

ROŚLINNOŚĆ WPROWADZONA I NATURALNA NA ZBOCZU ZWAŁU W PIASECZNIE *

Stefan Ziemnicki, Dominik Fijałkowski

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego AR — Lublin

Kierownik: prof. dr S. Ziemnicki

Zakład Systematyki i Geografii Roślin Instytutu Biologii UMCS — Lublin

Kierownik: prof. dr hab. D. Fijałkowski

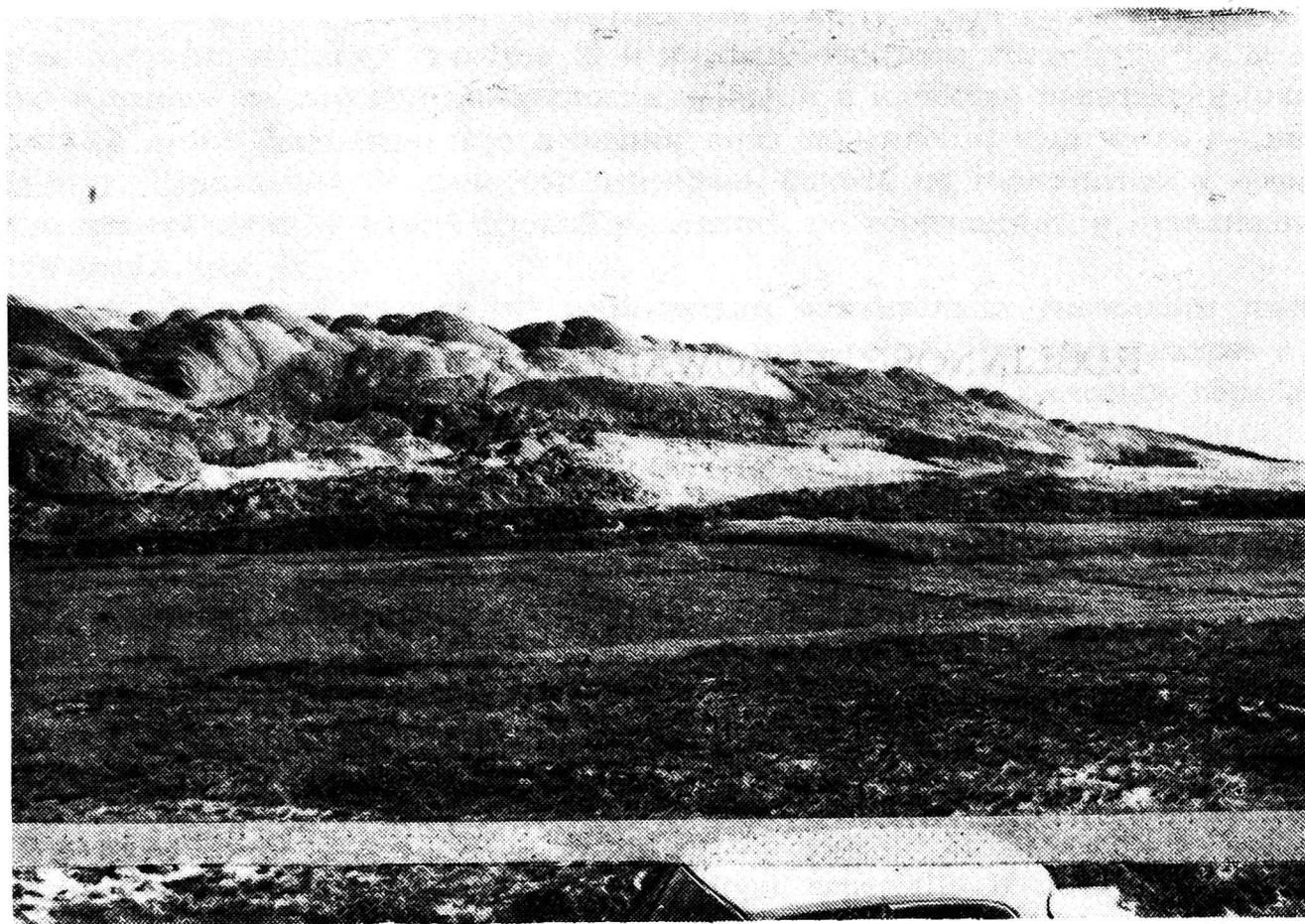
WSTĘP

Na terenie Polski wzrasta powierzchnia zajmowana przez zwały, głównie kopalni odkrywkowych [10]. Dlatego też konieczne jest podejmowanie badań nad sposobami ich rekultywacji [9, 11, 12]. Rekultywacja ma na celu przywrócenie przyrodzie terenów, na których zniszczono wszelkie życie biologiczne. Materiał z którego usypane są zwały pochodzi z różnych utworów geologicznych i z różnych głębokości. Dotychczas usypane zwałowiska mają najczęściej płaski wierzchołek (rodzaj ściętego stożka) i posiadają znaczne wysokości dochodzące do ok. 100 m. Granicę wysokości określała zazwyczaj obawa przed ruchami materiału zwału i deformacji terenu, na którym zwał usypano [10]. Zwały posiadają często zbocza o dużym nachyleniu (do 60⁰/o), równym kątowi naturalnego zsypania i dlatego trudno je zagospodarować.

Wszystkie poruszone problemy dotyczą zwałowisk Kopalni Siarki w Piasecznie. Zwały usypane były z utworów znajdujących się w nadkładzie, w którym dominują piaski i iły [4, 5]. Zbocza zwałów zbudowane z piasku posiadały spadek przeciętny ok. 60⁰/o, dochodzący do 80⁰/o. Ulegały one głównie erozji wietrznej i wodnej. Natomiast zbocza ilaste, ulegały niemal zaraz po usypaniu groźnym ruchom masowym — głównie osuwiskom (rys. 1). Na skutek tego, materiał przemieszczał się daleko (do kilkudziesięciu metrów) w kierunku pól przylegających do zwału, a średni spadek zbocza zmniejszył się do ok. 20-30⁰/o [5].

Na wycinku zbocza o szerokości ok. 300 m zwału Kopalni Siarki w Piasecznie rozpoczęto w 1967 r. doświadczalne prace rekultywacyjne

* Badania częściowo finansował „Siarkopol” — Kombinat Kopalń i Zakładów Przetwórczych Siarki im. M. Nowotki w Tarnobrzegu.



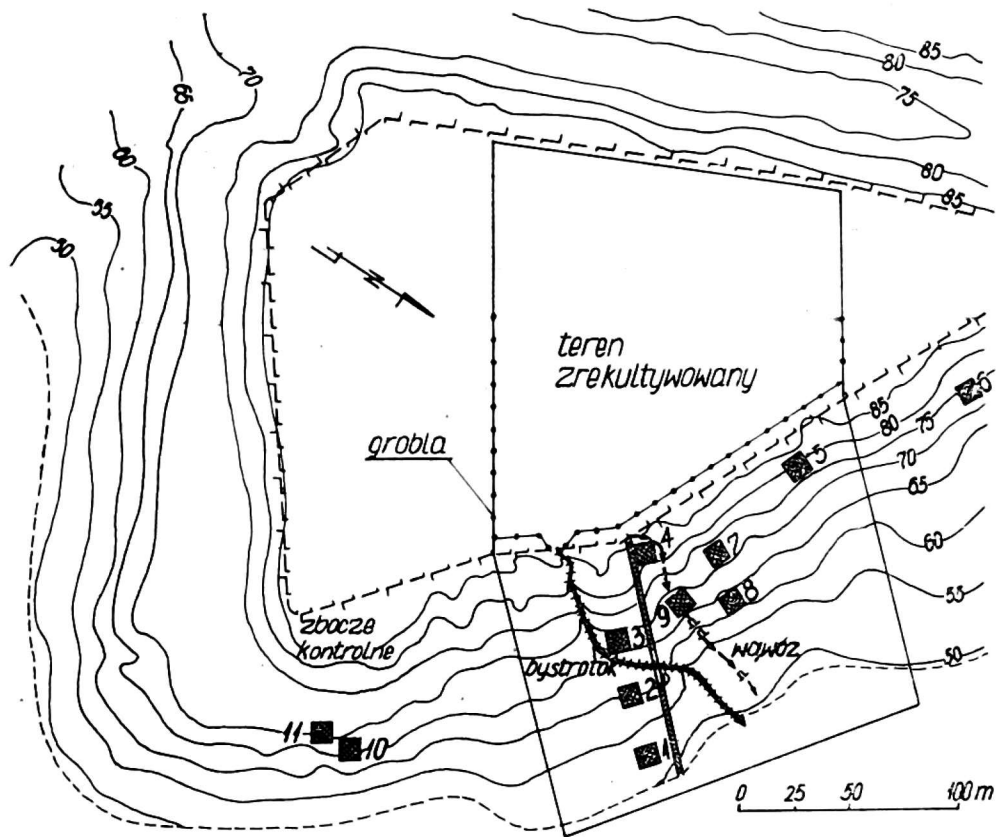
Rys. 1. Widok ogólny zwału w Piasecznie. Dolna część zbocza uległa osunięciu, dzięki czemu został zmniejszony spadek. 1966 r. Fot. S. Ziemnicki

pod kierunkiem S. Ziemnickiego [7, 9, 11, 12]. Wykonano zabiegi techniczne oraz biologiczne. Wprowadzeniem roślinności kierował R. Mozoła [3].

ZAKRES PRACY

Niniejsza praca obejmuje badania rozwoju i stanu roślinności zarówno wprowadzonej jak i pochodzącej z sukcesji naturalnej. Badania florystyczne wykonano w 1972 r. na 11 poletkach położonych na zboczu, z czego 9 poletek objętych było zabiegami rekultywacyjnymi, natomiast 2 poletka stanowiły punkt odniesienia (poletka kontrolne na których nie wykonano żadnych zabiegów).

Poletko (płat) nr 1 (rys. 2) znajdowało się w dolnej części zbocza zbudowanego z piasku, nr 2 — leżało powyżej na ławce o niewielkim spadku, a nr 3 — jeszcze wyżej na stromym zboczu. Poletka nr 4 i 5 leżały na materiale ilastym w górnej części zbocza. Podobnie było usytuowane poletko nr 6, ale znajdowało się ono poza polem doświadczalnym; zabiegi ochronne i wprowadzanie roślinności wykonano tam jesienią 1970 r. Poletko nr 7 leżało na zboczu ilastym, a nr 8 poniżej na materiale piaszczystym. Poletko nr 9 znajdowało się na dnie doświadczalnego wąwozu, gdzie zabiegi i wprowadzenie roślinności wykonano w 1968 r. Wreszcie poletko nr 10 leżało na dnie wąwozu, a nr 11 obok na zboczu kontrolnym o spadku ok. 70%, gdzie roślinności nie wprowadza-



Rys. 2. Położenie poletek, na których określano właściwości materiału ziemnego oraz roślinność

no. Należy przypuszczać, że stosunkowo bliskie (ok. 20 m) sąsiedztwo terenu zrekultywowanego z poletkiem kontrolnym (nie zagospodarowanym) mogło wywrzeć na nie pewien wpływ (np. przenoszenie nasion).

Celem scharakteryzowania niektórych właściwości materiału zwałowego pobrano próbki z poszczególnych płątów. Z płątów nr 1-6 i 11 pobrano średnie z naroży kwadratu o boku 10 m i ze środka; dla płątów nr 7-9 pobrano je punktowo z głębokości 0-5 cm i 15-20 cm. Nie pobrano próbek z płątu 10, ponieważ leży on obok 11. Położenie płątów zaznaczono na rysunku 2.

Próbki materiału pobrano w 1970 r. Dla określenia ewentualnych zmian we właściwościach materiału zbocza zrekultywowanego pobrano z poletek 1-6 próbki również w 1973 r.

POŁOŻENIE, KSZTAŁT I MATERIAŁ ZWAŁU

Kopalnia Piaseczno leży na terasie zalewowej Wisły w pobliżu Tarnobrzegu. Teren ten znajduje się w dzielnicy rolniczo-klimatycznej nazwanej przez Gumińskiego — Radomską [2]. Odznacza się ona stosunkowo łagodnym klimatem w porównaniu do klimatu terenów sąsiednich. Średni roczny opad wynosi ok. 630 mm. Odległość zakładów przetwórczych siarki w Machowie wynosi ok. 10 km. Zwałowisko położone jest na zachód od zakładów przetwórczych. Zmniejsza to obawę ewentualnego wpływu gazów na roślinność. Pod względem litologicznym budowa terasy zalewowej była mało zróżnicowana. Do głębokości 2 m występowały

pyły i gliny aluwialne, pod którymi znajdowała się ok. 7 m warstwa piasku. Bezpośrednio nad złożem występowały ropy krakowieckie [4]. Podczas urabiania i transportu materiał ten uległ częściowemu przemieszaniu. Tym niemniej dolną i wcześniej sypaną część stanowi zwykle piasek, a górną i później sypaną — ropy [5, 11].

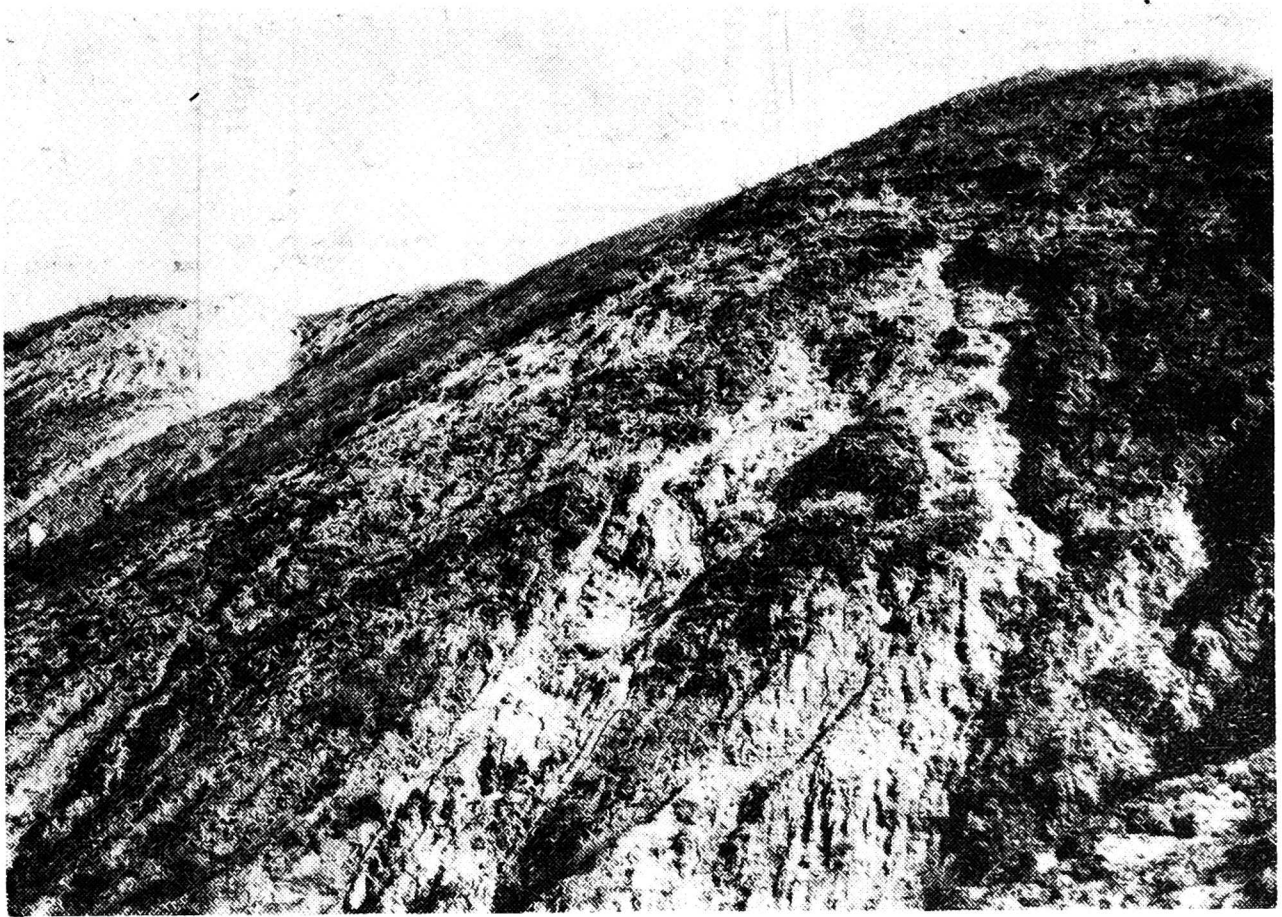
Wysokość zwałę wynosi ok. 45 m. Spadek przeciętny zbocza, na którym wykonano doświadczalne zabiegi rekultywacyjne, wynosi ok. 60%. Wystawa zbocza jest północno-wschodnia.



Rys. 3. Część wierzchowinowa zwałę w Piasecznie. Widoczne są groble — grzbiety i dolinki, którymi okresowo odpływała woda. 1966 r. Fot. S. Ziemnicki

Wierzchowina zwałę była usypana w postaci jakby grobel o różnym układzie i o wysokości względnej ok. 2-3 m (rys. 3). Pomiedzy groblami wody roztopowe i po silnych deszczach spływały w kierunku zbocza. Szybko formowały się przy tym małe doliny. Spadek dna tych dolin na wierzchowinie nie był duży, ale na zboczu gwałtownie wzrastał. Skoncentrowany silny spływ rozmywał podłoże i tworzył wąwozy [5, 12], a rozproszony i słabszy — żłobiny erozyjne. Widok zbocza zwałę, na którym wykonano badania, przedstawiono na rysunku 4. Ilustruje on urzeźbienie oraz stan roślinności przed rozpoczęciem prac rekultywacyjnych.

Oznaczenia składu mechanicznego materiału podano w tabeli 1. Dane dla płatów poletek 7-9 wzięto z publikacji Ziemnickiego [11, 12] a dla płatu 11 z publikacji Ziemnickiego i Fijałkowskiego [6]. Jak wynika z tabeli 1, podłoże w płatach nr 1-3 oraz 8 i 11 zawiera materiał piaszczysty. Domieszki utworów ilastych są małe. Frakcja od 1 do 0,1 mm stanowi 90%; występuje również materiał grubszy — szkielet. Płaty



Rys. 4. Widok zbocza, na którym wykonano rekultywację doświadczalną. Widoczne jest osuwanie się materiału. 1966 r. Fot. S. Ziemiński

oznaczone nr 4-7 zawierają materiał ilasty. Charakteryzuje go dość znaczna ilość (ok. 50%) frakcji piaszczystej, nieco mniej szkieletu niż w materiale piaszczystym oraz znaczna ilość frakcji spławialnej, wynoszącej przeciętnie ok. 30%, a maksymalnie (w płacie 5) dochodzącej do 57%. Miejsce pobrania próbki 9 wykazuje materiał mieszany ze znaczną domieszką cząstek glebowych dostarczonych wraz z dowiezioną darniną.

Niektóre właściwości chemiczne materiału zwałowego z wybranych fragmentów zbocza przedstawiono w tabeli 2. Materiał piaszczysty charakteryzuje mała ilość próchnicy (0,2 do 0,4%), niska zawartość węgla wapnia (ok. 1%), pH w 1 n KCl ok. 6,8 (odczyn zasadowy) oraz niskie wartości przyswajalnego fosforu i potasu. Natomiast materiał ilasty posiada nieco więcej próchnicy, co częściowo wynika z zastosowania metody nadmanganianowej [11]. Wyraźnie większa jest zawartość CaCO_3 (od 10 do 25%), nieco większa wartość pH oraz wyraźnie większa ilość potasu. Ilości potasu i fosforu charakteryzują środowisko zmienione wskutek stosowanego podczas sadzenia drzew nawożenia mineralnego. Nie nawożone było tylko zbocze obsadzone głównie grochodrzewem (poletka 1-3) oraz zbocze kontrolne (poletka 10 i 11). Zawartość P_2O_5 oraz K_2O jest w płacie 11 niska, podobnie jak w materiale piaszczystym płatów 1-3.

Porównano ilość próchnicy i pH w 1 n KCl i H_2O dla materiału pobranego w 1970 i 1973 r. (tab. 3). Dla jednej próbki otrzymano zmniejszenie się ilości próchnicy, a dla pięciu dość poważne zwiększenie. Nato-

Tabela 1

Skład mechaniczny określony metodą areometryczną

Nr odkrywki	Głębokość cm	Szkielet > 1 mm	Procentowa zawartość cząstek o średnicy w mm							Suma < 0,02 mm	Uwagi	
			1—0,1	0,1—0,05	0,05—0,02	0,02—0,006	0,006—0,002	<0,002	<0,002			
1	0—20	9,9	89	6	0	0	0	0	0	5	próbki średnie z powierzchni 100 m ²	
2	0—20	14,8	87	4	2	1	1	2	4	7		
3	0—20	11,6	92	2	1	0	0	2	3	5		
4	0—20	9,3	59	4	4	7	18	8	33	33		
5	0—20	8,3	33	5	5	2	17	38	57	57		
6	0—20	12,5	65	4	4	14	4	9	27	27		
7	0—5 15—20	10,3 12,8	61 55	3 4	3 10	13 7	11 14	9 10	33 31	33 31		
8	0—5 15—20	9,5 23,2	90 94	2 1	3 0	1 1	0 2	2 2	4 5	5 5		
9	0—5 15—20	4,7 0,0	64 39	9 16	12 30	5 6	3 2	7 7	15 15	15 15		
11	0—20	11,3	88	1	3	2	1	5	8	8		próbka średnia

Tabela 2

Niektóre właściwości chemiczne

Nr odkrywki	Głębokość cm	Próchnica (met. nadmanga- niana) %	CaCO ₃ (met. Scheiblera) %	pH		przyswajalne formy w mg/100 g (met. Egnera-Riehma)		Uwagi
				w ln KCl	w H ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	0—20	0,40	1,5	6,8	7,9	6,4	6,0	próbki średnie z powierzchni 100 m ²
2	0—20	0,18	0,9	6,8	7,9	2,6	1,3	
3	0—20	0,20	0,1	6,9	7,9	1,8	1,7	
4	0—20	0,72	12,9	7,0	8,1	1,4	13,3	
5	0—20	1,07	22,0	7,0	8,1	2,1	23,0	
6	0—20	0,40	8,1	7,1	8,2	2,5	11,3	
7	0—5	1,11	18,07	7,2	8,0	1,3	45,0	
	15—20	1,31	25,13	7,3	8,0			
8	0—5	0,47	1,16	7,2	8,2	3,9	23,3	
	15—20	0,11	1,03	7,3	8,1			
9	0—5	2,59	2,08	6,9	7,7	6,8	16,0	
	15—20	4,80	2,28	7,1	7,7	8,6	6,7	
11	0—20	0,16	1,87	6,9	7,4	3,4	2,7	próbka średnia

Tabela 3

Zmiany niektórych właściwości materiału zbocza zwału zrehabilitowanego w Piasecznie

Nr odkrywki	Materiał	Głębokość cm	Próchnica		pH				Uwagi
			(met. nadmanganową)		(met. elektrometryczną)				
			1970	1973	w 1 n KCl		w H ₂ O		
1	piasek	0—20	0,40	0,27	6,8	6,9	7,9	7,5	próbki
2	piasek	0—20	0,18	0,51	6,8	6,7	7,9	7,6	średnie
3	piasek	0—20	0,20	0,37	6,9	6,9	7,9	7,8	z po-
4	ił	0—20	0,72	1,19	7,0	6,9	8,1	7,8	wierzchni
5	ił	0—20	1,07	1,38	7,0	6,8	8,1	7,6	100 m ²
6	ił	0—20	0,40	1,48	7,1	6,9	8,2	7,6	(średnia dla 5 próbek)

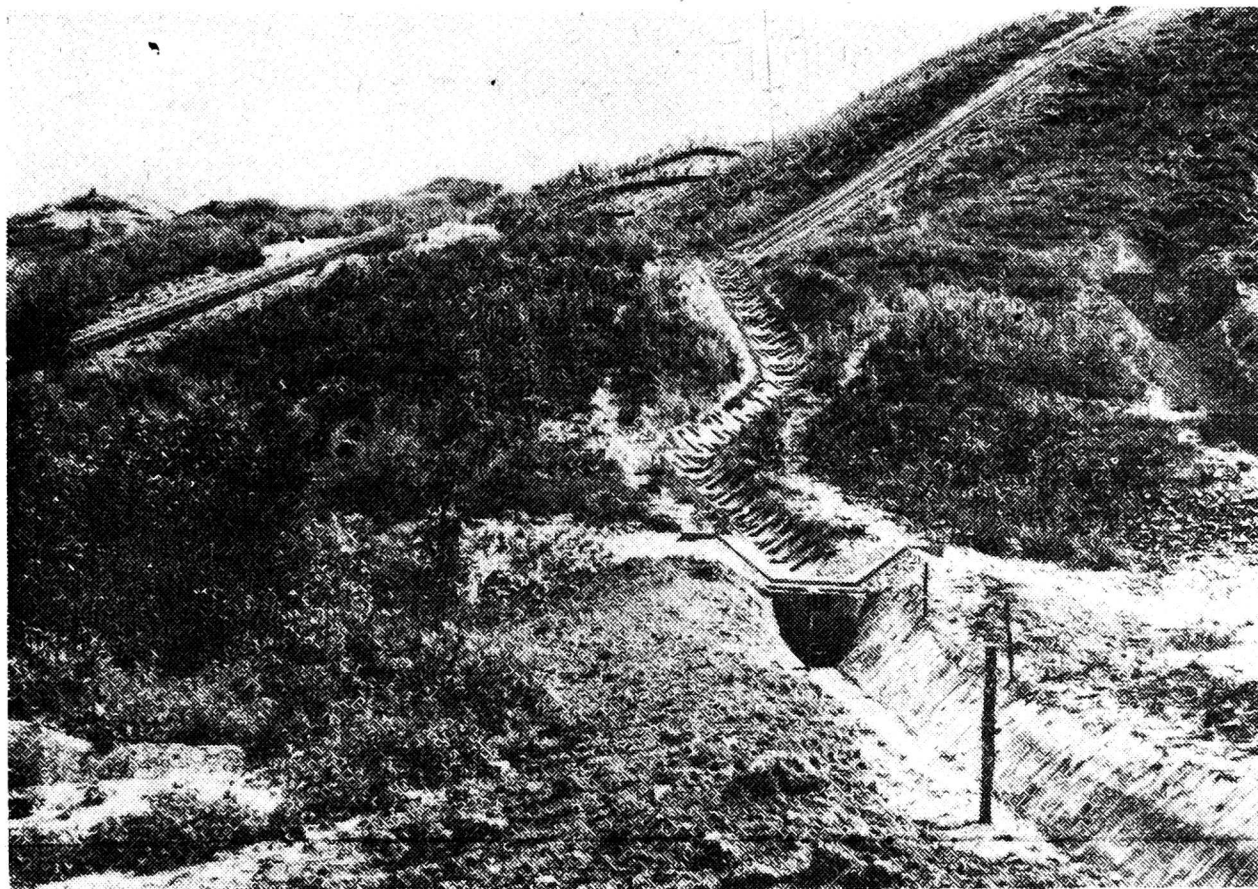
miast wartość pH (również z wyjątkiem jednej próbki) uległa nieznacznemu zmniejszeniu się. Zapewne wpłynęła na to pewna — zresztą mała — zawartość siarki w materiale zwału. Natomiast zwiększenie ilości próchnicy można przypisać dodatniemu oddziaływaniu roślin.

PRACE REKULTYWACYJNE

Rekultywacja zwałów obejmowała zabiegi techniczne i biologiczne. Projekt zabiegów dla części doświadczalnej zwału w Piasecznie wykonało Biuro Projektów Wodno-Melioracyjnych w Lublinie według założeń Ziemnickiego [9]. Głównym celem zabiegów technicznych było zapewnienie możliwie dużej stabilizacji materiału na zboczach zwału. Głównym powodem powstawania i rozwoju wąwozów na zboczach był spływ wody z części wierzchowinowej; postanowiono więc odciąć ten dopływ na zbocza, a okresowy nadmiar wody skierować ku dołowi specjalnie zabezpieczonym bystrotokiem projektu Ziemnickiego [9]. Na rysunku 5 i 6 pokazano zbocze przez które przebiega bystrotok i jego zbliżenie. Wlot i wylot bystrotoku umocniono ścianką betonową, a wylot wykonano z trzech kręgów betonowych z uszczelnionym dnem. Wzajemne połączenie kręgów specjalnymi otworami ułatwiło rozproszenie energii spływającej wody (rys. 7).

Zabezpieczenie zboczy, zwłaszcza piaszczystych, przed rozmywem materiału i tworzeniem żłobin, wykonano przy pomocy kieszek faszynowych [11]. Kiszki te oprócz hamowania spływu i zapobiegania erozji miały również na celu zatrzymanie spływającej wody. Ułatwiało to wzrost roślin w wyjątkowo trudnych warunkach siedliskowych (rys. 8).

Stwierdzono, że głębsze wąwozy ulegały dalej erozji pomimo odcięcia dopływu wody z części wierzchowinowej. Powodem tego był wyjątkowo duży spadek dna wąwozu, rozmyte progi erozyjne oraz duża podatność



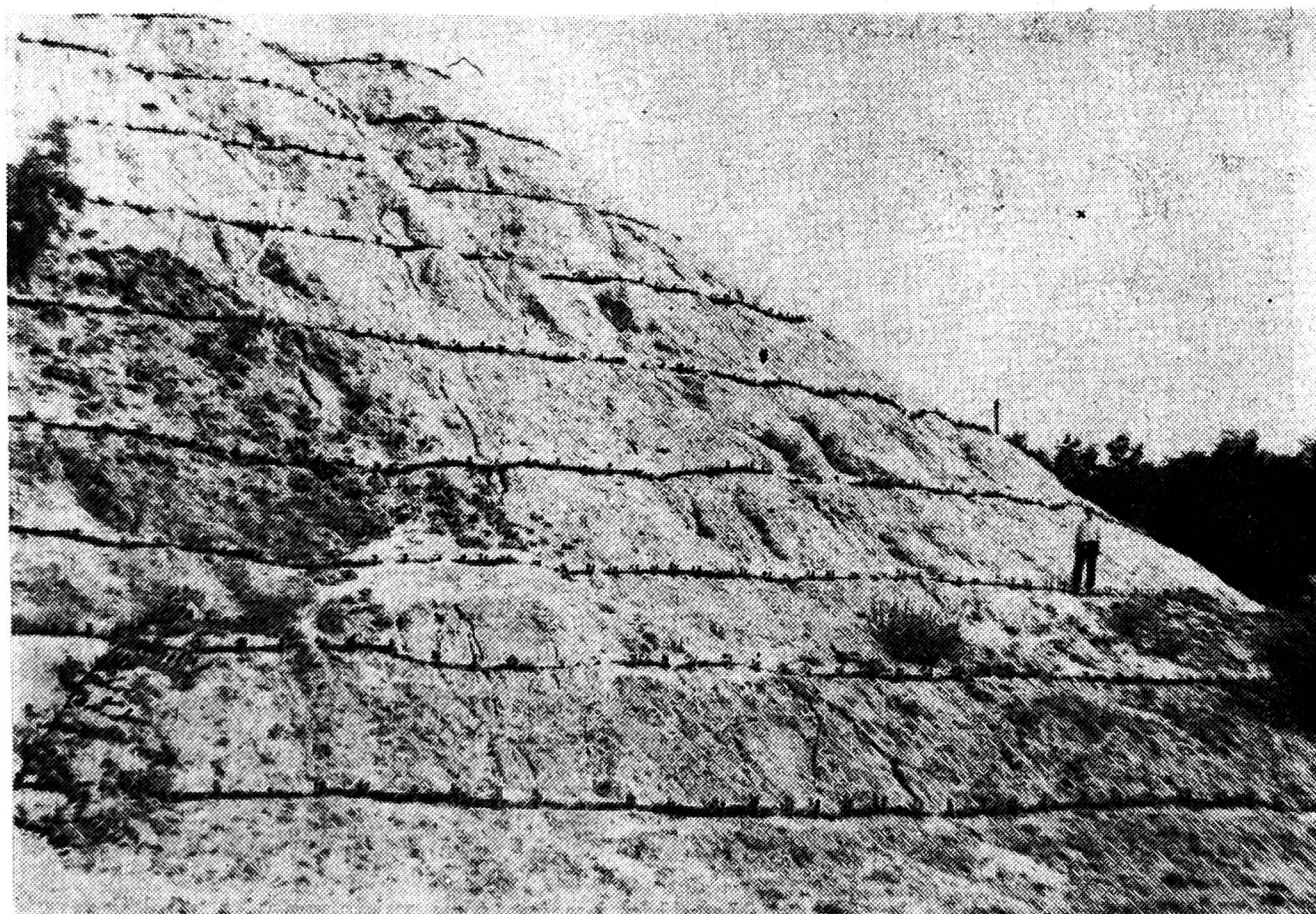
Rys. 5. Ogólny widok zbocza po wykonaniu zabiegów technicznych i wprowadzeniu roślinności. Widoczny jest bystrotok, a z prawej strony — stopnie skrzynkowe umacniające wawóz. 1969 r. Fot. S. Ziemnicki



Rys. 6. Bystrotok w czasie budowy. Na dnie bystrotoku widoczne są niskie szykany hamujące spływ wody i rozpraszające jej energię. Piaseczno 1968 r. Fot. S. Ziemnicki



Rys. 7. Wylot bystrotoku umocniony ścianką betonową i brukiem. Trzy kręgi betonowe tworzą zbiornik rozpraszający energię wody. Specjalne otwory łączą kręgi, a widoczne na zdjęciu odprowadzają wodę do rowu. 1972 r. Fot. S. Ziernicki



Rys. 8. Układ poziomy kiszek faszynowych na stromym piaszczystym zboczu hamuje spływ wody i ułatwia wzrost roślin. Piaseczno. Fot. S. Ziernicki

piasku na przemieszczanie się ku dołowi. Wystarczało większe nasycenie piasku wodą, aby w podanych warunkach wystąpiło zsuwanie się materiału. Dlatego dla umocnienia dna najgłębszego wąwozu wykonano stopnie skrzynkowe [8] oraz zastosowano kieszki faszynowe i darń [12].

Zabiegi techniczne wykonano w latach 1967 i 1968. W pierwszej kolejności umocniono zbocze, aby można było jak najszybciej (w danym przypadku już jesienią 1967 r.) wprowadzić roślinność. Należy bowiem zaznaczyć, że zabiegi techniczne spełniają tylko rolę pomocniczą, a właściwą i pełną osłonę materiału zbocza zapewnia jedynie roślinność — i to dopiero po dwu co najmniej latach po posadzeniu. Drzewa i krzewy sadzono w poziomych rzędach, wykonując na bardziej stromych odcinkach zbocza małe terasy o szerokości ławek ok. 30 cm.

Zastosowano dwa sposoby wprowadzania roślinności. Na zboczu, gdzie wyznaczono płyty 1-3 wprowadzono jedynie drzewa i krzewy — głównie: grochodrzew (*Robinia pseudacacia*), olszę szarą (*Alnus incana*) oraz czeremchę amerykańską (*Padus serotina*). Natomiast na zboczu, gdzie znajdują się płyty 4-9 sadzono głównie dąb szypułkowy (*Quercus robur*), modrzew (*Larix europaea*), brzozy (*Betula verrucosa*, *B. pubescens*) oraz wiosną 1968 r. mieszaną traw i motylkowych. W skład mieszanki wchodziły: nostrzyk biały (*Melilotus albus*), łubin trwały (*Lupinus polyphyllus*), komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus*), koniczyny (*Trifolium repens* i *T. pratense*) oraz tymotka (*Phleum pratense*). W przypadku obsiewu dna i skarp wąwozu dodawano ponadto mieszaną w skład której wchodziły: kupkówka (*Dactylis glomerata*), rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius*), stokłosa bezostna (*Bromus inermis*), życica trwała (*Lolium perenne*) i wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*). Jednocześnie z wysiewem nasion stosowano nawożenie mineralne w ilości na 1 ha; mącznik — 200 kg, superfosfat — 320 kg i sól potasowa (40%) — 200 kg.

Pielęgnacja sadzonek w latach 1969 i 1970 polegała na ich okopywaniu. Od 1971 r. stosowano jedynie okopywanie dębów i usuwanie roślinności głuszącej. Szczególnie bujnie wyrósł nostrzyk biały. W pierwszej połowie lata (1969 r.) zaszła konieczność wycięcia nostrzyku, gdyż zacieniał i głuszył sadzonki drzew.

ANALIZA ROŚLINNOŚCI

Od r. 1970 mierzono corocznie przyrosty drzew na wyznaczonych polatkach. Udział wprowadzonych drzew był niewielki w porównaniu do innych roślin, które samorzutnie wkroczyły na zwał. I właśnie te inne rośliny, wkraczające na zwał na drodze sukcesji naturalnej odegrały istotną rolę w osłonie zbocza zwału przed zmywem. Wprawdzie drzewa niweczą siłę padających kropli, ale nie zabezpieczają przed spływem powierzchniowym. Mimo nasadzeń drzew powstają nowe lub pogłębiane są powstałe wcześniej żłobiny (rys. 9). Dlatego też określono skład wszyst-



Rys. 9. Zwał kopalni odkrywkowej węgla brunatnego w okolicy Lipska. Zbocze o małym nachyleniu ulega silnej erozji, pomimo obsadzenia drzewami.

Fot. S. Ziemnicki



Rys. 10. Zbocze zrekultywowanego zwału. Na pierwszym planie zadrzewienia w skład których wchodzi m. in.: olsza szara, grochodrzew, brzoza brodawkowata, wierzby krzewiaste i kalina. W runie znaczny udział ma trzcinnik. Zdjęcie wykonane w pobliżu poletka nr 8 w 1973 r. Fot. K. Krzempek

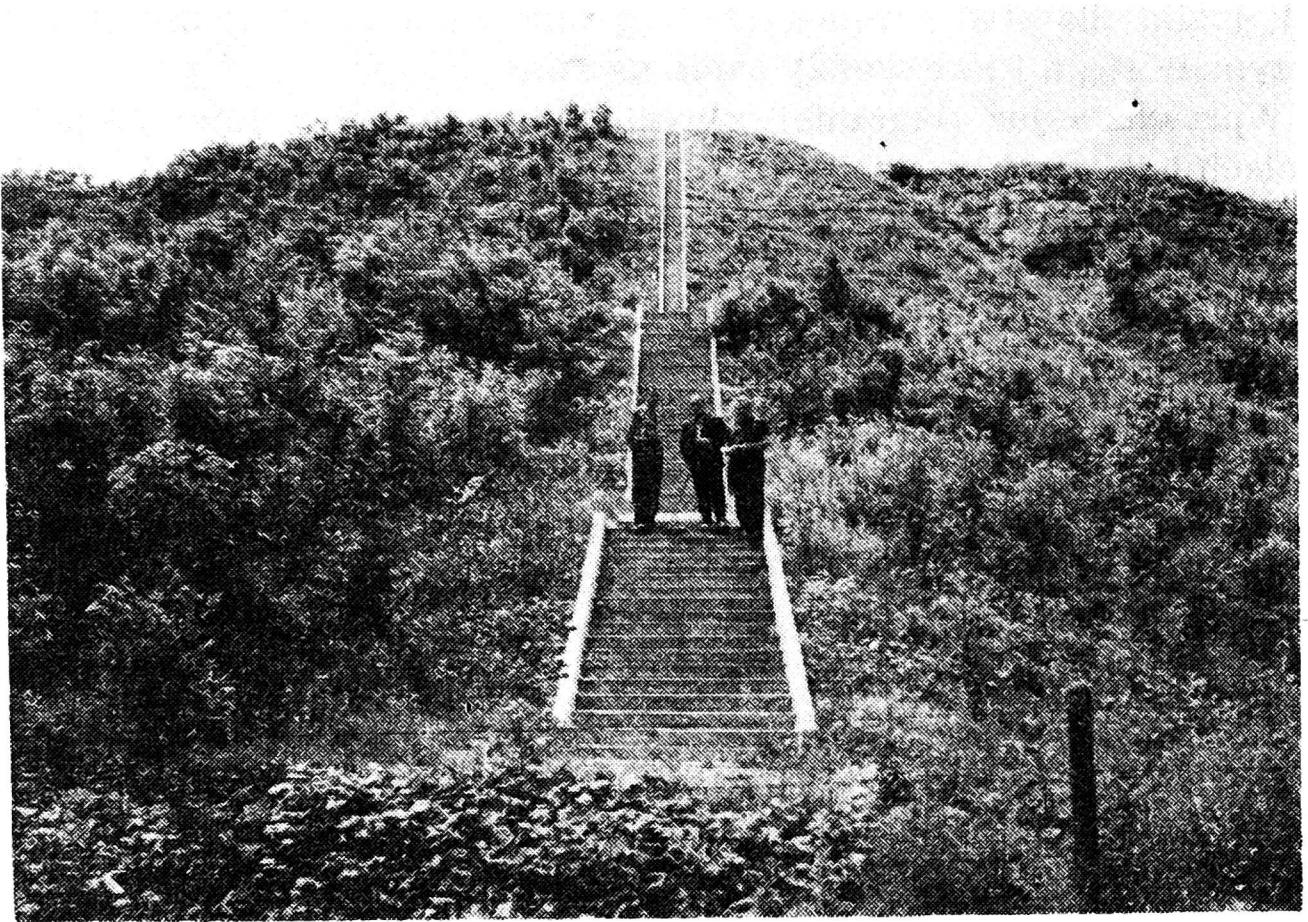
kich roślin dla stwierdzenia, które z nich po wprowadzeniu w 1969 r. utrzymały się, a które weszły same na zwał.

Wprawdzie już wcześniej zwrócono uwagę na rośliny inicjalne na zwałach i zboczach wyrobisk [1, 6], ale były to miejsca, na których drzew ani innych roślin nie wprowadzano. W opisanym przypadku nastąpił współdział roślin wprowadzonych i wstępujących na zwały na drodze sukcesji.

Stan roślinności na poletkach nr 4, 5, 7 i 8 w 1973 r. ilustrują rysunki 10 i 11. Nastąpiło niemal zupełne zwanie i całkowite osłonięcie materiału zbocza. Na rysunku 12 pokazano schody wiodące na wierzchowinę i stan roślinności na zwałie w 1970 r. Poletka nr 1, 2 i 3 znajdują się na lewo od tych schodów. Opisy roślinności podano w tabeli 4. Na poletkach nr 1-3 i 8 zwanie gatunków drzewiastych osiągnęło 60 do 80%. Reprezen-



Rys. 11. Zwarte zadrzewienia z przewagą brzozy brodawkowatej i domieszki grochodrzewu. W runie panuje trzcinnik z udziałem nawłoci. Zdjęcie wykonano w pobliżu poletka nr 9, w 1973 r. Fot. K. Krzempek



Rys. 12. Widok na zbocze zrekultywowane w trzecim roku od wprowadzenia roślinności. Piaseczno 1970 r. Fot. S. Ziemnicki

tuja one miejsca położone w dolnej części zbocza, gdzie jest większe uwilgotnienie materiału. W górnej części zbocza zwarcie drzew i krzewów wynosiło 10-30%, ale zwarcie roślinności zielnej było tutaj największe i dochodziło do 90-100% (nr 4-7).

Pod względem fitosocjologicznym badane płaty przypominają najbardziej zespół *Senecioni-Tussilaginetum*. Składa się na to liczne występowanie 2 gatunków charakterystycznych zespołu: *Tussilago farfara* (zwarcie w płatach nr 4-6 wynosi 80-90%) i *Poa compressa* (zwarcie 10-20%). Odbiegało od tego zespołu miejsce na dnie umocnionego wąwozu (nr 9), gdzie występuje zespół trawiasty zbliżony do *Poo-Festucetum rubrae* (w dolnej części miejsca ściekowego) i *Lolio-Cynosuretum* (w górnej części miejsca ściekowego). Spośród drzew i krzewów najlepiej rozwinęły się na zagospodarowanym zboczu: *Alnus incana* (do 40% zwarcia), *Robinia pseudacacia* (do 50%) i *Betula verrucosa* (do 20%). Miejscami duże zwarcie (do 20%) osiągnęły: *Caragana arborescens*, *Salix adenophylla*, *S. acutifolia*, *S. purpurea* i *Viburnum opulus*. W runie — poza wspomnianymi: *Tussilago farfara* i *Poa compressa*, najbardziej (do 20% zwarcia) rozpowszechniły się *Calamagrostis epigeios*, *Agropyron repens*, *Deschampsia caespitosa*, *Convolvulus arvensis*, *Festuca rubra*, *Lotus corniculatus*, *Poa pratensis* var. *angustifolia*, *Oenothera biennis*, *Rubus caesius* (do 30% zwarcia), *Solidago serotina* i *Ceratodon purpureus*. Równie silnie rozprzestrzeniły się i inne gatunki, chociaż ich zwarcie nie przekraczało

Skład florystyczny płatów roślinnych

Tabela 4

Numery zdjęć	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zwarcie <i>b</i> — krzewy, młode drzewa	7	7	6	2	2	1	3	8	1	1	1
Zwarcie <i>c</i> — runo	8	8	6	9	0	9	9	4	0	6	4
Zwarcie <i>d</i> — mchy	1	+	1	+	1	1	1	1	1	2	1
Ilość gatunków roślin	39	33	34	45	43	34	41	32	51	37	54
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Rośliny podłoży bardzo silnie rozluźnionych (świeżych zwałów)

<i>Agropyron repens</i>	+	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Allium vineale</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Campanula rapunculoides</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ceratodon purpureus</i>	1	.	1	+	1	1	1	1	1	1	+
<i>Cirsium arvense</i>	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	.
<i>Cirsium lanceolatum</i>	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	1	2	+	.	.	.	+	+	+	.
<i>Chenopodium album</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	+	+	.	.	+	.	+	1	.	+
<i>Erigeron canadensis</i>	.	+	+	.	+	+	.	.	+	+	1
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+
<i>Melandrium album</i>	.	.	+	.	+	.	+	+	+	.	.
<i>Polygonum aviculare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Raphanus raphanistrum</i>	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Sinapis arvensis</i>	.	.	1	+	1	+	.	.	.	.	.
<i>Stachys palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Stellaria media</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Vicia cracca</i>	+	.	+	+	.	.	.	.	+	.	+
<i>Veronica polita</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

Rośliny podłoży zwartych głównie z kl. *Artemisietea* i *Plantaginetea*

<i>Achillea millefolium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+
<i>Agrostis vulgaris</i>	+	+	+	+	+	.	.	.	+	1	+
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus inermis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Bromus sterilis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	2	2	+	1	2	1	1	+	+	+	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Carex hirta</i>	1	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+
<i>Centaurea jacea</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Cerastium arvense</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium vulgatum</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Coronilla varia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Crepis biennis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cynoglossum officinale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Daucus carota</i>	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.
<i>Diplotaxis muralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Numery zdjęć	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zwarcie <i>b</i> — krzewy, młode drzewa	7	7	6	2	2	1	3	8	1	1	1
Zwarcie <i>c</i> — runo	8	8	6	9	0	9	9	4	0	6	4
Zwarcie <i>d</i> — mchy	1	+	1	+	1	1	1	1	1	2	1
Ilość gatunków roślin	39	33	34	45	43	34	41	32	51	37	54

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Euphorbia esula</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+
<i>Lactuca scariola</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Lapsana communis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+
<i>Lepidium campestre</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Lepidium ruderales</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Lupinus polyphyllus</i>	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+
<i>Melilotus albus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	1	1	.	.	+	.	.	.	+	1	+
<i>Oenothera rubricaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Plantago media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Polygonum cuspidatum</i>	+	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.
<i>Rorippa silvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Solidago serotina</i>	1	1	+	+	+	+	1	.	.	.	1
<i>Syntrichia ruralis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Tussilago farfara</i>	1	1	+	8	8	9	3	2	+	+	+
<i>Verbascum phlomoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Verbascum thapsus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum thapsiformae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.

Rośliny kserotermiczne

<i>Carlina vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Chrysanthemum leucanth.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Genista tinctoria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	+	1	.	1	1	+	+	+
<i>Medicago falcata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Picris hieracioides</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.
<i>Poa compressa</i>	1	+	1	1	1	1	2	+	.	1	1
<i>Poa pratensis</i> var. <i>angust.</i>	1	2	1	+	1	.	+	+	+	1	1
<i>Salix acutifolia</i> <i>b</i>	.	+	.	.	.	.	.	2	+	.	.
<i>Silene venosa</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.

Rośliny siedlisk leśnych

<i>Alnus glutinosa</i> <i>b</i>	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Alnus incana</i> <i>b</i>	4	2	1	.	+	+	+	.	.	.	.
<i>Betula pubescens</i> <i>b</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Betula verrucosa</i> <i>b</i>	.	+	.	+	+	.	+	1	.	.	.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Carex pairaei</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Carpinus betulus b</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus avellana b</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Erigeron acer</i>	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	.
<i>Festuca ovina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Frangula alnus b</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Fraxinus excelsior b</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Larix europaea b</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Mycelis muralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Poa nemoralis</i>	+	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Populus alba b</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Populus tremula b</i>	+	+	+	.	1	.	+	.	.	+	.
<i>Quercus robur b</i>	+	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.
<i>Quercus rubra b</i>	.	.	.	1	+	.	+	.	.	.	.
<i>Quercus sessilis b</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Robinia pseudacacia b</i>	2	5	5	+	.	+	+	1	.	+	+
<i>Rubus caesius</i>	1	+	.	+	.	.	.	1	.	3	1
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Salix caprea b</i>	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus ebulus b</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Solidago virga-aurea</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spiraea salicifolia b</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tilia cordata b</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Viburnum opulus b</i>	.	.	.	1	1	.	2	.	.	.	.
<i>Volvulus sepium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

Rośliny siedlisk łąkowych

<i>Agrostis alba</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Campylium chrysophyllum</i>	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+
<i>Campylium stellatum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cirsium canum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Cynosurus cristatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	+	+	.	+	+	+	.	.
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1	1	+	2	1	1	2	+	+	1	+
<i>Equisetum pratense</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca pratensis</i>	+	+	.	+	.	.	.	.	1	.	.
<i>Festuca rubra</i>	3	+	2	+	.	+	+	+	5	+	1
<i>Galium boreale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Galium mollugo</i>	.	.	.	+	+	.	1	+	1	.	.
<i>Geranium pratense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Pastinaca sativa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+
<i>Poa pratensis</i>	+	+	.	.	.	+	+	+	1	1	.
<i>Poa trivialis</i>	.	+	.	.	+	1	+	.	.	.	.
<i>Poa versicolor</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus acer</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+

	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Rumex crispus</i>	+	.	.	+	.
<i>Salix fragilis b</i>	+
<i>Salix purpurea b</i>	1	.	+	+
<i>Salix triandra b</i>	+
<i>Salix viminalis b</i>	+	+	+	.	.	.	+	.	.	+	+	+
<i>Trifolium repens</i>	+	+
Inne												
<i>Caragana arborescens b</i>	2	.	.	.
<i>Cornus stolonifera b</i>	+	.	+
<i>Elaeagnus argentea b</i>	.	.	.	+	+	.	.
<i>Morus alba b</i>	+
<i>Padus serotina b</i>	+	+	+
<i>Ribes aurea b</i>	.	.	.	+
<i>Salix adenophylla b</i>	1	1	.	.	.
<i>Symphoricarpos racemosus b</i>	+

zwykle 10⁰/. Są to: *Achillea millefolium*, *Agrostis vulgaris*, *Carax hirta*, *Cirsium arvense*, *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*, *Equisetum arvense*, *Erigeron acer*, *E. canadensis*, *Galium mollugo*, *Melandrium album*, *Poa nemoralis*, *Sinapis arvensis*, *Tanacetum vulgare* i *Vicia cracca*. Łączna ilość gatunków wahała się od 32 (płat nr 8) do 54 (płat nr 11).

WNIOSKI

Sztuczne wprowadzanie zadrzewień na zwały jest jak najbardziej słuszne i dało dobre rezultaty. Wskazuje na to porównanie z nie zagospodarowanymi poletkami kontrolnymi (nr 10, 11), mającymi stosunkowo niskie zakrzewienie. W obu przypadkach zaznacza się wyraźnie różnicowanie w stopniu zwarcia drzew i krzewów między dolną, wilgotniejszą częścią zwału — zawsze silniej zakrzewioną (60-80⁰% zwarcia), a górną częścią — zawsze znacznie słabiej zakrzewioną (10-30⁰% zwarcia). Przy zadrzewianiu należy więc uwzględnić czynnik wilgotnościowy i różnicować nasadzenia według gatunków o mniejszych i większych wymaganiach pod tym względem.

Poniżej podano zestawienia drzew i krzewów, które w omawianych warunkach siedliskowych mogą być zalecane. Oddzielnie podano je dla miejsc wilgotniejszych i suchszych.

DRZEWA I KRZEWY ODPOWIEDNIE DLA DOLNYCH CZĘŚCI ZWAŁÓW I ICH PODNÓŻY (LEPSZE WARUNKI WILGOTNOŚCIOWE)

Drzewa

Acer platanoides, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Betula pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Larix europaea*, *Larix polonica*,

Morus alba, *Morus nigra*, *Populus alba*, *Populus canadensis*, *Populus nigra*, *Populus simonii*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Salix alba*, *Salix fragilis*.

K r z e w y

Cornus sanguinea, *Cornus stolonifera*, *Corylus avellana*, *Frangula alnus*, *Lonicera xylosteum*, *Padus avium*, *Rhamnus cathartica*, *Salix acutifolia*, *Salix triandra*, *Salix viminalis*, *Spiraea salicifolia*, *Symphoricarpos orbiculatus*, *Symphoricarpos racemosus*, *Viburnum opulus*.

DRZEWA I KRZEWY ODPOWIEDNIE DLA GÓRNYCH CZĘŚCI ZWAŁÓW I WIERZCHOWIN
(GORSZE WARUNKI WILGOTNOŚCIOWE)

D r z e w a

Alnus glutinosa, *Alnus incana*, *Betula verrucosa*, *Cerasus avium*, *Larix europaea*, *Pinus silvestris* — może cierpieć od gazów przemysłowych, *Quercus rubra*, *Quercus sessilis*, *Robinia pseudacacia*, *Sorbus aucuparia*.

K r z e w y

Caragana arborescens, *Crataegus calicina*, *Crataegus curvisepala*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus oxyacantha*, *Elaeagnus angustifolia*, *Elaeagnus argentea*, *Hippophae rhamnoides*, *Padus serotina*, *Rosa canina*, *Rosa rugosa* i inne, *Salix acutifolia*, *Salix adenophylla*, *Salix caprea*.

DRZEWA I KRZEWY O CHARAKTERZE OZDOBNYM

W pewnych przypadkach tereny zwałów mogą być wykorzystywane dla celów rekreacyjnych. Wówczas wzdłuż dróg i przejść można wprowadzać niektóre z już wymienionych gatunków roślin, jak np.: *Elaeagnus Hippophae*, *Rosa*, *Spiraea*, *Viburnum*.

Ponadto na uwagę zasługują rośliny runa. Dla zwałów o odczynie podłoża zbliżonym do obojętnego lub alkalicznego dobre wyniki w rekultywacji daje koszenie w stanie dojrzałym i rozrzucanie po zwale roślinności ruderalnej (przydrożnej, starych wysypisk śmieci, gruzu), a nawet kserotermicznej z klasy *Festuco-Brometea*. Z kolei dla zwałów o podłożu kwaśnym i luźnym podobne efekty można uzyskać z pozyskania nasion z miejsc ruderalnych siedlisk piaszczystych i ze zbiorowisk kserotermicznych gleb luźnych z klas: *Sedo-Scleranthetea*, *Corynephoretea* i *Amphiphiletea*. Duże usługi przy wykonywaniu rekultywacji może oddać roślinność ruderalna dworców i nasypów kolejowych. Roślinność ta tylko wyjątkowo może zawierać szkodliwe chwasty. Tym niemniej należy przed zbieraniem roślin ruderalnych i na to zwrócić uwagę. Sztuczne mieszanki do zazielenienia zwałów winny być również zestawione z uwzględnieniem siedliska. W Piasecznie dobry efekt dały tylko następujące rośliny wsiewane: *Melilotus albus*, *Lotus corniculatus* i *Poa pratensis*. Pozostałe utrzymały się jedynie tu i ówdzie przy życiu.

Z naturalnie wkraczających roślin runa najbardziej ekspansywne okazały się: *Tussilago farfara*, *Poa compressa*, *Poa pratensis* var. *angustifolia*, *Calamagrostis epigeios*, *Festuca rubra*, *Agropyron repens*, *Rubus caesius* i *Solidago serotina*. Niektóre z nich są bardzo niebezpiecznymi chwastami leśnymi (*Calamagrostis epigeios*, *Solidago serotina*). Najbujniej rosnąca *Tussilago farfara* jest poszukiwanym surowcem zielarskim, a *Rubus caesius* dostarcza smacznych owoców. Podane zaś wyżej trawy bardzo dobrze zadarniają i osłaniają powierzchnię zwału.

LITERATURA

1. Fijałkowski D.: Szata roślinna wyrobisk kredowych cementowni Rejowiec i Chełm w woj. lubelskim. *Folia Soc. Scient. Lublinensis, Sec. B*, vol. 12, 1971
2. Gumiński R.: Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. *Prz. Meteor. i Hydrol.* Warszawa 1948
3. Mozola R.: Wzrost wierzb krzewiastych na piaszczystym zwale posiarkowym. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* z. 151, 1973
4. Pawłowski S., Pawłowska K., Kubica B.: Kopalnia siarki w Piasecznie. *Przewodnik XXXVIII Zjazdu Polskiego Tow. Geolog.* 1965
5. Repelewska-Pękalowa J.: Denudacja na zwałach odkrywkowej kopalni siarki w Piasecznie. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.* z. 130, 1972
6. Ziemnicki S., Fijałkowski D.: Roślinność i zbiorowiska inicjalne na zboczach zwałów kopalnianych. *Folia Soc. Scient. Lublinensis, Sec. B*, vol. 16, z. 2, 1974
7. Ziemnicki S., Repelewska J.: *Przewodnik Zjazdu Erozyjnego. Kat. Melior. Rol. WSR w Lublinie*, z. 1, PWRiL, Warszawa 1968
8. Ziemnicki S.: Zastosowanie stopnia skrzynkowego do umacniania wąwozów w Opoce Dużej. *Wiadomości IMUZ*, t. 5, z. 4, 1966
9. Ziemnicki Z.: Die Lösung des Problems der Wasserverhältnisse als Grundlage zur Rekultivierung einer Kippe. *IV Symposium über die Wiedernutzbarmachung der durch die Industrie devastierten Territorien*, Leipzig, 1970
10. Ziemnicki S.: Wpływ kopalń odkrywkowych w okolicy Tarnobrzegu na przyrodę. *Folia Soc. Scient. Lublinensis, Sec. B*, vol. 14, 1972
11. Ziemnicki S.: Zastosowanie kieszek faszynowych dla umocnienia zbocza zwału kopalni. *Zesz. probl. Post. Nauk roln.* z. 151, 1973
12. Ziemnicki S.: Umacnianie wąwozów na zboczu zwału kopalni odkrywkowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* z. 151, 1973.

Стефан Земницки, Доминик Фиялковски

НАСАЖЕННАЯ И НАТУРАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НА СКЛОНЕ ОТВАЛА В ПЯСЕЧНО

Резюме

Предписанная государственными законами в Польше рекультивация разрушенных промышленностью земель (в том числе также карьерных отвалов) должна основываться на научных методах. Рассматриваемые в работе способы рекультивации применялись на внешнем отвале серного карьера у г. Тарнобжег.

Отвал имел высоты около 45 метров. Состояние отвала перед введением технических укреплений и биологическим освоением представлено на рис. 1, 3 и 4. Отвал был построен главным образом из песка и глины. Свойства материала свалки приведены в таб. 1-3.

Технические мероприятия заключались в выравнивании поверхности свалки и в отведении излишков воды во время весеннего таяния или во время очень интенсивных ливней по быстротоку, укрепленному бетонными плитками (рис. 5 и 6). Рассеяние энергии воды внизу быстротока осуществляли водоемы из бетонных кругов (рис. 7). Крутые песчаные склоны, податливые на водную эрозию, укрепляли фашинными кишками (рис. 8). Подобными кишками укрепили дно размытых оврагов.

Технические и биологические мероприятия были проведены в 1967 и 1968 г.г. Верхний слой удобрили минеральными удобрениями, на нем посадили деревья и кусты, посеяли травы, бобовые а также дикие растения из сообществ класса *Sedo-Scleranthetea*.

Через 6 лет после этих работ, в 1972 г. описали растительный покров по фитосоциологическому методу Брауна-Бланкета (таб. 4) на участках, показанных на рис. 2. Участки 1-9 находились на рекультивированном склоне, а 10 и 11 — на контрольном. В течение 1968—1972 г.г. на участках, засеянных растительностью и облесенных, поверхность отвала почти полностью заросла травами, кустами и деревьями. В фитосоциологическом отношении пятна этой растительности напоминали сообщество *Senecioni-Tussilaginetum*, а у подножий склона *Lolio-Cynosuretum*, и даже *Poo-Festucetum rubrae*. Из деревьев и кустов лучше всех развились: *Robinia pseudacacia* (до 50% сплочения), *Alnus incana* (до 40% сплочения), *Betula verrucosa* (до 20%), местами *Caragana arborescens* и различные виды из рода *Salix*. В растительном покрове подлеска наибольшего сплочения (до 20%) достигли: *Tussilago farfara*, *Poa compressa*, *Calamagrostis epigeios*, *Agropyron repens*, *Deschampsia caespitosa*, *Convolvulus arvensis*, *Festuca rubra*, *Lotus corniculatus*, *Rubus caesius*, *Solidago serotina*.

На неосвоенном склоне (участок 11) сплочение растительности было значительно меньше: деревьев и кустов около 10%, травянистого покрова — 40%. В слое кустов появились самосевы следующих видов: *Populus alba*, *Robinia pseudacacia*, *Salix purpurea* и *S. viminalis*. В слое трав доминировали прежде всего: *Erigeron canadensis*, *Festuca rubra*, *Poa compressa*, *P. pratensis* var. *angustifolia*, *Rubus caesius*, *Solidago serotina*, *Oenothera rubricaulis*.

Состояние растительности в 1973 г. на освоенном склоне представляют рис. 10 и 11. Последовало полное сплочение растительности, и образовался ослон от даже очень сильных дождей, наблюдавшихся в этом районе летом 1971 и 1972 г.г.

Stefan Ziemnicki, Dominik Fiałkowski

INTRODUCED AND NATURAL VEGETATION ON THE SLOPES OF A DUMP AT PIASECZNO

Summary

Recultivation of areas devastated by industry (including dumps of quarries), which in Poland is prescribed by law, should be based on tested methods. The methods of recultivation discussed below have already been applied on the external dump of a sulfur quarry near Tarnobrzeg.

The dump was about 45 m high. Figs. 1, 3 and 4 show the dump before the introduction of technical reinforcements and of biological reclamation. The dump was made up mostly of sand and loam. The properties of the material of the dump are gathered in Tables 1-3.

The technical measures consisted in levelling the top part of the dump and in carrying surplus water from spring thawing and very heavy rainfalls along a stream bed reinforced with concrete slabs (Figs. 5 and 6). The energy of the water was dissipated in circular concrete containers at the bottom of the stream (Fig. 7). The steep sandy slopes undergoing erosion were reinforced with fascine brushes (Fig. 8). Similar reinforcements were placed at the bottom of eroded gullies.

The technical and biological measures were carried out in 1967 and 1968. The surface was treated with mineral fertilizers, trees and shrubs were planted, and grasses, leguminous plants and wild species belonging to associations of the class *Sedo-Scleranthetea* were sown.

In 1972, i.e. 6 years after the introduction of these measures, the plant cover was described using Braun-Blanquet's phytosociological method (Table 4) on experimental plots shown in Fig. 2. Plots 1-9 were situated on a recultivated slope, and plots 10 and 11 on a control slope. In the years 1968-1972 the plots became almost totally covered with herbaceous vegetation, shrubs and trees. From the phytosociological point of view, the patches of this vegetation resembled the complex *Senecioni-Tussilaginetum*, and at the foot of the slopes — *Lolio-Cynosuretum*, and even *Poo-Festucetum rubrae*. As far as trees and shrubs are concerned, the best growth was observed in *Robinia pseudacacia* (up to 50% density), *Alnus incana* (up to 40% density), *Betula verrucosa* (up to 20%), in some places *Caragana arborescens*, and various species of the genus *Salix*. In the undergrowth, the greatest density (up to 20%) was reached by *Tussilago farfara*, *Poa compressa*, *Calamagrostis epigeios*, *Agropyron repens*, *Deschampsia caespitosa*, *Convolvulus arvensis*, *Festuca rubra*, *Lotus corniculatus*, *Rubus caesius* and *Solidago serotina*.

On the untreated slope (plot 11), the density of the vegetation was much lower: trees and shrubs about 10%, undergrowth 40%. In the shrub layer the following species appeared spontaneously: *Populus alba*, *Robinia pseudacacia*, *Salix purpurea* and *S. viminalis*. In the undergrowth, the dominant species were above all: *Erigeron canadensis*, *Festuca rubra*, *Poa compressa*, *P. pratensis* var. *angustifolia*, *Rubus caesius*, *Solidago serotina* and *Oenothera rubricaulis*.

Figures 10 and 11 show the condition of the vegetation on the recultivated slope in 1973. Full density of the plant cover was obtained, and the dump was totally protected against the effects of even such heavy rainfalls which occurred there in the summer of 1971 and 1972.