибольшие суточные осадки были: 27 X 1966 г. — 66,6 мм, 17 VII 1967 г. — 39,8 мм, 8 VI 1968 г. — 45,7 мм.

Овраг „Кживе” находится близ города Красныстав. Он расположен на Гелчевской возвышенности в центре Люблинской возвышенности. Врезанная на глубину ок. 2 м дорога подверглась размыву во время проливного дождя в июне 1956 г. План оврага показан на рис. 4. Овраг расположен диагонально по отношению к спуску склона, благодаря чему перехватывает поверхностный сток воды.

Образовалось значительное количество боковых оврагов. Площадь оврага составляет 0,51 га, а бассейн 0,14 км<sup>2</sup>. Продольный разрез показан на рис. 5, поперечные разрезы оврага и продольный разрез бокового оврага „С” на рис. 6., а рис. 7 представляет общий вид в 1965 г. За время с 1965 до 1968 гг. вода вынесла из оврага, а особенно из боковых оврагов ок. 1000 м<sup>3</sup> материала. Овраг образовался в разнородном материале, в котором преобладал песок. Механический состав показан на 3 табл., а физические и химические свойства на табл. 4.

Овраг „Вымыслув” лежит в западной части Люблинской возвышенности близ Аннополя. Он возник в песчаном материале. Этот овраг тоже образовался из бывшей врезанной проселочной дороги, которая проходила по дну долины. Размыв дороги наступил ок. 1942 г. Площадь оврага составляет 0,52 га, а площадь бассейна 0,27 км<sup>2</sup>. Вода за время 1965—1968 гг. вынесла ок. 400 м<sup>3</sup> материала. Продольный разрез с 1965 и 1968 г. показан на рис. 8, поперечные разрезы на рис. 9, а общий вид на рис. 10. Механический состав материала показан на табл. 5, а свойства почв на табл. 6.

Несмотря на то, что во время проводившихся наблюдений не было интенсивного стока воды из-за оттепели или проливных дождей, овраги развивались, хотя, например, в Вымыслове наблюдался самодействующий процесс зарастания кустами, а особенно зеленой растительностью: травами, сорняками, лечебными травами. Поэтому можно заключить, что несмотря на умеренный климат, не способствующий сильным размывам, более глубокие овраги продолжают развиваться, а появляющаяся растительность гибнет во время каждого, даже не очень интенсивного стока талых и летних вод при интенсивности ок. 1 мм/мин. за время продолжения дождя ок. 20 минут.

STEFAN ZIEMNICKI, JAN NAKLICKI

## THE PRESENT STATE AND DEVELOPMENT OF THREE GULLIES ON THE LUBLIN PLATEAU

### S u m m a r y

The state and development of three gullies which appeared on the area of the Lublin Plateau are presented. The observations were made in the years 1965—1968.

The „Kwaskowa Góra” gully lies near Kazimierz on the Vistula. The gully developed in deep loess on the slope of 20°. A cart-road had been running on the slope and thus originated this typical cart-road gully several meters deep. Strong water run-off which, according to the information collected, occurred after the snow thaw in 1941 washed away the road and formed a gully with several erosion thresholds. In the years following the gully further deepened. In 1966 the area of the gully was 0.75 ha and its watershed was 0.17 sq km. The mean depth of the gully was about 12 m and its length—370 m. Fig. 1 shows the longitudinal section of the gully according to its states in 1966 and 1968. In that period the gully head moved back on 2.1 km by 18 m. But the bottom of the gully rose in its middle part by about 1 m as a result of falling off and sliding down of the material from the side walls of the gully. Cross sections are shown in Fig. 2, while Fig. 3 presents falls off from the side walls. Mechanical composition of the soils in the vicinity of the gully is shown in Table 1, and some physical properties in Table 2. The observations included the annual washing away of the erosion thresholds, the phenomenon of suffusion on the gully bottom, and side falls off. It was noticed that in two years the water carried away about 1230 cu m of the material from the gully. The

largest daily rainfalls occurred on the following days: October 27, 1966 (66.6 mm), August 17, 1967 (39.8 mm), and June 8, 1968 (45.7 mm).

The „Krzywe” gully is near Krasnystaw. It lies on the Giełczewska Plateau which is in the middle part of the Lublin Plateau. A cart-road running 2 m deep was washed away during a strong rainfall in June, 1956. Fig. 4 shows the plan of the gully. The gully runs slantwise to the slope, that is why it catches surface water run-off. A large number of tributaries developed. Gully area is about 0.51 ha, and its watershed is 0.14 sq km. The longitudinal section is shown in Fig. 5, the cross sections and the longitudinal section of C side gully are shown in Fig. 6; Fig. 7 presents the general picture in 1965. During the period from 1965 to 1968 the water carried away about 1000 cu m of the material from the gully and chiefly from its side branches. The gully developed in varied granular material in which sand is predominant. Mechanical composition is shown in Table 3, while the physical and chemical properties are set-up in Table 4.

The „Wymysłów” gully lies in the western part of the Lublin Plateau near Annopol. It developed in a sandy material. The gully also developed from a deepened cart-road which ran along the bottom of the valley. The road was washed away in 1942. The area of the gully is 0.52 ha, and that of its watershed is 0.27 sq km. The quantity of material carried away in the period from 1965 to 1968 is about 400 cu m. The longitudinal sections for the years 1965 and 1968 are shown in Fig. 8, cross sections in Fig. 9, and the general picture in Fig. 10. Mechanical composition of the material is given in Table 5 and soil properties are set up in Table 6.

Despite the lack of strong water run-off during the snow melting and of torrential rainfalls in the period of observation, the gullies continued to develop, although, e. g., in Wymysłów, there occurred a self-induced overgrowth with bushes and herbaceous vegetation, i. e. grass, weeds, and herbs. That is why one may state that, contrary to the temperate climate which usually does not contribute to abundant washing away, the deeper gullies reveal further development and the appearing cover of vegetation and bushes is destroyed during every water run-off resulting even from an average course of thawing and summer rainfalls with the intensity of 1 mm/min and lasting about 20 min.