

ZABUDOWA TECHNICZNA I ROŚLINNA WĄWOZU (OPOKA DUŻA) *

Stefan Ziernicki |, Tadeusz Węgorzek, Joanna Kucyper

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego AR — Lublin

Kierownik: prof. dr S. Ziernicki |

WSTĘP

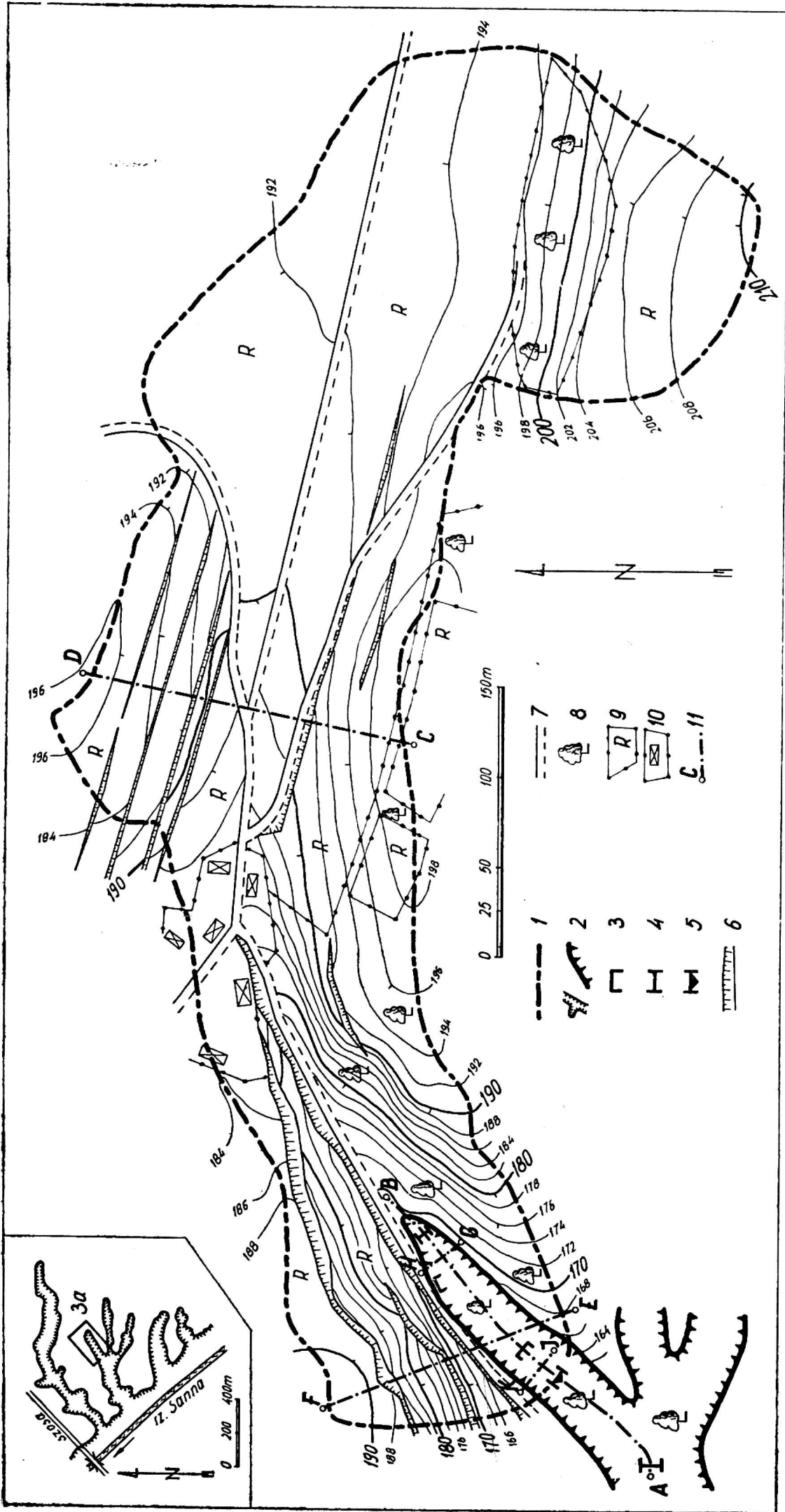
Wieloletnie obserwacje i badania nad sposobami umocnień wąwozów wykazały, że skuteczne zapobieganie dalszemu rozwojowi i ustabilizowanie wąwozu w większości wypadków jest możliwe jedynie przez zastosowanie wzajemnie uzupełniających się umocnień technicznych i roślinnych [6, 9].

W Opoce Dużej k. Annopola znajduje się wiele wąwozów umocnionych w latach 1962-1964 według projektu sporządzonego przy doradztwie naukowym S. Ziernickiego [2, 3, 6]. Zastosowano tu łącznie umocnienia techniczne i roślinne. Jest to największy i jeden z nielicznych tego rodzaju w Polsce teren badawczy i dydaktyczny służący rozwojowi nauki i szkoleniu.

Od chwili wprowadzenia zabiegów opublikowano wiele prac omawiających wyniki różnorodnych badań wykonanych w tym obiekcie [2-4, 6, 9, 10]. Niniejsze opracowanie ma za cel omówienie skutków umocnień technicznych i roślinnych na przykładzie odnogi wąwozu oznaczonego liczbą 3 [6, 8]. Odnogę tę oznaczono symbolem 3a (rys. 1). Wybór tego wąwozu podyktowany był dużą aktywnością procesów erozyjnych zachodzących tu w okresie wprowadzania umocnień, a także jego stanem obecnym.

Wąwóz obserwowano w okresie od 1962 do 1976 r. Niwelację dna wąwozu wykonano w 1970 i 1976 r., a badania glebowe w 1974 r.

* Badania częściowo finansowane przez Instytut Badawczy Leśnictwa.



Rys. 1. Plan zlewni wąwozu oraz sytuacja

1 — granica zlewni, 2 — krawędzie wąwozu, 3 — stopnie skrzynkowe, 4 — próg betonowy, 5 — przelew, 6 — skarpy, 7 — drogi nieutwardzone, 8 — zalesienia 9 — pola uprawne 10 — teren zabudowany, 11 — trasy przekrojów

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Położenie i rzeźba

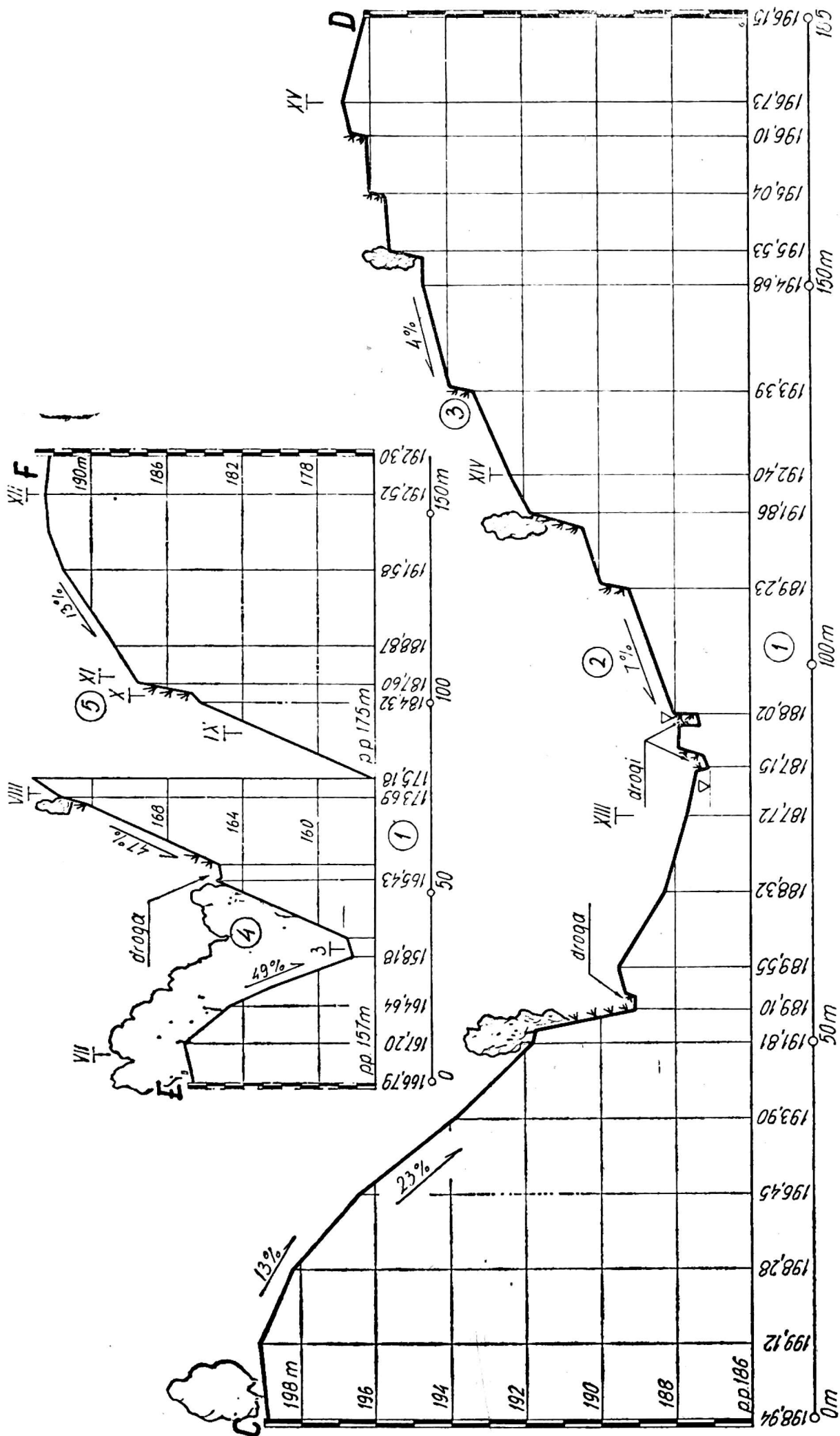
Charakterystykę wąwozu nr 3 podano w poprzednich publikacjach [4, 6, 9]. Położenie odnogi 3a pokazano na szkicu sytuacyjnym (rys. 1). Zlewnia wąwozu 3a ma powierzchnię ok. 12 ha. Ma ona kształt wydłużony; długość wynosi ok. 700 m a szerokość ok. 130 m. Spadki w górnej części zlewni są rzędu kilku procent, w środkowej do ok. 20⁰%, a w dolnej części ok. 50⁰% (rys. 2). Największe deniwelacje zboczy występują przy ujściu odnogi do głównego wąwozu. Różnica wysokości pomiędzy wododziałem a dnem wąwozu w tym miejscu wynosi ok. 40 m. Sam wąż jest formą stosunkowo małą o długości ok. 200 m i szerokości ok. 30 m. Największą głębokość (ok. 8 m) posiada przy ujściu. Średni spadek dna wąwozu wynosi 11,6⁰%. Zbocza są strome a często bardzo strome (spadek 90⁰% — rys. 3, przekrój I-K).

Omawiana odnoga biegnie wzdłuż dolnej krawędzi obniżenia o formie kotła wyżłobionego w skale wapiennej (opoce) i następnie wypełnionego materiałami piaszczystymi i pylastymi. Średnica tego kotła jest rzędu kilkuset metrów a połączenie z dnem doliny Wisły jest wąskie — ok. 35 m. Jest to jakby przełom w skale wapiennej, z której zbudowane jest w tym miejscu zbocze doliny Wisły. Miąższość materiałów wypełniających ten kocioł jest znaczna, zapewne ponad 10 m i jedynie na dnie rozmytych wąwozów widoczne są pojedyncze okruchy wapienia. W 1962 r. w okresie rozpoczęcia prac nad umacnianiem, dno wąwozu — zarówno głównego jak i bocznych (w tym omawianej odnogi) — było silnie rozmyte i niemal całe pokryte rumoszem wapiennym. Podobnie rumosz był widoczny u podnóża ścian wąwozu. Na dnie wąwozów znajdowały się progi erozyjne wysokości od 1 do 2 m, rozmywane były ściany i tworzyły się nowe odgałęzienia.

Omawiana odnoga jest formą młodą o wąskim dnie i stromych ścianach (przekrój poprzeczny I-K, rys. 3). Widoczne są także nierówności na zboczu świadczące o tym, że zachodziły ruchy masowe, jak splezywanie, nieduże osunięcia. Według klasyfikacji Sobolewa [5] omawiana odnoga znajduje się w II stadium rozwoju.

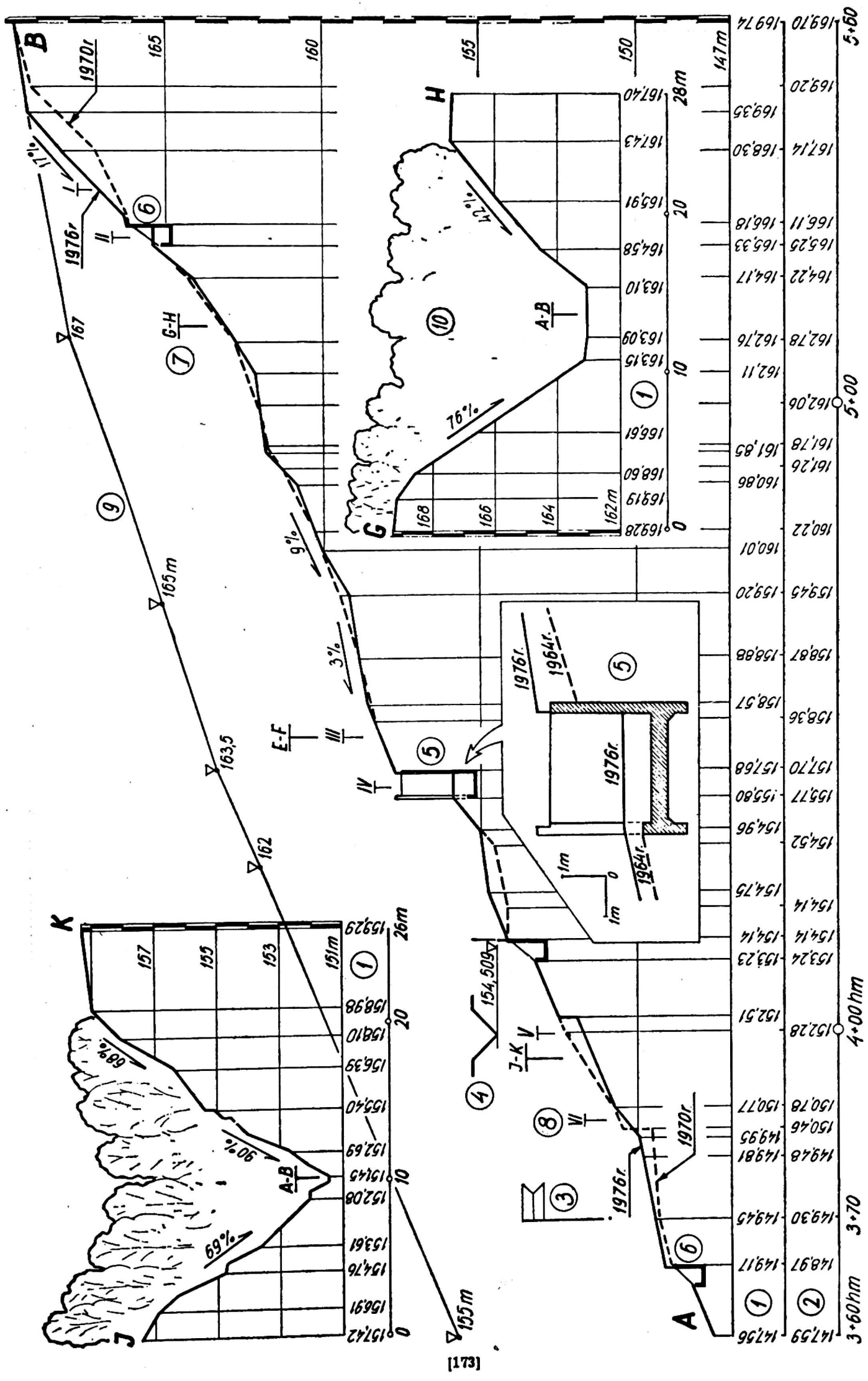
Klimat

Omawiany obiekt leży w zasięgu klimatu Dzielnicy Nadwiślańskiej. Dane charakteryzujące tę dzielnicę pochodzą ze stacji meteorologicznej w Puławach: opad średni roczny wynosi 581 mm, temperatura średnia roczna +7,6°C. Silne deszcze występują w okresie od maja do września. Opad średni roczny (za lata 1960-1972) dla odległego od wąwozu o ok. 5 km Anopola wynosi 570 mm.



Rys. 2. Przekroje poprzeczne zlewni

1 — rzędne terenu w 1974 r., 2 — spadki, 3 — zadarnienia, 4 — zalesienia i zadrzewienia, 5 — odkrywki glebowe

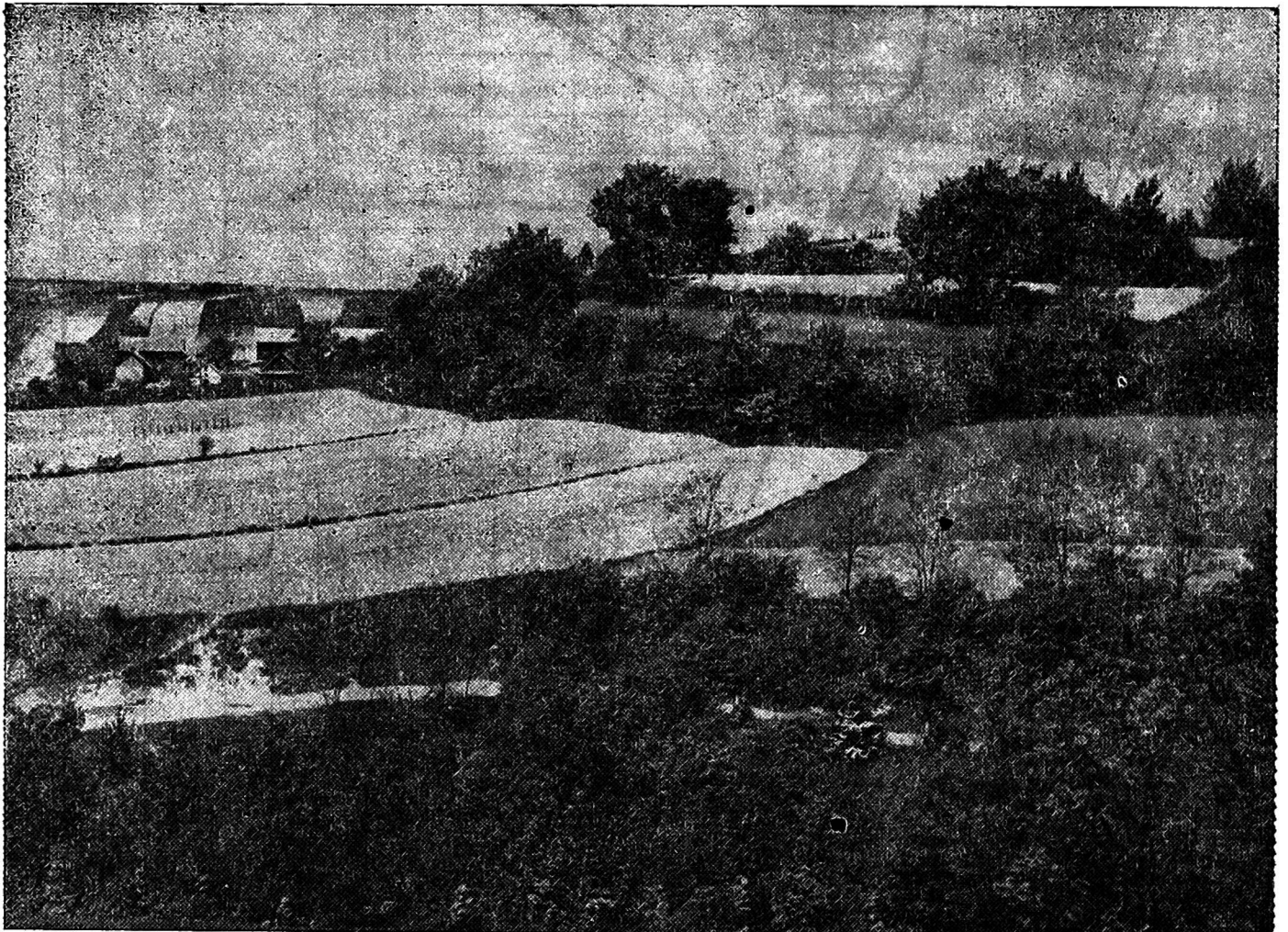


Rys. 3. Przekrój podłużny oraz przekroje poprzeczne wążowu

1 — rzędne terenu w 1979 r., 2 — rzędne w 1970 r., 3 — miejsce połączenia odnog z głównym wążowem, 4 — przelew, 5 — stopień skrzynkowy, 6 — progi betonowe, 7 — skrzyżowanie przekrojów, 8 — odkrywki głębowe, 9 — krawędź prawego zbocza wążowu

Użytkowanie

Zlewnia wąwozu w większości użytkowana jest rolniczo (75%). Orane są nawet zbocza o spadkach powyżej 20%, a do 1974 r. uprawiano rolniczo tereny o nachyleniu dochodzącym do 50%. Fragmenty pól o tak dużych spadkach zostały wyłączone z uprawy i rolnicy próbują je zalesić, co zresztą wobec wyjałowienia gleby przez erozję i braku wilgoci nie dało do 1976 r. widocznych efektów. W miejscach, gdzie wytworzyły się skarpy, w wyniku orki w poprzek spadku, same pola (ławny tarasów narywanych) mają nachylenia niewielkie (rys. 2 i 4) i są uprawiane rolniczo.



Rys. 4. Starasowane zbocze doliny. U dołu widoczna nieumocniona droga i zbocze zadrzewionego wąwozu. 1975 r. Fot. S. Ziernicki

Niewielki udział w strukturze użytkowania gruntów mają obszary leśne i zadrzewione — ok. 20%. Są to tereny najczęściej źle zagospodarowane. Charakterystyka ich będzie podana w dalszych rozdziałach.

Zlewnia wąwozu 3a obejmuje część terenów zabudowanych wsi Opoka D. Stanowią one ok. 0,6% całej powierzchni zlewni. Drogi gruntowe, z reguły zagłębione do ok. 1 m, biegną najniższymi miejscami zlewni a następnie obok wąwozu.

Gleby

Gleby badano na liniach przekrojów niwelacyjnych biegnących przez zbocza i po dnie wąwozu. Na terenie zlewni występują głównie gleby bielcowe pylaste silnie spiaszczone prawdopodobnie pochodzenia wodnolodowcowego. Lokalnie, na obrzeżach zlewni znajdują się gleby nalessowe a na dnie doliny gleby na rumoszu wapiennym — rędziny.

Niżej podano krótkie opisy charakterystycznych odkrywek. Brak węglanu wapnia oznaczono symbolem: HCl—, a obecność HCl+.

Odkrywka nr XV — wierzchowina, pole orne (przekrój C-D)

- 0—18 cm — warstwa próchniczna barwy szarej, piasek gliniasty lekki pylasty, HCl-, przejście ostre;
- 18—40 cm — poziom eluwalny barwy jasnożółtej z odcieniem szarym, pył piaszczysty, HCl-;
- 40—140 cm — na przemian warstwy barwy brązowej i żółtej o miąższości 10-15 cm, pył piaszczysty, HCl-;
- 140—205 cm — piasek słabogliniasty barwy żółtej, HCl—;
- 205—240 cm — piasek słabogliniasty barwy żółtej, HCl+.

Odkrywka nr IX (gleba nalessowa) — strome zbocze doliny o wystawie południowo-wschodniej, pole orne (przekrój E-F)

- 0—15 cm — warstwa próchniczna barwy szarożółtej, pył, HCl+;
- 15—150 cm — skała lessowa, HCl+;

Odkrywka nr XIII (rędzina) — dno doliny, pole orne (przekrój C-D)

- 0—40 cm — warstwa próchniczna barwy ciemnoszarej, piasek gliniasty mocny pylasty z okruchami opoki, HCl+;
- 40—50 cm — glina lekka barwy żółtoszarej, HCl-;
- 50—70 cm — rumosż marglu kredowego z materiałem o składzie gliny ciężkiej, HCl+;
- 70—150 cm — okruchy opoki, HCl+

Odkrywka nr III — w zamulonym dnie wąwozu (przekrój A-B)

- 0—750 cm — materiał namyty, warstwowany, pył piaszczysty barwy szarej, okruchy opoki, HCl+;
- 150—170 cm — piasek luźny, jasnożółty, HCl+;
- 170—210 cm — piasek gliniasty lekki, okruchy opoki, HCl+

Skład mechaniczny, niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb w zlewni i wąwozie ilustrują tabele od 1 do 3. Położenie odkrywek podano w tabeli 2. Z danych wynika, że gleby na wierzchowinie mają zachowany naturalny profil będący wynikiem długotrwałych procesów glebotwórczych. Na zboczach wskutek erozji wodnej profil glebowy jest znacznie spłycony lub całkowicie wyerodowany. Na polach uprawnych gleba w warstwie próchnicznej jest dobrze przepuszczalna. Największa

Tabela 1

Skład mechaniczny gleb

Nr odkrywki	Głębokość cm	Szkielec %	Procentowa zawartość cząstek o średnicy w mm						Suma <0,02
			1—0,1	0,1—0,05	0,05—0,02	0,02—0,006	0,006—0,002	<0,002	
I	10—20	8,4	57	9	13	5	8	8	21
	90—100	4,9	50	14	15	6	5	10	21
	140—150	8,5	55	8	13	6	6	12	24
III	10—20	5,7	54	9	14	8	6	9	23
	40—50	16,1	46	12	18	8	6	10	24
	70—80	13,5	56	13	12	5	6	8	19
	150—160	7,0	86	6	3	1	1	3	5
	190—200	4,5	70	8	8	3	3	8	14
IV	5—15	5,8	65	8	12	4	5	6	15
	35—45	53,3	86	4	3	2	1	4	7
VII	5—15	1,6	50	10	19	7	3	11	21
	35—45	18,9	62	8	12	4	3	11	18
	60—70	80,3	56	7	12	6	5	14	25
VIII	5—15	—	34	22	28	8	5	3	16
	40—50	—	39	22	26	6	2	5	13
	80—90	—	63	18	11	4	1	3	8
	180—190	—	64	16	13	2	2	3	7
IX	3—10	—	19	25	39	7	4	6	17
	30—40	—	6	14	59	9	6	6	21
	140—150	—	10	16	50	11	7	6	24
XII	5—15	—	38	19	28	9	2	4	15
	30—40	—	28	22	34	9	5	2	16
	50—60	—	37	18	26	4	4	11	19
	80—90	—	49	16	20	2	2	11	15
	150—160	—	42	18	30	4	3	3	10
XIII	5—15	19,2	58	12	14	6	3	7	16
	40—50	27,8	55	8	11	9	4	13	26
	50—70	53,3	24	6	9	10	6	45	61
XIV	10—20	—	66	12	14	3	3	2	8
	70—80	—	82	9	5	1	1	2	4
	120—130	—	56	16	12	3	2	11	16
	135—145	—	82	10	4	1	1	2	4
	170—180	—	41	19	22	6	3	9	18
XV	5—15	—	53	16	19	7	1	4	12
	25—35	—	51	16	22	6	3	2	11
	55—65	—	37	16	27	4	3	13	20
	140—150	—	79	8	6	2	1	4	7
	190—200	—	70	13	11	2	1	3	6
	220—230	—	82	6	7	2	1	2	5

Tabela 2

Niektóre właściwości chemiczne gleb

Nr i położenie odkrywki	Głębokość cm	Próchni- ca %	CaCO ₃ %	pH	
				KCl	H ₂ O
I — namulone dno wąwozu w górnym jego odcinku	10—20	3,92	11,74	6,9	7,5
	90—100	1,55	10,89	7,3	7,7
	140—150	1,68	11,32	7,4	7,6
III — dno wąwozu powyżej stopnia skrzynkowego	10—20	2,08	13,43	7,1	7,8
	40—50	0,89	16,78	7,2	7,9
	70—80	1,19	13,84	7,1	8,0
	150—160	0,14	2,35	7,0	8,2
	190—200	0,78	5,70	7,2	8,0
IV — wypełnione namułami dno stopnia skrzynkowego	5—15	2,50	7,90	7,0	7,3
	35—45	0,30	3,84	7,0	7,5
VII — grzbiet pomiędzy omawianą odnogą a wąwozem głównym	5—15	4,03	0,43	6,9	7,5
	35—45	1,08	1,57	7,0	7,6
	60—70	0,78	12,46	7,2	7,8
VIII — strome zbocze zlewni powyżej skarpy	5—15	0,79	0,04	6,8	7,5
	40—50	0,77	0,08	6,5	7,0
	80—90	0,13	0,00	6,4	7,2
	180—190	0,05	3,23	7,5	8,2
IX — strome zbocze o spadku 47%	3—10	0,59	3,84	7,1	7,7
	30—40	0,19	10,32	7,3	7,8
	140—150	0,06	9,37	7,4	8,4
XII — wierzchowina	5—15	1,26	0,00	5,3	6,2
	30—40	0,13	0,00	6,2	7,1
	50—60	0,16	0,04	6,4	7,5
	80—90	0,11	0,00	5,9	7,4
	150—160	0,09	1,40	7,3	7,8
XIII — dolna część zlewni — dno doliny	5—15	2,57	0,04	6,6	7,0
	40—50	0,79	0,00	6,3	7,1
	50—70	0,73	0,12	6,2	7,2
XIV — zbocze zlewni — pomiędzy skarpami	10—20	1,61	0,00	5,0	5,6
	70—80	0,06	0,00	6,6	7,1
	120—130	0,10	0,00	5,7	6,8
	135—145	0,04	0,00	6,3	6,8
	170—180	0,11	0,00	5,6	6,6
XV — wierzchowina	5—15	1,55	0,00	5,0	5,8
	25—35	0,17	0,00	6,1	6,6
	55—65	0,19	0,00	5,8	6,9
	140—150	0,03	0,00	6,5	7,5
	190—200	0,03	0,00	7,1	7,8
	220—230	0,03	1,62	7,7	8,2

Tabela 3

Niektóre właściwości fizyczne gleb

Nr odkrywki	Głębokość cm	Ciężar, g/cm ³		Porowatość ogólna %	Kapilarna pojemność wodna		Współczynnik przepuszczalności cm/s
		właściwy	objętościowy		wagowa %	objętościowa %	
VII	5–15	2,55	1,25	51,0	36,5	45,7	0,00020
VIII	5–15	2,64	1,59	39,8	21,8	34,5	0,00006
	40–50	2,63	1,49	43,4	26,1	38,8	0,00081
IX	3–10	2,65	1,42	46,4	29,3	41,6	0,00045
	30–40	2,65	1,41	46,8	31,9	44,8	0,00035
XII	5–15	2,62	1,20	54,2	35,0	42,2	0,00105
	30–40	2,64	1,53	42,0	24,3	37,1	0,00032
	80–90	2,66	1,75	34,2	16,1	28,2	0,00001

zawartość próchnicy występuje w glebach płaskiej części zlewni (od 1,26 do 1,55%) i w terenie zalesionym (4,03%). Natomiast na zboczach wyerodowanych spada do 0,59%.

Odczyn gleby w partiach wierzchwinowych i na zboczach gdzie węglan wapnia został wymyty jest kwaśny lub lekko kwaśny a na zboczach wyerodowanych (odkryta skała lessowa) i zamulonym dnie — obojętny lub zasadowy.

UMOCNIENIA TECHNICZNE I ROŚLINNOŚĆ

W okresie wprowadzania zabiegów przeciwoerozyjnych szata roślinna wąwozu była bardzo uboga. Zbocza bardziej strome i rozmywane dno było pozbawione roślinności. Tylko fragmenty zboczy o mniejszym nachyleniu porośnięte były trawami, a głównie kostrzewą czerwoną. Z roślinności drzewiastej występowały tylko w górnej partii zbocza o wystawie północno-zachodniej pojedyncze krzewy jałowca pospolitego i berberysu zwyczajnego. Rosły tu też pojedynczo młode samosiewki sosny rozsiane przez resztki drzewostanu sosnowego pokrywającego południowo-wschodnie zbocze dolnej części zlewni.

W 1962 r. grunty leśne stanowiły ok. 10% powierzchni zlewni. Były to drzewostany negatywne — tzw. płazowiny. W dnie wąwozu istniało wiele czynnych i przesuających się ku górze progów erozyjnych. Wąwóz pogłębiał się a materiał ziemny osuwał się z tego zboczy. Taki stan skazywał na niepowodzenie wszelkie próby wprowadzania roślinności.

Dlatego pierwszym etapem wykonywania zabiegów przeciwoerozyjnych była budowa umocnień technicznych. W omawianym wąwozie w dnie, w miejscu progów erozyjnych, posadowiono dwa progi betonowe i betonowy stopień skrzynkowy konstrukcji S. Ziemińskiego [1, 6]. Rozmieszczenie budowli pokazano na rysunku 3. Utrwaliły one dno co zmniejszyło groźbę osuwania się zboczy. W okresach jesieni i wiosny od 1964 do 1966 r. na teren wąwozu wprowadzono roślinność zielną i drzewiastą. Brak zgody właścicieli gruntów okalających wąwóz uniemożliwił wykonanie zabiegów przeciwoerozyjnych w całej zlewni wąwozu.

Podano rozmieszczenie i stan roślinności trwałej w 1976 r. Udział lasów w zlewni pokazano na rysunku 1. Południowo-wschodnie zbocze doliny oraz przylegającą partię wierzchowinową powyżej czoła wąwozu pokrywa ok. 40-letni drzewostan sosnowy charakteryzujący się złą jakością techniczną i hodowlaną, oraz słabym zwarcie drzew zajmujących najwyższe piętro w strukturze pionowej. Dość bujnie wykształcony jest podrost pokrywający ok. 30% powierzchni i złożony głównie z sosny zwyczajnej, brzozy brodawkowatej, dębu szypułkowego i bezszypułkowego. W podszycie (ok. 80% pokrycia) dominuje jałowiec pospolity, a także występują: dęby, brzoza brodawkowata, sosna zwyczajna, kruszyna pospolita, berberys zwyczajny. Na tym samym zboczu powyżej skarpy wąwozu w okresie umacniania wąwozu wprowadzono w zmieszaniu kępowym sosnę zwyczajną i modrzew europejski. Gatunki te nie utrzymywały się w miejscach gdzie już na powierzchni występuje rumosz opoki. Powstał tu kserotermiczny zespół zaroślowy utworzony głównie przez jałowiec pospolity i śliwę tarninę. W miejscach niewyerdowanych, gdzie skałę wapienną pokrywa warstwa gleby bardzo dobrze rośnie modrzew, natomiast stosunkowo słabo rozwija się sosna tworząc typowe rozpiercze. Pokrywający ok. 80% powierzchni podszyt tworzą: jałowiec pospolity, śliwa tarnina, berberys zwyczajny, dzika róża, kruszyna pospolita.

Południowo-wschodnią skarpe wąwozu porasta ok. 13-letnia drągowina (pokrywanie ok. 80%). W zmieszaniu jednostkowym lub kępowym rosną tu: dęby, klon zwyczajny, lipa drobnolistna i olsza czarna. W warstwie krzewów występują: jałowiec pospolity, berberys zwyczajny, dzika róża, kruszyna pospolita, bez czarny. dęby, klon zwyczajny, brzoza brodawkowata.

Odmienny charakter ma północno-zachodnie zbocze doliny, które do niedawna użytkowano jako pola orne. Część wysokich skarpy, które tam powstawały jest dość dobrze zadrzewiona głównie krzewami: berberys zwyczajny, śliwa tarnina, dzika róża, trzmielina brodawkowata, dereń świdwa, kruszyna pospolita, leszczyna; oraz drzewami: dęby, robinia akacja. Pod roślinnością drzewiastą znajduje się dość dobrze rozwinięta warstwa runa. Taki sposób umocnienia dobrze zabezpiecza skarpy przed

erozją. Niektóre fragmenty skarp o większej długości, a szczególnie skarpa nad drogą, są wypasane. Wskutek tego niszczona jest wkraczająca roślinność drzewiasta. Utrzymują się tylko pojedyncze krzewy berberysu i tarniny. Okrywa roślinności zielnej jest bardzo skąpa, powstają niewielkie obrywy (rys. 5). Część pól na omawianym zboczach została



Rys. 5. Skarpa użytkowana jako pastwisko. W lewym rogu widoczny wlot do budowli betonowej oraz podniesienie drogi (poprzeczna grobla ziemna). Wiosna 1977 r.
Fot. T. Węgorek

w 1974 r. zalesiona sosną i dębem. Na skutek braku pielęgnacji w uprawach tych jest dużo wypadów (ok. 30%) i drzewka słabo przyrastają.

Północno-zachodnie zbocze wąwozu, na odcinku od czoła wąwozu do przelewu jest zakrzaczone takimi gatunkami jak: berberys zwyczajny, dereń świdwa, kruszyna pospolita, trzmielina brodawkowata. Pojedyncze drzewka w wieku ok. 10 lat w zasadzie nie wybijają się z warstwy krzewów. W górnej partii zbocza, na fragmentach o mniejszym spadku, są kilkuarowe powierzchnie pozbawione roślin drzewiastych a jedynie słabo zadarnione, użytkowane jako pastwiska. Ogólnie, pokrycie tego odcinka zbocza przez roślinność drzewiastą wynosi ok. 50%. Dolny odcinek zbocza wąwozu od przelewu do połączenia z wąwozem głównym pokrywa (ok.

70%) 12-letnia robinia akacjowa. Podszyt jest bardzo skąpy (pokrywanie ok. 10%), złożony z dzikiego bzu czarnego.

Dno doliny powyżej czoła wąwozu (ok. 2 arów) w wyniku wypasu zostało pozbawione zasadzonych drzew i krzewów, natomiast rozwinęła się tu dość zwarta darń. Na odcinku od czoła wąwozu do przelewu, z powodu małej szerokości dna rośnie tylko kilka topól i pojedyncze bujne krzewy bzu czarnego. Poniżej przelewu dno jest bardzo wąskie i rośliny drzewiaste nie występują.

Stan roślinności zielnej na wyżej opisanych terenach jest ogólnie dość dobry, jednak są pląty pozbawione runa, najczęściej zniszczonego przez zwierzęta domowe (drób, bydło). Ponadto brak lub zły stan runa występuje w miejscach rozmywów lub świeżych namulów (dno wąwozu).

OBSERWACJE EROZYJNE I HYDROLOGICZNE

Jak już wspomniano, wąwóz 3a został wybrany do szczegółowych obserwacji ze względu na dużą intensywność rozwoju w okresie bezpośrednio poprzedzającym wprowadzenie umocnień. Na dynamikę rozwoju wąwozu zasadniczy wpływ wywarł charakter zlewni i sposób jej użytkowania. W poprzednich rozdziałach opisano te czynniki. Należy tu jednak jeszcze raz podkreślić charakterystyczny układ dróg. Trzy dość mocno zagłębione drogi (rys. 2, przekrój C—D), koncentrują spływy z całej górnej części zlewni, a następnie prowadzą bezpośrednio do czoła wąwozu. Dalej woda spływa bądź do wąwozu, bądź drogą biegnącą wzdłuż krawędzi wąwozu. Z tej drogi, przeważnie zagłębionej ok. 0,5 m, rolnicy odprowadzali wodę do wąwozu przekopywanymi bruzdami, które często przekształcały się w boczne rozmywy. Najgłębszy rozmyw został w 1969 r. umocniony przez służbę melioracyjną budowlą przypominającą stopień skrzynkowy. Jednak wlot wody został umieszczony zbyt wysoko i budowla ta tylko częściowo spełnia swoje zadanie polegające na bezpiecznym sprowadzeniu wody z drogi na dno wąwozu (lokalizacja tej budowli zaznaczona jest na rysunku 1 obok trasy przekroju H—G). Nie bez znaczenia jest także obecność powyżej czoła wąwozu terenu zabudowanego, którego powierzchnia jest niewielka (0,6 ha) ale przy 12 ha powierzchni zlewni stanowi to 5%. Wody opadowe z takiego terenu, nawet przy niewielkim jego spadku, prawie w całości spływają po powierzchni i w tym wypadku posiadają duży udział w spływie powierzchniowym z całej zlewni.

Intensywny rozwój wąwozu rozpoczął się ok. 1940 r. po wycięciu drzewostanu okalającego wąwóz w pierwotnym jego zarysie. Powyżej czoła wąwozu powstał nieużytek, na którym roślinność niszczona była przez wypas. Silnie przetrzebiona została także pozostała część lasu, w

wyniku czego zmniejszyła się retencja terenu przyległego do wąwozu, a większe ilości spływającej wody mogły unosić więcej materiału glebowego.

W początkowym okresie po wprowadzeniu umocnień istniała obawa zniszczenia świeżych nasadzeń roślin drzewiastych i zasiewów roślinności zielonej oraz uszkodzenia (naruszenia stabilności) budowli technicznych przez spływy. Wszelkie spływy były w tym okresie szczególnie niebezpieczne, ponieważ wykonanie niektórych prac (sadzenie roślin, budowa stopni i progów) spowodowało rozluźnienie struktury materiału glebowego.

Pierwszy spływ wystąpił wiosną 1963 r. Nie był on jednak zbyt duży. Lato 1963 r. należało do suchych i w Opoce Dużej nie zanotowano żadnych silniejszych opadów. Mimo niewielkiej pokrywy śnieżnej (miąższość śniegu w wąwozie ok. 10 cm) spływ roztopowy w 1964 r. był długotrwały i dość intensywny. Największe jego nasilenie miało miejsce w okresie od 30.III do 2.IV. W okresie wegetacyjnym 1964 r. deszcz nawalny wystąpił dopiero 11.VIII. W ciągu 2 godzin spadło 73,7 mm [6]. Następny większy spływ wystąpił 17.VIII.1967 r. Wszystkie te spływy powodowały tylko lokalne niewielkie uszkodzenia umocnień. Dopiero spływ po deszczu nawalnym w dniu 8.V.1969 r. wyrządził poważniejsze szkody. W opisanym wąwozie (3a) przy drodze biegnącej jego krawędzią powstał głęboki kocioł eworsyjny grożący przerwaniem drogi i wytworzeniem odnogi bocznej. Budowle w dnie wąwozu nie zostały uszkodzone, a powyżej nich wyraźnie zaczęły osadzać się namuły. Zaistniała jednak konieczność zabezpieczenia drogi. W tym celu w miejscu kotła eworsyjnego (zbocze przy drodze) wybudowano omówioną już budowlę betonową. Istniała obawa, że woda będzie spływała dalej drogą, wywoła jej rozmyw i nie zostanie zarejestrowana na przelewie, dlatego też podniesiono dno drogi poniżej omawianej budowli (rys. 5). Ale podniesienie drogi (jakby poprzeczna grobla) jest rozmywane podczas spływów, dlatego zdecydowano się na przekopanie rowka u czoła wąwozu i skierowanie znacznej części spływu z drogi na dno wąwozu. Mała różnica wysokości i silne umocnienie dna wąwozu niemal wyłączają obawę ewentualnego uszkodzenia omawianej odnogi.

Od 1970 r. w obiekcie prowadzone są ciągłe obserwacje meteorologiczne oraz pomiary wody spływającej dnami wąwozów. W tym celu między innymi w wąwozie 3a wybudowano przelew trójkątny oraz zainstalowano limnigraf.

Pierwsze spływy zarejestrowano po ulewnych deszczach letnich w 1972 r. Największy z nich (28 czerwca) miał objętość 156 m³. Lata następne charakteryzuje nieduża ilość małych spływów — podczas największego, który miał miejsce 12.VIII 1974 r. spłynęło zaledwie 33 m³

wody. Wszystkie spływy wystąpiły w okresie pełnej wegetacji, kiedy z biegiem lat coraz bujniejsza roślinność spełniała zadanie ochronne. Wiosną 1976 r., po obfitej w opady śniegu zimie, zarejestrowano mały spływ roztopowy (18 m³).

W 1970 r. w wąwozie 3a, poniżej przelewu, w dniu znajdował się próg erozyjny o wysokości ok. 1 m (rys. 3). Nie wykazywał on tendencji do przesuwania się w górę wąwozu, a wręcz przeciwnie ulegał zamulaniu. Spowodowane to było między innymi tym, że czoło progu stanowiła skała wapienna, która w odkrywce nr VI (rys. 3) występuje już na głębokości 5 cm. Jednak po dość intensywnym spływie w 1972 r. powyżej tego uskoku dno zostało rozmyte na długości kilku metrów i powstał próg erozyjny o wysokości ok. 30 cm. Do jego powstania, oprócz silnego spływu przyczyniła się także zrywka drewna pozyskiwanego w wąwozie przez rolników. W wyniku ciągnięcia pnia drzewa dnem wąwozu, powstało zagłębienie w formie żłobiny erozyjnej, co ułatwiło rozmyw. W październiku 1976 r. próg erozyjny zbliżył się do przelewu na odległość 9 m i osiągnął wysokość 60 cm. Natomiast próg istniejący w 1970 r. został całkowicie zlikwidowany przez zmycie jego górnej części i zamulenie dolnego odcinka dna (rys. 3).

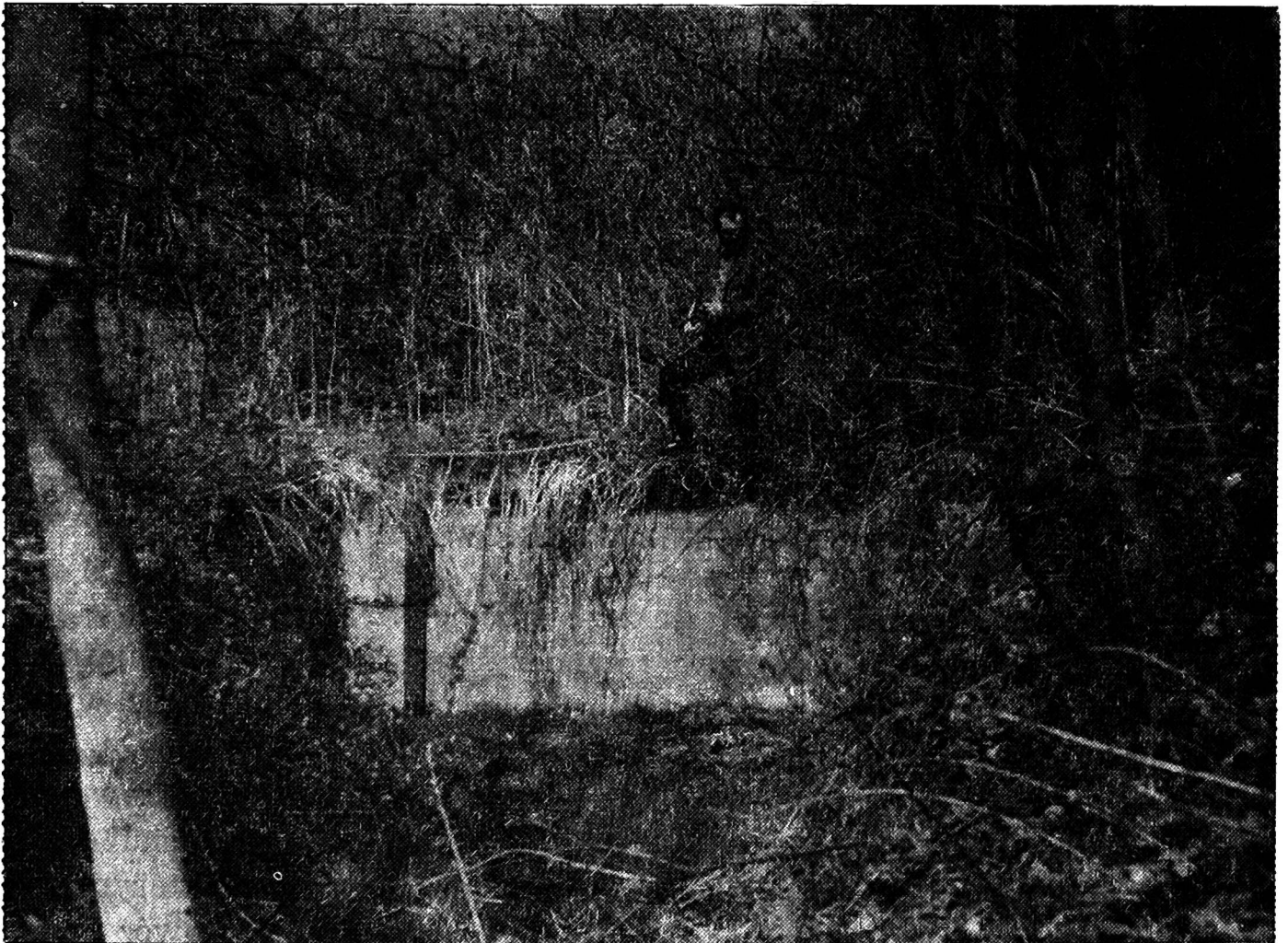
Ogólnie więc podane umocnienia spełniły swe zadanie.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przedstawione wyniki badań jeszcze raz potwierdziły słuszność stosowania dla umocnień wąwozów równocześnie zabiegów technicznych i biologicznych (umocnień roślinnych) i jednocześnie konieczność wykonania ich w całej zlewni.

Ogólnie należy stwierdzić, że mimo pewnych błędów w wykonawstwie umocnień technicznych (stopień skrzynkowy umacniający kocioł eworsyjny w zboczu przy drodze) i roślinnych (wprowadzenie niektórych gatunków roślin drzewiastych na nieodpowiednie siedliska), wąwóz został dobrze zabezpieczony przed procesami erozyjnymi. Ochronne działanie umocnień, głównie technicznych, widoczne było już w pierwszych latach po ich wykonaniu. Betonowe budowle doskonale ustabilizowały progi erozyjne, a powyżej nich, oraz w poduszkach wodnych zaczął osadzać się materiał ziemny niesiony przez spływającą wodę. Procesy rzeźbotwórcze zachodzące na dnie wąwozu zmierzały do łagodzenia i wyrównywania spadku dna. Wyraźnie widoczne jest to na rysunku 3, gdzie pokazano profil dna w roku 1970 i w 1976. Na załamaniach spadku (wklęsła linia profilu) w okresie sześciu lat miąższość namulów miejscami osiągnęła 1,16 m (rys. 3). Duże ilości materiału zostały osadzone powyżej każdej z budowli (nie jest to widoczne powyżej przelewu, ponieważ osady

systematycznie są tam usuwane) co doprowadziło do rozszerzenia dna. Oprócz zahamowania rozmywów otrzymano zmniejszenie się wysokości umocnionych progów (określonych przez wysokość ścian czołowych utrwalających je budowli) poprzez osadzanie namulów w miejscu poduszek wodnych. Miąższość tych osadów częstokroć przewyższa głębokość poduszki wodnej co jest wyraźnie widoczne na powiększonym szczególe profilu dna (rys. 3). Podwyższenie się dna poniżej oraz wokół budowli powoduje ich zespolenie z otaczającą roślinnością (rys. 6). Wydaje się, że



Rys. 6. Zatopiony w namulach i jakby „wchłonięty” przez roślinność betonowy stopeń skrzynkowy. Okres przed ruszeniem wegetacji wiosną 1975 r.

Fot. S. Ziernicki

ten proces „wchłaniania” umocnień technicznych przez roślinność nie zmniejsza ich roli, przeciwerozryjnej a pożądany jest dla estetyki krajobrazu.

Obserwuje się wyraźne samorzutne przejmowanie roli ochronnej przez roślinność w miejscach gdzie początkowo pełniły ją budowle. Żyzne namuły szybko pokrywa roślinność zielna (rys. 6) a często drzewiasta (wie-

rzby, bez czarny). Części nadziemne roślin rosnących nad budowlami, w okresie spływu tworzą nad pionowymi ich ścianami swego rodzaju pochylne zmniejszając energię spadającej wody. Mimo to zachodzi obawa, że w przypadku silnych spływów może nastąpić uaktywnienie procesów erozyjnych w wąwozie. Pierwszym tego symptomem jest rozmycie żłobiny rozpoczynającej się niskim jeszcze progiem erozyjnym poniżej przelewu. Ta i inne na pozór błahe oznaki „życia” wąwozu ostrzegają, że konieczna jest stała opieka nad umocnionym wąwozem, gdzie przywrócona równowaga pomiędzy siłami niszczącymi a umocnieniami może zostać naruszona. W omawianym przypadku bezpośrednią przyczyną była zapewne zrywka drewna, ale może nią być i znane zjawisko intensywniejszego rozmywu poniżej budowli piętrzących. Z uwagi na jeszcze niewielkie wymiary powstałych form erozyjnych wydaje się, że wystarczającym umocnieniem byłyby budowle faszynowe [7]. Następnie winno być przebudowane odprowadzenie wody z drogi do wąwozu. Wreszcie należałoby uregulować sprawy własnościowe. Opisywany bowiem wąwóz — podobnie jak i wiele innych w Opoce Dużej — leży na terenach stanowiących tzw. własność gromadzką. Brak dostatecznie dobrze zorganizowanego nadzoru prowadzi powoli do dewastacji roślinności (wypas i bezplanowe wycinanie drzew) i zapewne zagrozi w przyszłości budowlom. Należy bowiem podkreślić, że w okresie od 1970 r. do 1976 r. nie było większych zagrożeń erozyjnych, jakie mogą wystąpić podczas obfitych spływów roztopowych lub wskutek katastrofalnych, a możliwych na Wyżynie Lubelskiej deszczów letnich [8]. Dlatego też trudno przewidzieć jakie następstwa miałyby silny spływ w wąwozie gdzie z jednej strony najbardziej zagrożone miejsca umacniają budowle, a z drugiej brak pielęgnacji prowadzi do zniszczenia roślinności ochronnej. Przy omawianym sposobie użytkowania nie ma możliwości dokończenia zabiegów przez: uzupełnienie drzewami miejsc odkrytych oraz przebudowywanie składu gatunkowego na powierzchniach, gdzie obecny stan zadrzewienia czy lasu niedostatecznie zabezpiecza przed erozją, zalesienie lub zadrzewienie stromych zboczy uprawianych jeszcze jako pola orne lub użytkowanych jako pastwiska i przebudowanie drzewostanów w zlewni aby spełniały oprócz roli gleboochronnej także produkcyjną.

Podany przykład umocnienia wąwozu wskazuje, że procesy erozji wodnej można opanować umocnieniami technicznymi i roślinnymi nawet w przypadku istniejącego dużego zagrożenia (rozmyte progi na dnie, obrywy ścian). Ale konieczne jest właściwe użytkowanie terenu zabezpieczonego oraz całej zlewni z której zachodzi spływ. Ponadto konieczna jest konserwacja urządzeń oraz właściwe pielęgnowanie i użytkowanie roślinności.

LITERATURA

1. Frevert R. K., Schwab G. O., Edminstor T. W., Barnes K. K.: Soil and water conservation engineering. Nowy Jork 1955
2. Kisiński J.: Melioracje przeciwoerozyjne w wąwozach na przykładzie obiektu Opoka Duża. Wiad. IMUZ, t. 3, z. 4, 1963
3. Mazur Z.: Projekt obudowy wąwozu w Opoce Dużej. Wiad. IMUZ, t. 4, z. 3, 1964
4. Mozola R.: Charakterystyka i próba oceny melioracji przeciwoerozyjnych wykonanych w wąwozach Wyżyny Lubelskiej. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 130, 1972
5. Sobolew S. S.: Razwitiye erozjonnych processow na territorii jewropiejskoj czasti SSSR i borba s nimi. Moskwa 1960
6. Ziemnicki S.: Zastosowanie stopnia skrzynekowego do umacniania dna wąwozów na przykładzie wąwozu w Opoce Dużej. Wiad. IMUZ, t. 5, z. 4, 1966
7. Ziemnicki S.: Umacnianie wąwozów na zboczu zwału kopalni odkrywkowej. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 151, 1973
8. Ziemnicki S.: Skutki deszczu nawalnego we wsi Piaski Szlacheckie pod Krasnymstawem. Gosp. wod. 11, 1956
9. Ziemnicki S., Fijałkowski D., Węgorek T.: Skuteczność technicznych i biologicznych umocnień wąwozów w Opoce Dużej. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 193, 1977
10. Ziemnicki S., Kucyper J.: Niektóre formy dolinne krawędzi Wyżyny Lubelskiej w Opoce Dużej. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 170, 1975

Stefan Ziemnicki, Тадеуш Венгорек, Иоанна Куцыпер

ТЕХНИЧЕСКАЯ И РАСТИТЕЛЬНАЯ ЗАЩИТА ОВРАГА (ОПОКА ДУЖА)

Резюме

В селе Опока Дужа ок. Аннополя, на восточном склоне долины Вислы, в 1962—1964 обеспечено несколько оврагов технически и растительностью. В работе указывается результаты обеспечений на примере оврага, бассейн и положение которого показано на рис. 1. Характер склонов и бассейна показывают рис. 2 и 3.

Бассейн в 75% используется в сельском хозяйстве. Часть склонов с большими наклонами стеррасированы (рис. 4). Некоторые откосы используются как пастбища. Это ведет к разрушениям укрепляющей растительности и возникновению небольших оползней (рис. 5).

Специфическая система дорог в бассейне приводит к быстрой концентрации стока в овраге. По этому перед 1962 г. овраг лишенный растительности (рубка леса, чрезмерный выпас) подвергался очень сильной эрозии донной и береговой. Это угрожало разрушением имеющейся рядом дороги и продвижением верховий оврага в сторону жилищных зданий. Построенные укрепления (бетонные ящикообразные ступени конструкции С. Земницкого, бетонные пороги, фашинные заграждения, зеленая и древесная растительность) с успехом защищали овраг. Даже значительный сток зарегистрированный лимниграфом помещенном в овраге, не вызвал повреждений. Это видно на рис. 3, где по-

казаны нивелеты дна оврага из 1970 г. и 1976 г. На наилки быстро вфодит растительность что способствует еще более сильному сплочению постройки с грунтом (рис. 6).

Указанный пример свидетельствует о том, что можно покорить процессы эрозии даже в случае большей угрозы. Но необходимы для этого правильное пользование защищенного оврага: ограничение выпаса, соответственная рубка дерева (гнездовым способом) и его трелёвки (надземный транспорт) а также немедленные насаждения леса на вырубках.

Stefan Ziemnicki, Tadeusz Węgorek, Joanna Kucyper

TECHNICAL AND PLANT PROTECTION IN THE GULLY (OPOKA DUŻA)

Summary

At Opoka Duża near Annopol, on the eastern slope of the River Vistula, several gullies have been consolidated with technical and plant structures in the years 1962-1964. The effects of their application are discussed in this report using the gully whose catchment area and situation (position) are presented in fig. 1. The character of the slopes of the gully and of its catchment area are shown in Figs 2 and 3.

75% of the catchment area is used as farmland. Part of the slopes with steep inclination has been terraced (fig. 4). Some of the scarps are used too intensively as pastures which causes the damage to consolidating vegetation and brings about slight landslip (Fig. 5).

Specific arrangement of roads in the catchment area causes quick concentration of runoff in the gully. Therefore until 1962 the gully deprived of vegetation (felling trees, intensive grazing) has been able to side and bottom erosion. Such a situation created a danger of destruction to the neighbouring road and displacement of the head of the gully towards the buildings. Consolidation measures applied there (concrete drop-inlet spillways designed by S. Ziemnicki, concrete thresholds, fascine structures, herbaceous plants and trees) proved effective in this gully. Even quite extensive runoffs recorded by limnigraph placed in the gully have not caused any damage. Soil material washed from the gully is deposited on its bottom. It is visible in Fig. 3 where longitudinal section of the gully bottom in 1970 and 1976 are presented. Deposited silt is quickly covered by vegetation which contributes to closer connection of technical structures with the environment (Fig. 6).

The presented example proves that it is possible to control erosion processes even if they are well advanced on condition that the consolidated area is used in a proper way. It is necessary to limit grazing, apply proper way of obtaining wood (e. g. using selective cutting) and its logging (transport by air) and immediate planting trees in the clearings.