

ZASTOSOWANIE MECHANICZNEGO PRZEMIESZCZANIA ZIEMI W MELIORACJACH PRZECIWEROZYJNYCH

Stefan Ziemnicki, Tadeusz Mazurek

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego WSR — Lublin
Kierownik: prof. dr S. Ziemnicki

WSTĘP

Postęp techniczny w zakresie budowy i eksploatacji maszyn do robót ziemnych i związane z tym zmniejszenie kosztów tych prac przyczyniło się do zwiększenia zarówno ich rodzajów jak i ilości. Wykonuje się coraz większe zbiorniki wodne, wyrównuje się tereny dla potrzeb rolniczych i dla równomiernego uwilgotnienia gleb [3], dla nawadniania [1] i zabezpieczania przed erozją wodną [10, 11, 14, 15].

Sztuczne tarasy na stromych zboczach formowane były początkowo ręcznie przy użyciu takich narzędzi jak: motyka, łopata, obecnie zaś wykonuje się je przy pomocy specjalnych pługów lub spycharek. Na mniej stromych zboczach budowane są tarasy-groble przy pomocy spycharek lub innych maszyn [4, 9], również wyrównuje się zbocza dla otrzymania równoległych tarasów-grobli lub pól wstęgowych o równej szerokości [4]. Ponadto przy użyciu maszyn zasypuje się mniejsze wąwozy, przegradza doliny i wąwozy, kieruje się spływem wody.

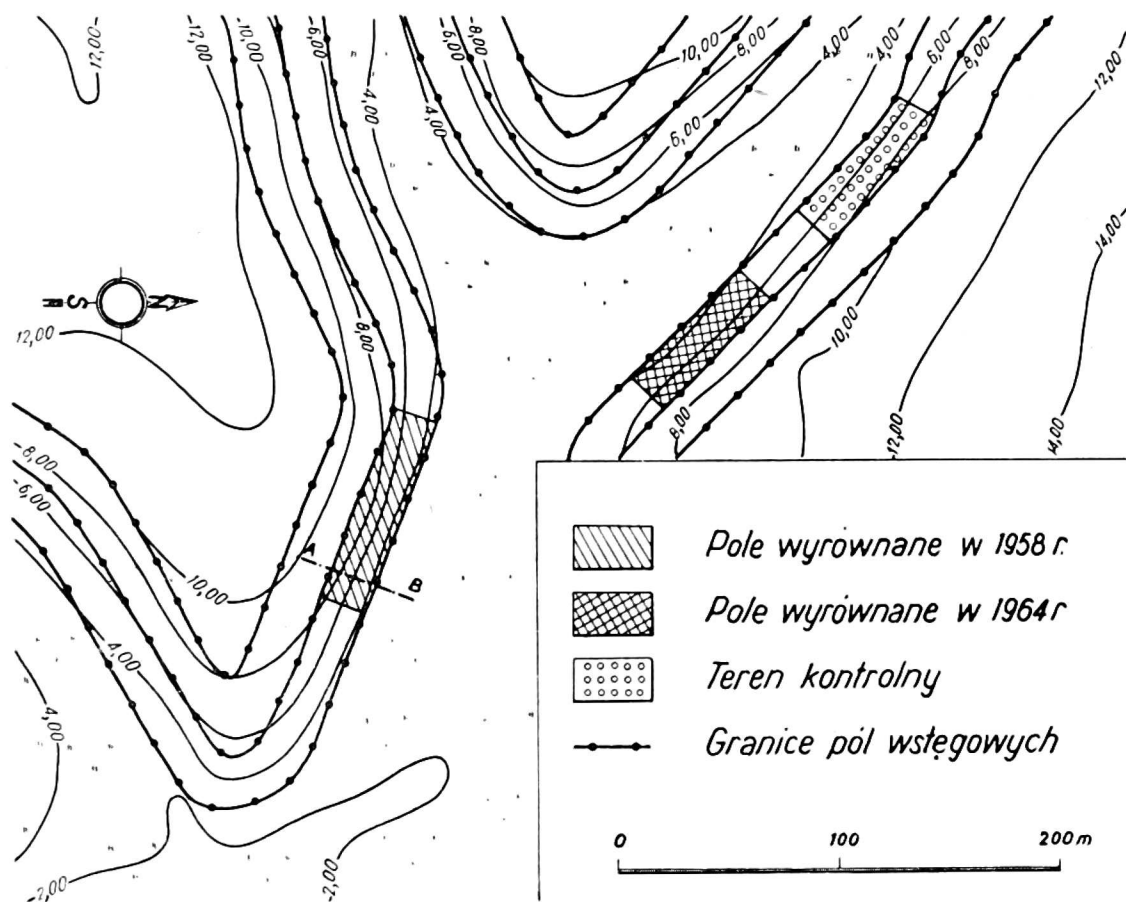
W Polsce pomimo wzrostu stopnia zmechanizowania robót ziemnych, koszt maszyn i ich eksploatacja są jeszcze dość wysokie, dlatego też użycie ich ogranicza się do prac, przy których konieczne jest przemieszczanie dużych ilości mas ziemnych. Dla potrzeb melioracji przeciwerozyjnych użyto maszyn przy pracach doświadczalnych. Przedstawiono dwa przykłady użycia maszyn: 1) dla zmniejszenia spadku pola wstęgowego, 2) dla wyrównania części pola wstęgowego poprzecinanego nieckami smużnymi.

Prace te wykonano w Elizówce pod Lublinem na polach Zakładu Doświadczalnego Wyższej Szkoły Rolniczej w Lublinie. Zmniejszenie spadku części pola wstęgowego i formowanie tarasu wykonano w 1958 r. a wyrównanie niecek smużnych na części innego pola wstęgowego w 1964 r. Obserwacje wyników obu doświadczeń prowadzono do 1970 r.

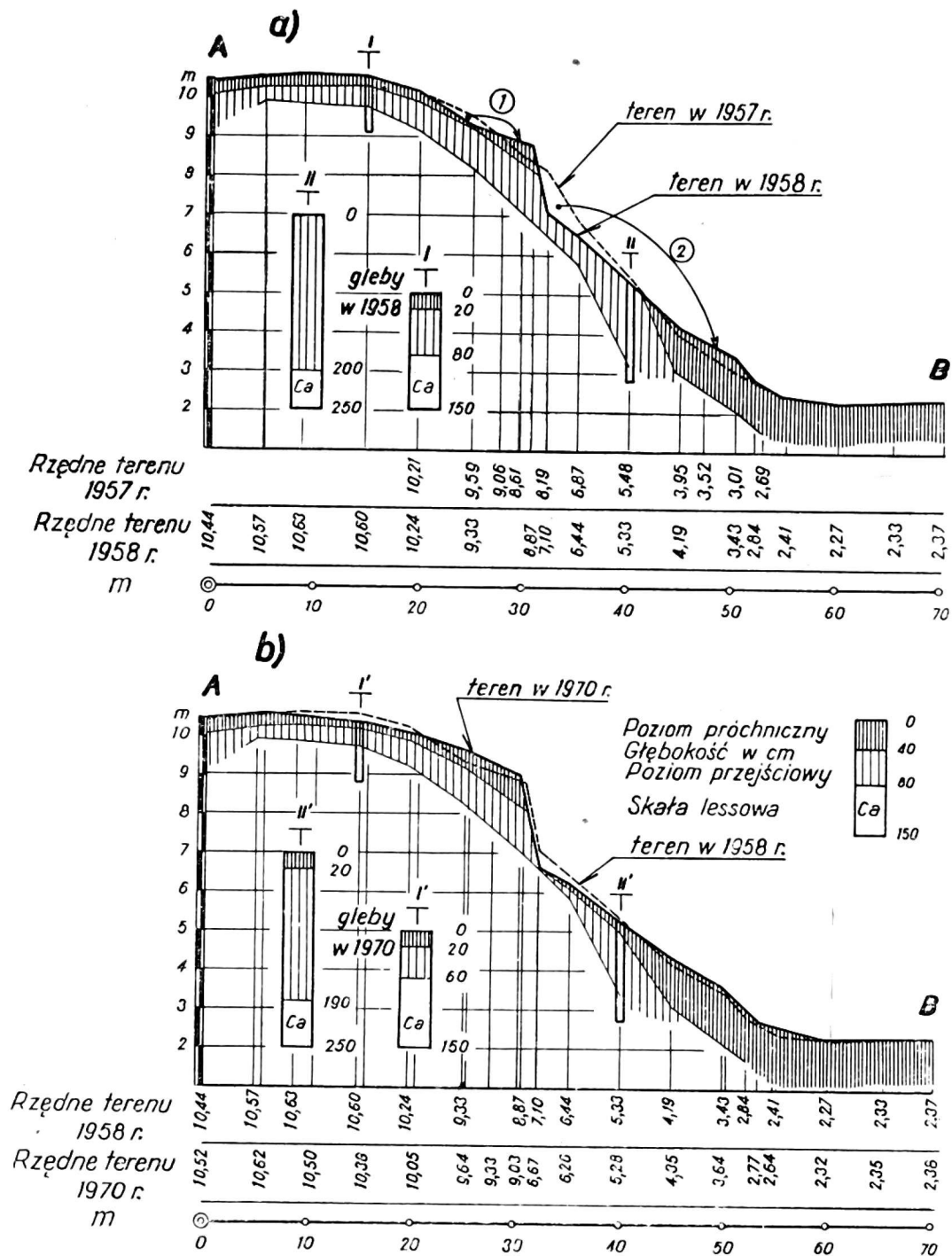
SZTUCZNE UFORMOWANIE TARASU

W Elizówce zrealizowano w 1957 r. melioracje przeciwoerozyjne wg projektu Ziernickiego [13, 16]. W celu umocnienia zboczy lessowych o spadkach ok. 20% założono na nich po dwa pola wstęgowe o równej szerokości. W projekcie przewidziano, że granice tych pól przekształcą się w skarpy wskutek orki i zatrzymywania namulów [10, 11, 14, 15, 16]. Jak wynika z pomiarów wykonanych w 1966 r. [16], istotnie powstały skarpy o wysokości od 80 do 130 cm zależnie od nachylenia zbocza. Przeciętnie rocznie wysokość skarp zwiększała się o 10 cm, co może być uważane za wystarczające tam, gdzie istniejący spadek umożliwia normalną uprawę a przyrost wysokości skarpy nie jest sprawą pilną. Ale wielkość ta jest niedostateczna w przypadku kiedy nachylenie zbocza jest tak duże, że utrudnia lub nawet uniemożliwia stosowanie upraw poprzecznie do spadku normalnie używanymi ciągnikami i maszynami rolniczymi.

Na jednej z wstęg długości ok. 800 m odcinek mniejszy od 100 m posiadał spadek ok. 30%. Ponieważ zaś spadek na innych odcinkach tej wstęgi wynosił ok. 20%, miejsce o wyraźnie większym spadku utrudniało uprawę. Dlatego zastosowano mechaniczne zmniejszenie spadku przez uformowanie tarasu. Na rys. 1 pokazano urzeźbienie terenów Elizówki, granice pól wstęgowych oraz miejsce uformowania skarpy. Szczegóły dotyczące formowania były podane przez Ziernickiego [13]. Przekrój niwelacyjno-glebowy przed i po wykonaniu skarpy pokazano na rys. 2.



Rys. 1. Plan sytuacyjno-wysokościowy fragmentu pól RZD Elizówka



Rys. 2. Przekrój przez zbocze ze sztucznie uformowanym tarasem według stanu w 1957, 1958 i 1970 r. Na rys. 2a zaznaczono przemieszczenie ziemi: 1 — pługiem, 2 — spycharką

Przedstawiono również stan w 1970 r. Jest rzeczą istotną, że w wyniku uprawy i procesów erozyjnych w okresie od 1958 do 1970 r. nastąpiło dalsze zwiększenie się wysokości skarpy, zmniejszenie się miąższości warstwy przejściowej oraz powstanie warstwy próchnicznej w górnej części łąwy.

Wysokość skarpy ponad wyrównaną łąwę po wykonaniu robót ziemnych w 1958 r. wynosiła 1,77 m [13], w 1966 r. — 2,39 m [16], a w 1970 r. — 2,36 m. Według tych danych wysokość w 1970 r. była nieco mniejsza niż w 1966 r. Zapewne tak nie było, gdyż wysokość w 1970 r. była albo równa, albo nieco większa niż w 1966 r. Jednak w warunkach pomiarów polowych niedokładności takiego rzędu zawsze mogą wystąpić.

Wzrost wysokości tej skarpy w okresie 12 lat wyniósł 59 cm. Nastąpił on wskutek przesuwania gleby pługiem i wskutek procesów erozyjnych. Sądząc po zmianach miąższości gleby wzrost wysokości skarpy nastąpił głównie wskutek obniżania się górnej części ławy uprawnej.

Oznaczenia składu mechanicznego i właściwości gleb na wierzchowie i na środkowej części ławy podano w tabelach: 1, 2 i 3.

Tabela 1

Niektóre właściwości fizyczne

Położenie odkrywki	Głębokość cm	Ciężar g/cm ³		Porowatość %	Pojemność wodna kapilarna %		Współczynnik przepuszczalności cm/s
		właściwy	objętościowy		wagowa	objętościowa	
Ława	5—15	2,63	1,52	42,20	25,46	38,82	0,000035
	60—70	2,65	1,54	41,88	23,90	36,95	0,000070
Wierzchowina	5—15	2,60	1,44	44,61	28,48	41,13	0,000105
	30—40	2,63	1,56	40,68	25,03	39,21	0,000091
	60—70	2,64	1,32	50,00	33,88	44,76	0,000430
	110—120	2,65	1,43	46,04	30,94	44,29	0,000278

Tabela 2

Niektóre właściwości chemiczne

Położenie odkrywki	Głębokość cm	Próchnica %	CaCO ₃ %	pH w	
				KCl	H ₂ O
Ława	5—15	0,74	0,21	6,9	7,8
	60—70	0,10	0,00	4,8	6,4
	140—150	0,07	0,00	5,1	7,0
Wierzchowina	5—15	1,76	0,00	5,1	6,5
	30—40	0,27	0,05	5,0	6,9
	60—70	0,11	2,00	5,3	6,8
	110—120	0,10	13,66	7,4	8,6

W pierwszym roku po wykonaniu tarasu plony roślin były niższe (odkryto martwe podłoże) w porównaniu do kontrolnej części wstęgi, gdzie robót ziemnych nie prowadzono. Niektóre rośliny jak np. koniczyna dawały plony zadowalające [8, 16]. Zaznaczyło się też zwiększenie podatności na erozję powierzchniową. Na połowie powierzchni o odkrytym podłożu rozplantowano cienką warstwę ziemi próchnicznej (miąższość ok. 4 cm). Zaobserwowano, że nawet tak mała ilość dostarczonej gleby wpłynęła w sposób wyraźny na zwyczaj plonu. Wysokość plonów na części starasowanej i przeciętnych uzyskanych w gospodarstwie dla kilku lat podano w tabeli 4.

Tabela 3

Skład mechaniczny

Położenie odkrywki	Głębokość cm	Procentowa zawartość cząstek glebowych o średnicy w mm						Suma części spławialnych <0,02
		1—0,1	0,1— —0,05	0,05— —0,02	0,02— —0,006	0,006— —0,002	<0,002	
Ława	5—15	5	9	47	23	4	12	39
	60—70	4	10	44	22	6	14	42
	140—150	5	11	49	21	3	11	35
Wierzchowina	5—15	2	11	47	24	5	11	40
	30—40	2	9	42	23	6	18	47
	60—70	6	8	50	22	2	12	36
	110—120	4	9	46	25	8	8	41

Tabela 4

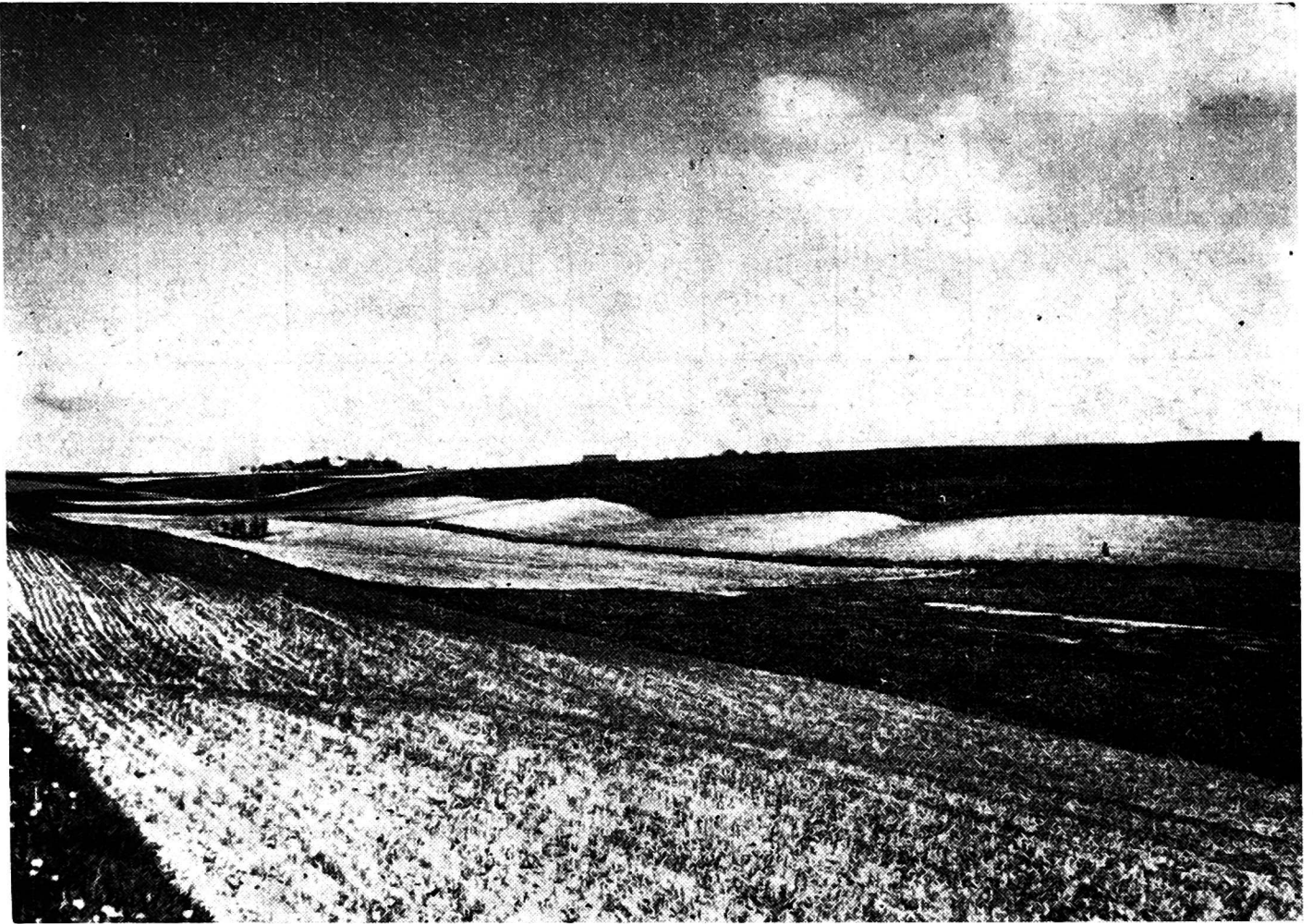
Plonowanie roślin na ławie sztucznie uformowanej i w gospodarstwie (wysokość plonu podano w zaokrągleniu)

Rok	Roślina	Plon w q/ha		Średni plon w gospodarstwie
		powierzchnia humusowana	powierzchnia odkryta	
1959	owies z wsiewką koniczyny czerwonej	15	10	18
1960	koniczyna czerwona (siano)	91	85	brak
1961	pszenica ozima	21	20	18
1962	owies z wyką	14	17	15
1963	pszenica ozima	10	8	17
1964	buraki cukrowe	261	242	400
1970	owies	16	14	26*

* Plon zebrany na polu wstęgowym obok powierzchni sztucznie uformowanej.

WYRÓWNANIE CZĘŚCI POLA WSTĘGOWEGO PRZECIĘTEGO NIECKĄ SMUŻNĄ

Wskutek dużej podatności lessu na rozmywy, rzadko obserwuje się zbocza bez sfalowań. Obniżenie na zboczu nazwane niecką smużną może powstać w przeciągu kilku lub kilkunastu lat zależnie od natężenia spływów. Żłobina erozyjna zasypana podczas uprawy jest odnawiana przy następnym spływie i wreszcie daje początek nowej dolinie o długości ok. 40—100 m, głębokości rzędu 1 do 5 m, o zlewni rzędu 1 do 2 ha. Oczywiście im dłużej trwa rozwój takiej niecki, tym wymiary będą większe (rys. 3).

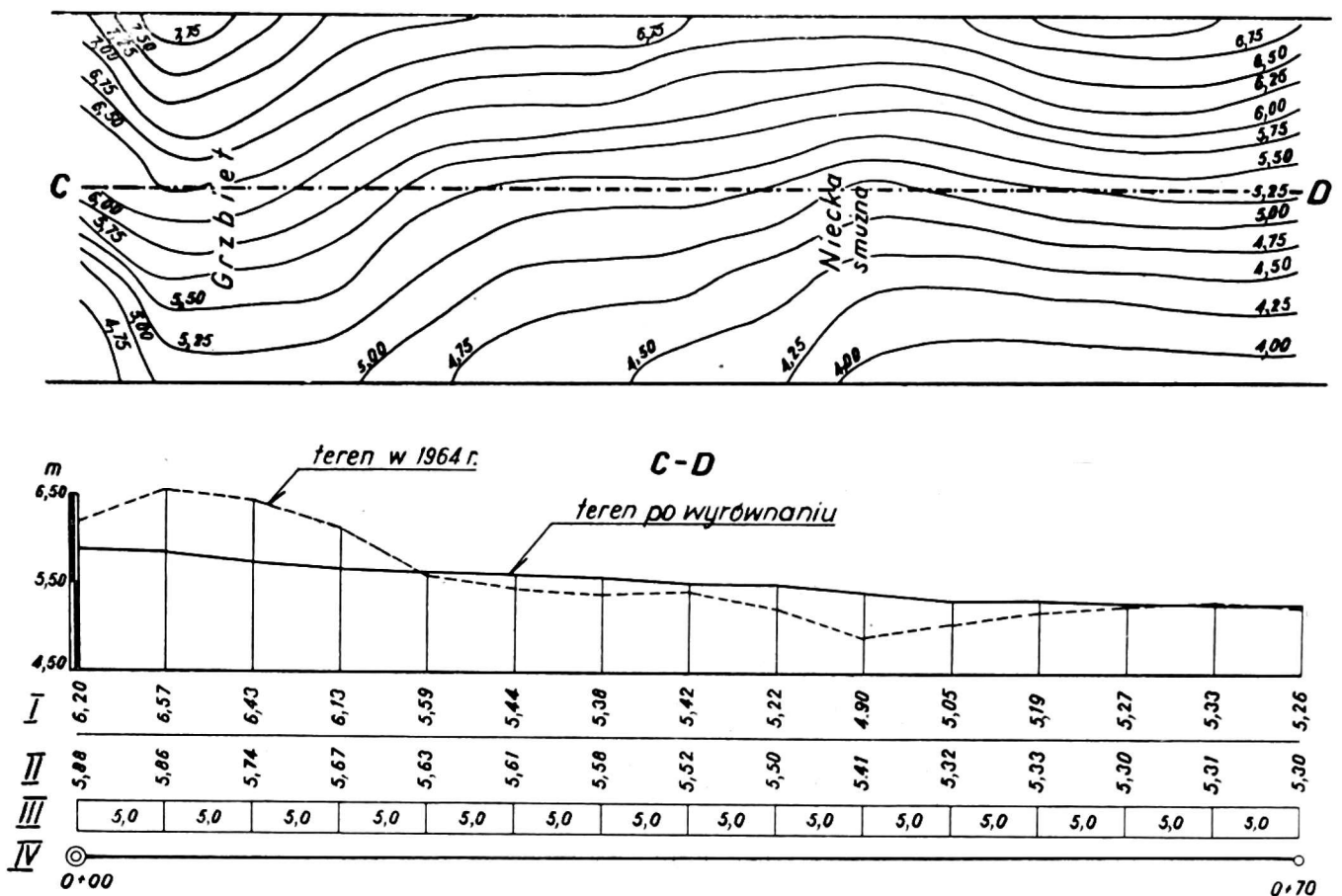


Rys. 3. Widok ogólny pola wstęgowego na zboczu gdzie zastosowano sztuczne zasypanie niecki smużnej. Stan w 1962 r. Fot. S. Ziemnicki

Obniżenia te nie stwarzają trudności dla przejazdu ciągników i maszyn, jednak opóźniają one uprawy wiosenne wskutek znacznego uwilgotnienia gleb namytych osadzonych na dnie niecki. Ponadto stwarzają niebezpieczeństwo nowego rozmywu, różnicują dojrzewanie i wielkości plonów a więc nie pozwalają na pełne wykorzystanie zalet jakie posiada wstęgowy układ pól.

Początkowo według projektów Ziemnickiego [10, 11, 13, 14, 16] wykonywano na granicach pól wstęgowych, w miejscach gdzie przecinały one niecki smużne, przegrody z płotków lub kiszek faszynowych. Były one wyższe w dnie niecki a po bokach niższe. Dzięki temu struga wody była dzielona na dwie części [12]. Na ogół działały one skutecznie, zwłaszcza jeżeli kiszki faszynowe były przysypywane ziemią i okładane darnią od strony dopływu wody. Jednak działanie ich polegało głównie na przzerwaniu biegu żłobin. Natomiast znaczenie ich dla podniesienia dna niecki wskutek zatrzymywania namułów było niewielkie.

Mięszość zatrzymanego materiału (namuł) w przeciągu roku wynosiła od zera do 25 cm. Średnia roczna mięszość namułu ok. 15 cm na długości 5 do 10 m niecki, nie wpływała w sposób istotny na wymiary części wyżej leżącej. Nasuwanie zaś gleby na dno niecki podczas orki nie dawało widocznego efektu, zwłaszcza że podczas każdego spływu (przy odkrytej glebie) powstawały żłobiny i pewna ilość gleby spływała ku do-

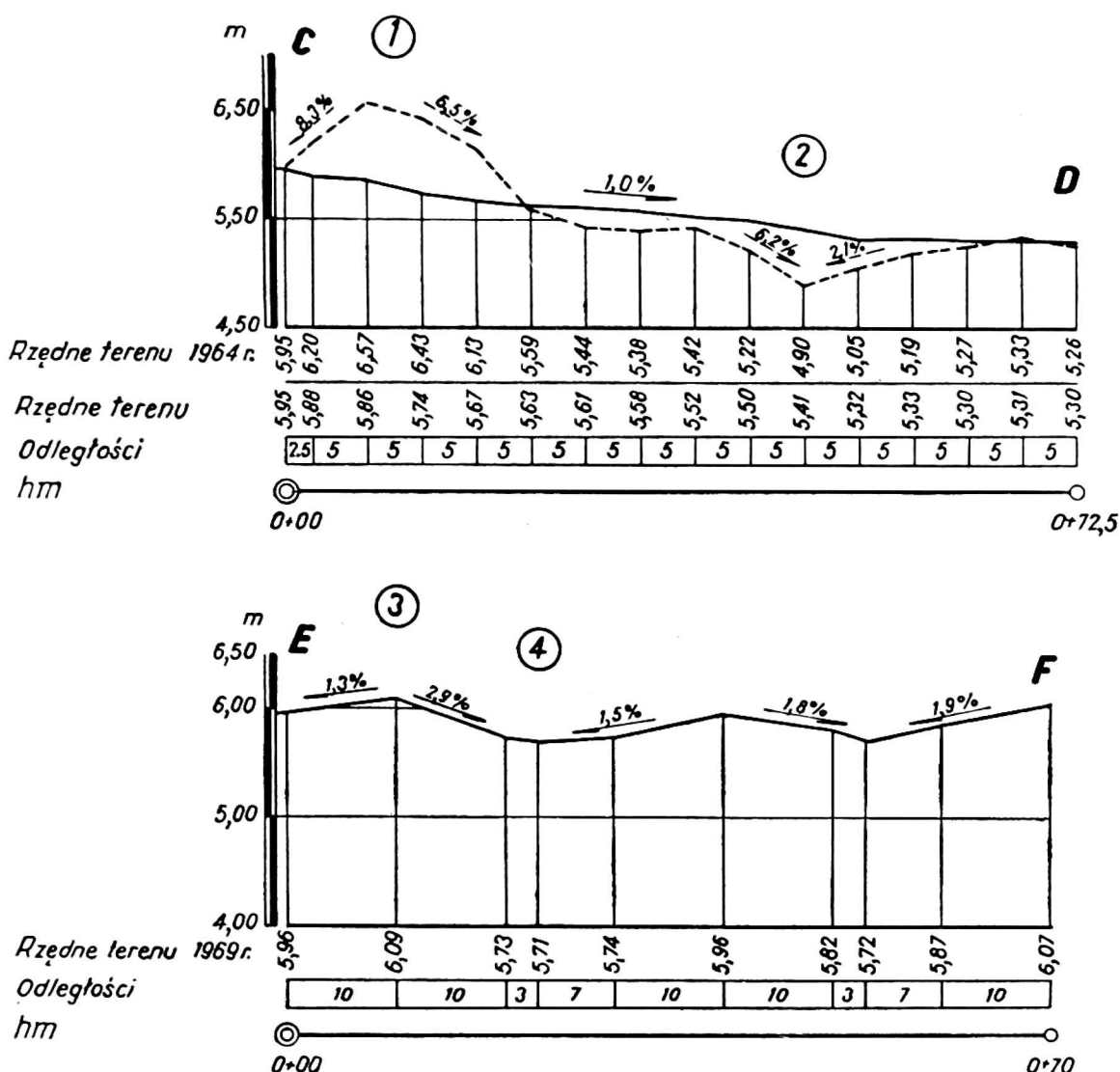


Rys. 4. Plan części pola wstęgowego i przekrój z zaznaczeniem stanu przed i po wyrównaniu

I — rzędne terenu w 1964 r. przed wyrównaniem, II — rzędne terenu po wyrównaniu (stan 1969 r.), III — odległości, IV — hektometry

łowi. Dlatego przegrody te nie zmniejszyły wymiarów całej niecki a jedynie krótki jej odcinek powyżej przegrody.

Obok działania dodatniego, jeśli chodzi o zmniejszenie erozji liniowej, przegrody miały także wpływ ujemny, gdyż zwiększały uwilgotnienie w miejscu zatrzymywania się namulów a ponadto w przypadku ozimin zbyt gruba warstwa namulów osadzona podczas spływów roztopowych mogła zniszczyć plony. Dlatego też dokonano próby wyrównania mechanicznego części wstęgi na długości 70 m przez ścięcie grzbietu i zasypanie niecki smuznej. Miejsce wykonania tej pracy pokazano na rys. 1. Zbocze ma wystawę południowo-zachodnią. Zniszczenie gleb wskutek erozji było znaczne [13], a ponadto powstało na tym zboczu kilka wyraźnych niecek smuznych. Plan wyrównanego odcinka wstęgi pokazano na rys. 4. Projekt wyrównania ze zbilansowaniem mas ziemnych wykonał Mazurek wg własnej metody [6]. Formowany odcinek wstęgi otrzymał przeciętny spadek zbliżony do pierwotnego. Po wyrównaniu stanowi on dalej całość z pozostałą częścią wstęgi. Warstwę próchniczną przed przystąpieniem do robót ziemnych odsunięto a następnie po wykonaniu robót ziemnych przy pomocy spycharki rozplantowano ją równomiernie warstwą miąższości ok. 15 cm. Ponieważ wyrównano tylko jedną wstęgę, w miejscu, gdzie zasypana niecka przechodziła w następne pole, powstała skarpa. Skarpę tę umocniono kiszka faszynową założoną w jej górnej części a na-

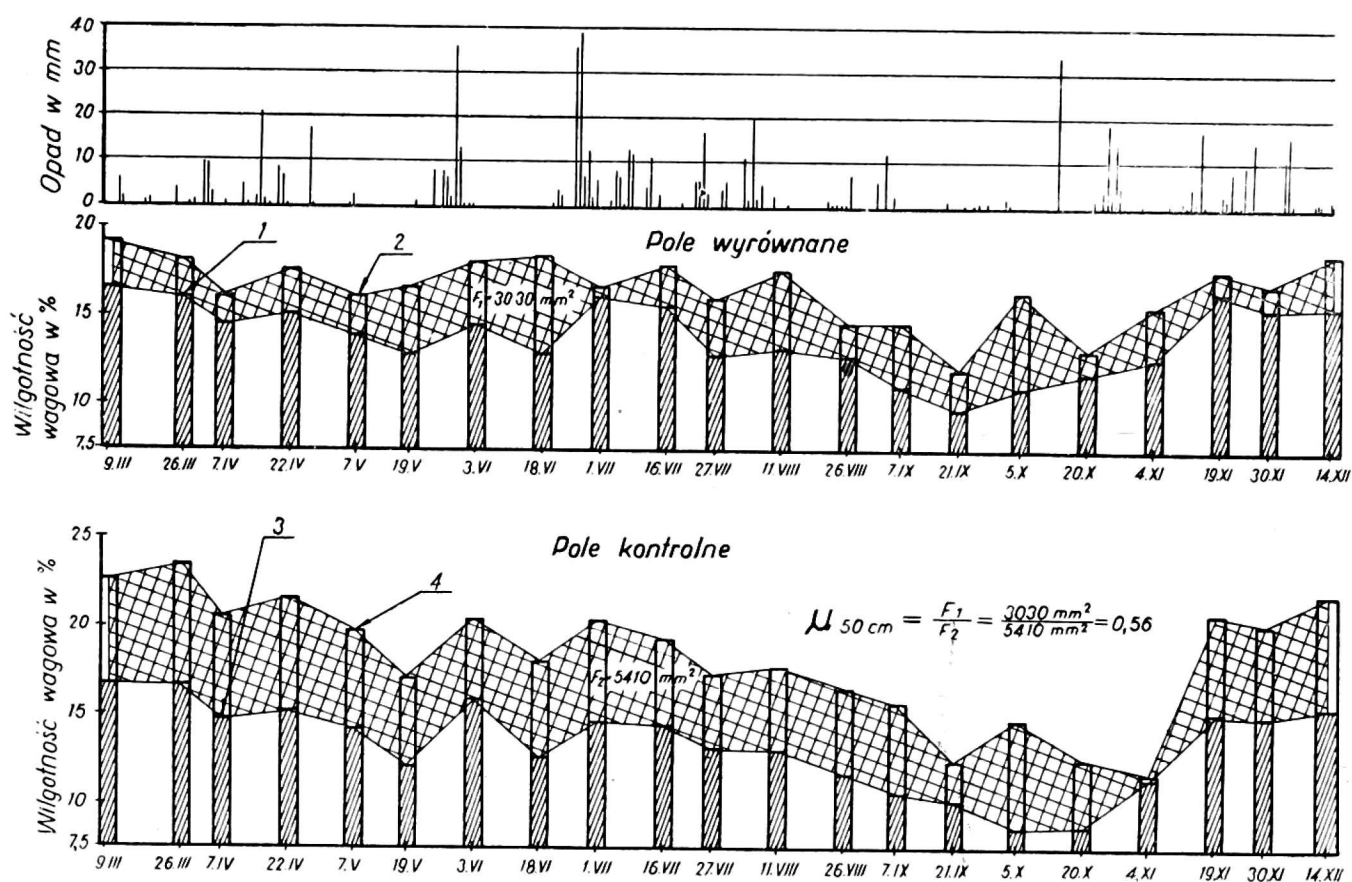


Rys. 5. Przekrój przez nieckę smużną, którą zasypano i przez nieckę kontrolną 1 — ścięty grzbiet, 2 — zasypana niecka, 3 — kontrolny grzbiet, 4 — kontrolna niecka

stępnie zadarniono. Nie zaobserwowano późniejszego jej uszkodzenia podczas spływów.

W okresie od 1964 do 1969 r. badano uwilgotnienie gleb na części wyrównanej (na dawnym grzbiecie i na niecce) oraz na części kontrolnej wstęgi o tej samej wystawie. Jednym z głównych celów zasypania niecki, obok innych jak: ułatwienie uprawy i zmniejszenie szkód erozyjnych, było doprowadzenie do jednolitego uwilgotnienia zbocza. Prowadzone pomiary wilgoci wykazały, że nie udało się tego celu w pełni osiągnąć; mianowicie miejsce gdzie była niecka w dalszym ciągu jest bardziej wilgotne niż miejsce, gdzie był grzbiet. Powody tego mogą być różne: a więc same właściwości wodne jak np. chłonność gleb namytych i przepuszczalność są odmienne. Poza tym nie zasypywano górnej części niecki powyżej pola wstęgowego, dlatego też więcej wody dopływa na miejsce dawnej niecki niż na dawny grzbiet. Osiągnięto jednak znaczne zmniejszenie się różnicy uwilgotnienia. Różnice te na polu kontrolnym były większe, mimo że niecka na części kontrolnej była znacznie płytsza (0,38 m) niż na wyrównanej (1,67 m) (rys. 5).

Wilgotność gleb określano przeciętnie w odstępach dwutygodniowych.



Rys. 6. Opady i uwilgotnienia gleb na części wyrównanej i kontrolnej w 1966 r. Wilgotność oznaczono na głębokości 50 cm. Położenie punktów: 1, 2, 3, 4 jak na rys. 5

Ponieważ porównanie różnic uwilgotnienia dla czterech punktów i dłuższego okresu czasu było trudne, wprowadzono sposób wyliczenia odpowiedniego współczynnika, zaproponowany przez Mazurka. Na rys. 6 podano opady i przebieg wilgotności gleby na głębokości 50 cm w 4 badanych punktach w okresie od 9 marca do 14 grudnia 1966 r. Rysunek ten przedstawia sposób obliczania współczynnika zróżnicowania wilgotności. Ponieważ podany przykład dotyczy przebiegu wilgotności gleby na głębokości 50 cm, na rys. 6 nie widać wyraźnego związku przebiegu wilgotności z opadami. Wykresy uwilgotnienia dla terenu wyrównanego i kontrolnego wykonane w tej samej podziale, przedstawiono w postaci słupków. Powierzchnie powstałe w wyniku połączenia słupków liniami prostymi zmierzono i obliczono ich stosunek. Jeżeli różnice uwilgotnienia w obu przypadkach byłyby takie same, stosunek ten równałby się jedności, natomiast jeśli jest on mniejszy od jedności, to różnice uwilgotnienia na polu wyrównanym są mniejsze niż na kontrolnym i większy jest wpływ wyrównania na zmniejszenie różnic uwilgotnienia. Wartości współczynnika określonego literą μ dla lat od 1964 do 1969 podano w tabeli 5. Podane w tabeli wielkości współczynników świadczą, że wpływ wyrównania powierzchni na zmniejszenie zróżnicowania wilgotności zaznaczał się wyraźnie na głębokości 10 i 50 cm. Natomiast na głębokości 100 cm wyrównanie nie miało wpływu na zmniejszenie różnic wilgotności.

Tabela 5

Wartości współczynnika zróżnicowania wilgotności na głębokości 10 cm, 50 cm i 100 cm

Współczynnik zróżnicowania wilgotności	1964						1965						1966						1967						1968						1969					
	10 cm		50 cm		100 cm		10 cm		50 cm		100 cm		10 cm		50 cm		100 cm		10 cm		50 cm		100 cm		10 cm		50 cm		100 cm							
μ 10 cm	1,47		0,44		0,68		0,45		0,46		0,37		2,33		0,66		0,56		0,62		0,70		0,43		1,50		1,05		1,52		0,77		0,98		2,33	

Oprócz pomiarów wilgoci, mierzono również w okresie od 1964 do 1969 plony w miejscach rozmieszczonych podobnie jak punkty dla określania wilgoci, a więc dwa na terenie kontrolnym (grzbiet i niecka) i dwa na wyrównanym (dawny grzbiet i zasypana niecka). Wielkość plonów otrzymanych z 4 powtórzeń opracowano statystycznie [7] i podano w tabeli 6. Wyższe plony otrzymano na niecce zasypanej i niecce kontrolnej.

Tabela 6

Wysokość plonowania roślin na polu wyrównanym w 1964 r. i na polu kontrolnym

Rok	Roślina	Wysokość plonu w q/ha			
		pole wyrównane		pole kontrolne	
		niecka	grzbiet	niecka	grzbiet
1964	groch	2,0	0,7	1,9	2,0*
1965	pszenica	22,7	20,3	19,6	17,7
1966	buraki pastewne	632	284	727	398
1967	mieszanka (owies + jęczmień)	20,8	17,5	20,2	18,4
1968	koniczyna czerwona (siano)	361	208	378	237
1969	mieszanka (owies + jęczmień)	30,3	14,9	27,9	14,3

* Główną przyczyną bardzo niskiego plonu grochu były wyjątkowo niekorzystne warunki klimatyczne.

Natomiast plony na dawnym i istniejącym grzbiecie są najniższe. Porównanie otrzymanych wyników z podanymi w tabeli 4 dla ławy tarasu o odkrytym martwym podłożu wskazuje na duże podobieństwo. W obu przypadkach plony zarówno na grzbiecie kontrolnym o płytkiej glebie jak i na terenie obniżonym wskutek pobrania materiału lessowego, są stosunkowo niskie. W opisanych przypadkach nie stosowano (aby nie zaciemniać wyników doświadczenia) dodatkowego nawożenia, czy doboru roślin dla szybszego uzyskania bardziej wyrównanych plonów. W produkcji na pewno będzie to konieczne.

Obserwacje zjawisk erozyjnych wykazały, że występująca w poszczególnych latach erozja powierzchniowa jest podobna na polu wyrównanym jak i kontrolnym. Natomiast na terenie wyrównanym nie wystąpiła erozja liniowa, obserwowana na obszarze kontrolnym.

Pomiary wysokościowe sprawdzające wykonane w 1969 r. a więc w pięć lat po wyrównaniu nie wykazały osiadania. Tłumaczono to małą miąższością nasypu i ugniataniem gruntu przez gąsienice spycharki podczas wyrównywania.

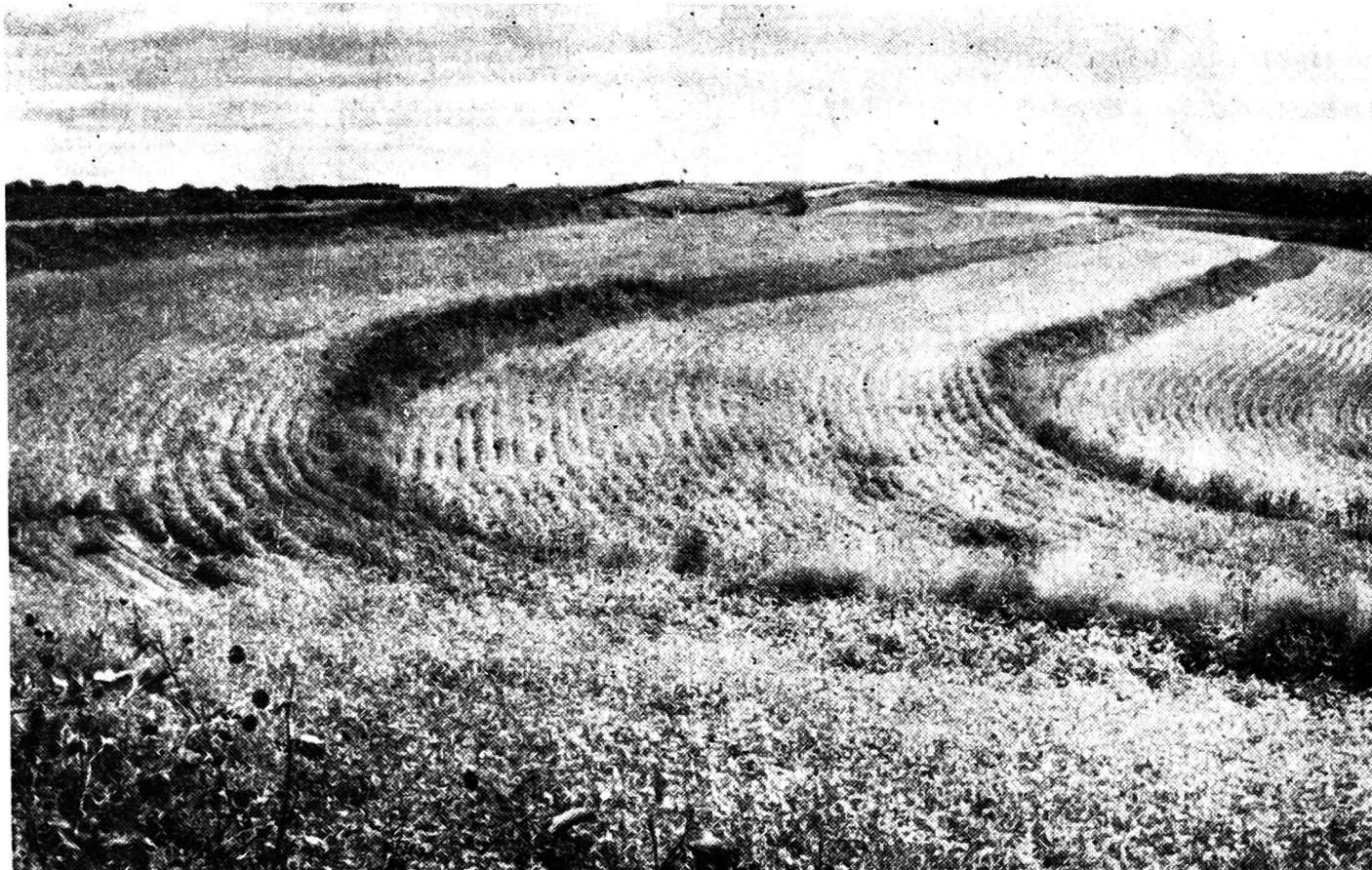
MOŻLIWOŚCI WSPÓLDZIAŁANIA KOLMATAcji Z MECHANICZNYM PRZEMIESZCZANIEM

Wyżej podano efekty działania niskich grobelek oraz zadarnionych granic pól wstęgowych, które stały się podstawą erozyjną dla wyżej leżącej części zbocza i które wskutek zatrzymywania materiału przekształciły się w skarpy tarasów naorywanych. Według danych z pola przeciwerozyjnego Sławin [10, 14] przemieszczenia te w okresie 10 lat obliczone dla długości 1 m podnóża zbocza wyniosły przeciętnie dla trzech skarp 1 m^3 na odległość średnio 10 m. Nie jest to zapewne wielkość duża, ale przemieszczenie to zostało wykonane bez dodatkowego nakładu pracy, w pewnym sensie samoczynnie.

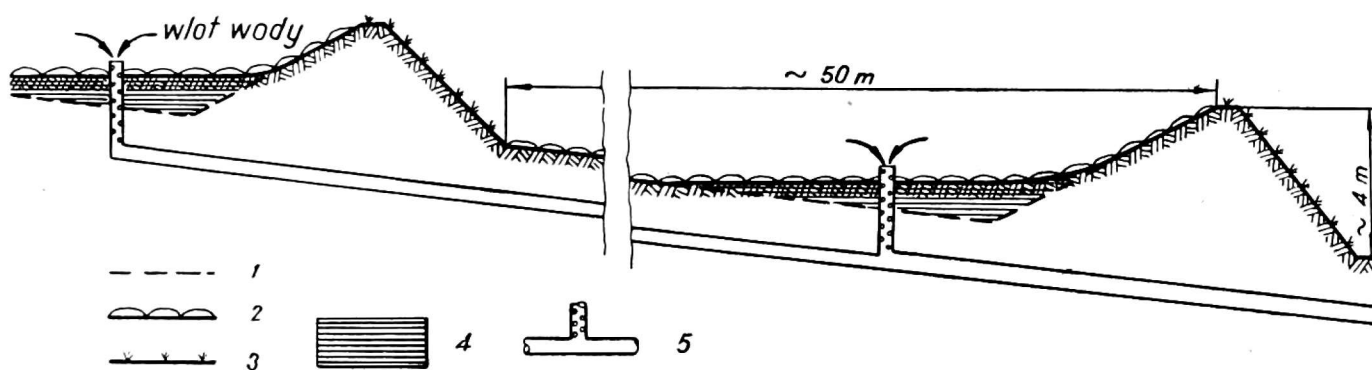
Kolmatacja, sztuczne zatrzymywanie namulów, na ogroblowanych powierzchniach doliny rz. Por (niestety nie można było ściśle określić okresu namulania), wyniosła w przypadku jednej tylko dolinki ok. 7000 m^3 [17].

Podane ilości zatrzymywanych namulów świadczą o tym, że nie powinno się pomijać czynnika erozji dla formowania właściwego ukształtowania powierzchni. Ale proces „naturalny” jest czasem zbyt powolny lub pociąga za sobą szkodliwe następstwa jak np. nadmierne uwilgotnienie powyżej przegród zatrzymujących namuły na zboczu. Mechaniczne przemieszczanie zaś jest kosztowne i czasem wywołuje odczuwalną zniżkę plonu w przypadku odsłonięcia martwej skały lessowej.

W poszukiwaniu nowych rozwiązań, które by pozwoliły na wyeliminowanie tych braków obu systemów: „naturalnego” i „sztucznego” wykonywane są w USA próby zasługujące na uwagę. Wprawdzie prace te nieco odbiegają od opisanych doświadczeń, to jednak opierają się na podobnych zasadach [5]. Otóż na polach Paula Jacobsona w stanie Iowa przegradza się na granicach pól wstęgowych boczne doliny groblami ziemnymi o wysokości do 4 m (rys. 7). Groble te są sypane z ziemi pobranej z dna doliny. Miejsca pobrania są szybko zamulane, a ponadto z uwagi na dużą zwykle miąższość gleb na dnie dolin, nie odbija się to ujemnie na plonach zbieranych z pola wstęgowego. Pod groblą jest wykonany rurowy przepust (oczywiście założony wcześniej). Na dnie doliny powyżej grobli jest wlot do przepustu w kształcie pionowej rury, którą można dobudowywać (podnosić). Wlot leży ok. 1 m powyżej dna doliny. Oprócz otwartego wlotu, woda może dostać się do przepustu przez specjalne otwory lub szczeliny w rurze pionowej. W okresie spływu wody teren jest okresowo zalany wodą, która podnosi się do wysokości wlotu



Rys. 7. Granice pól wstęgowych o równej szerokości. W miejscu przecięcia niecki smużnej jest uformowana grobla o wysokości do 4 m. Teren powyżej grobli jest zamulany (USA, Stan Iowa). Fot. S. Ziemnicki



Rys. 8. Schemat grobli i przepustu do rys. 7
1 — teren przed zamulaniem, 2 — pole orne uprawiane rzędowo, 3 — zadarnienia, 4 — namulenie, 5 — przewód rurowy

i wreszcie odpływa przepustem. Po ustaniu spływu reszta wody szybko przesiąka i odpływa przez wymienione otwory. Należy dodać, że opisany zabieg stosowany jest na polach, na których uprawiana jest głównie kukurydza lub soja i gdzie okresowy zalew i osiadanie namułów nie wywołuje większych strat. Po całkowitym zamuleniu się miejsca powyżej grobli, przesuwa się materiał osadzony ku górze dla równomiernego zasypiania dna niecki i utrwala się przy pomocy roślinności np. lucerny. Następnie po 2 do 3 latach znów uprawia się kukurydzę i przechwytytuje namuły. Wreszcie całą dolinę — nieckę smużną wypełnią namuły (rys. 8).

Należy zaznaczyć, że są to dopiero prace doświadczalne. Mimo, że

przy tym rozwiązaniu okres zasypywania niecki przedłuża się, to jednak nie zachodzą trudności z przywróceniem żyzności na dawnych grzbietach, skąd przy sztucznym zasypywaniu zwykle pobierany jest materiał. Pole wstępowe zachowuje pierwotną glebę a trudności jakie powstają wobec nierównomiernego uwilgotnienia w znacznej mierze usuwa wymieniony przepust, który częściowo działa jak dren odwadniający.

Na pewno przystosowanie podanego rozwiązania dla warunków glebowych, klimatycznych i gospodarczych Polski nie będzie łatwe. Tym niemniej warto podjąć próby połączenia obu wymienionych sposobów „naturalnego” i „sztucznego” celem hamowania procesów erozji i przywrócenia zboczom jednolitych warunków uwilgotnienia.

ZAKOŃCZENIE

Mechanizacja robót ziemnych stwarza nowe możliwości przeciwdziałania jednemu z groźniejszych skutków erozji wodnej, a mianowicie rozwojowi rzeźby terenu. O ile bowiem zabezpieczenie gleby i użytkowanie rolnicze zbocza o dopuszczalnym spadku nie nastrocza większych trudności, to użytkowanie zbocza pociętego nieckami smużnymi jest kłopotliwe. Ponadto zabezpieczenie takiego zbocza przed erozją przy dalszej uprawie płużnej jest problematyczne. Dla zabezpieczenia więc gleby należałoby zmienić użytkowanie z płużnego na las lub użytek zielony.

Niedostatek gleb ornych w Polsce nie zezwala na takie rozwiązanie. Dlatego konieczne są poszukiwania takich środków zaradczych, które by nie zmieniając sposobu użytkowania ograniczyły szkody erozyjne. Do tego celu może służyć zasypywanie niecek smużnych. Sposób ten jest jednak dość kosztowny. Mazurek [6] podaje koszt wyrównania 1 ha zbocza w 1967 r. w Werbkowicach, gdzie głębokość niecki wynosiła ok. 3 m równy 32 tys. zł. Plony na dawnym grzbiecie, skąd pobiera się ziemię do zasypywania obniżeń, można zwiększyć przez takie zabiegi jak intensywne nawożenie kompostem, obornikiem, nawozami zielonymi, mineralnymi, spulchnienie skały lessowej odpowiednimi narzędziami jak np. kretownikami, wreszcie przez wprowadzenie na okres co najmniej dwuletni roślin strukturotwórczych.

Podane rozwiązania zwracają uwagę na potrzebę kontynuowania prac doświadczalnych nad podnoszeniem dna niecek przez mechaniczne przemieszczanie ziemi, zatrzymywanie namulów i odpowiednie kierowanie pracą pługą.

LITERATURA

1. Aleszenko W. J.: Projektowanie i proizwodstwo planirowocznych rabot po mietodu prodolnych połos (profilej). *Gidrotiechnika i melioracja*, nr 5, 1963.
2. Bac S.: Wpływ pracy pługą na przemieszczanie gleb. *Rocz. Nauk rol.*, t. 54, z. 1, 1950.

3. Burcalow F. V., Johannes R. F., Peterson A. A.: Land forming. College of Agriculture, Madison, 1960.
4. Frevert R. K., Schwab G. O., Edminster T. W., Barnes K. K.: Soil and water conservation engineering. New York, London, 1955.
5. Jacobson P., Strong D. C.: Erosion Control with Bench Terraces and Tilted Outlets. International Commission on Irrigation and Drainage. Seventh Congress, R. 21.
6. Mazurek T.: Wyrównywanie powierzchni pól wstęgowych na zboczu lessowym w Werbkowicach. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 130, 1972.
7. Oktaba W.: Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa. PWN, Łódź-Warszawa, 1962.
8. Orlik T., Mazurek T.: Częściowe tarasowanie pól wstęgowych. Inf. Roln. RZD w Końskowoli, Warszawa, 1968.
9. Sobolew S. S.: Razwitiye erozjonnych procesow na teritorii jевропейской czasti SSSR i borba s nimi. t. 2, Moskwa, 1960.
10. Ziemnicki S.: Kierowanie zmianami ukształtowania terenu przy pomocy zabiegów przeciwoerozyjnych w Sławinie. Roczn. Nauk rol. ser. F, t. 71, z. 1, 1955.
11. Ziemnicki S.: Wprowadzenie przeciwoerozyjnego układu pól na czarnoziemie w Werbkowicach. Roczn. Nauk rol. ser. F, t. 71, z. 1, 1955.
12. Ziemnicki S.: Einzelheiten über die Verbaug eines Erosiongrabens. Die Deutsche Landwirtschaft, nr 12, Berlin, 1958.
13. Ziemnicki S.: Ochrona gleby przed erozją wodną w Elizówce. Ann. UMCS, Sect. E, vol. 15, 1960.
14. Ziemnicki S.: Zmiany urzeźbienia terenu w Sławinie pod wpływem zabiegów przeciwoerozyjnych w latach 1948—1958. Roczn. Nauk rol. ser. F, t. 74, z. 2, 1960.
15. Ziemnicki S.: Ploughed-on terraces as a measure against water erosion of soils. Roczn. glebozn. t. 14, dod. 1964.
16. Ziemnicki S.: Melioracje przeciwoerozyjne w okresie 10 lat w Elizówce. Procesy erozyjne i problem ochrony gleby w Polsce. WSR w Lublinie, Katedra Melioracji Roln. z. 2, PWRiL, Warszawa 1968.
17. Ziemnicki S.: Przykład zastosowania kolmatacji dla odwodnienia terenu. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. 130, 1972.

СТЕФАН ЗЕМНИЦКИ, ТАДЕУШ МАЗУРЕК

ПРИМЕНЯЕМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗЕМЛИ В ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕЛИОРАЦИЯХ

Резюме

Машины применяемые в земляных работах нашли широкое применение в мелиорационных работах. Они используются тоже в проводимых противоэрозионных мелиорациях. К более существенным мероприятиям защиты почв проводимых при участии машин принадлежат террасы — дамбы (хребтовые террасы), ступенчатые террасы а также русла (канавы) земляные для отвода воды.

В работе даны два примера применения экскаватора для проведения опытных работ по защите почвы перед эрозией. Первый пример — террасирование участка ленточно-образного поля 100 м длины для уменьшения наклона с 30 до 20%. Второй пример это выравнивание части ленты засыпанием углубления на склоне. Эти углубления (долинки) образуются на склоне в результате размыва размоин и эрозионных рытвин, которые засыпываются в процессе обработки земли. В этих местах образуются устойчивые понижения с переувлажнёнными почвами, что задерживает начало весенней вегетации.

На рис. 1 показан план части пахотных полей Опытной станции Элизувка, где проводились опыты.

Профили через террасированный склон показаны на рис. 2. После изготовления террасы, на ней происходят в течение последующих годов дальнейшие изменения в результате процессов эрозии и работы плуга, который пересовывает почву вниз по склону. Свойства почв показаны в табл. 1 и 2, а в табл. 3 сопоставляется урожай из поверхности террасы со средним урожаем хозяйства.

Засыпывание углублений на склоне представляет рис. 4 и 5. Общий вид склона показан на рис. 3. Земляные работы проводились в 1964 г., а результаты контролировали до 1969 г. Исследовались разницы увлажнения почв засыпанного углубления и почв на срезанном хребте и итоги сопоставлялись с данными контрольного понижения и хребта в неизменном состоянии. Оказалось, что разницы в увлажнению между углублением и хребтом резко падают после выравнивания этих форм. Это показывает рис. 6, где вводится понятие сопоставительного показателя влаги. Величины показателя за время от 1964 до 1969 гг. помещены в табл. 4, а величины урожая в табл. 5.

В работе приводятся также результаты опытов проводившихся в Польше с изменением микрорельефа путём задерживания наилок, а также примеры постройки земляных дамбов для формирования параллельных террас в США. На рис. 7 и 8 показаны дамбы и шлюз, вертикальный отрезок которого можно продлить в зависимости от скорости процесса аккумуляции наилок и повышения основания.

Способ решения показан на рис. 8 можно, после соответствующей адаптации, применять в Польше.

STEFAN ZIEMNICKI, TADEUSZ MAZUREK

APPLICATION OF MECHANICAL EARTH MOVING EQUIPMENT TO ANTI-EROSION CONTROL MEASURES

Summary

Machines for earthworks are wide spread in melioration practice. They are also used for erosion control works. The most important soil-protecting measures done with the help of machines are ridge terraces, bench terraces, and drainage ditches.

In the paper two examples of using bulldozer for experimental works on soil protection against erosion are presented. The first example is terracing on 100 m stretch of strip fields to decrease the slope from 30% to 20%. The second example is the levelling of the part the strip by filling the depression in the slope with soil. Such shallow valleys are created in the slope as a result of washing out rills and drainage ditches which are filled while tilling. In these places permanent depressions with overmoist soils are formed which cause late spring tillage.

Fig. 1 shows a plan of a part of cropland area at the Research Station Elizówka, where the experiments were carried out.

The cross-section of terraced slope is presented in Fig. 2. Having once made the terrace, the coming years brought further changes as a result of erosion and of the use of plough causing the soil sliding downhill. Soil properties are shown in Tables 1 and 2, while Table 3 shows the comparison of the yields from the bench of the terrace to an average yield of the farm.

Filling up the depression on the slope is presented in Fig. 4. and 5. The general view of the slope is shown in Fig. 3. Landworks were done in 1964 and the results tested in 1969. The differences in moisture between the levelled depression and cut ridge and the control depression and ridge were investigated. It turned out that

the common differences in moisture between the depression and ridge are much smaller after levelling. It is shown in Fig. 6 where the term comparative coefficient of moisture has been introduced. The value of this coefficient for the period from 1964 to 1969 is given in Table 4, while the yield value — in Table 5.

In the work the findings from the experiments carried out in Poland with the change of land survey as a result of sediment deposition and the example of building dams while forming parallel terraces in the United States are also presented. Figs. 7 and 8 show dams and an output, the vertical segment of which is lengthened according to the speed of sedimentation and the rising of the terrain.

The construction presented in Fig. 8 can be applied in Poland after an appropriate adaptation.