

WYRÓWNYWANIE POWIERZCHNI PÓL WSTĘGOWYCH NA ZBOCZU LESSOWYM W WERBKOWICACH

Tadeusz Mazurek

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

WSTĘP

Pola wstęgowe wprowadzane na zboczach lessowych, jako jeden z podstawowych elementów melioracji przeciwoerozyjnych, często posiadają na swej powierzchni zagłębienia w postaci niewielkich, podłużnych dolinek przebiegających zgodnie ze spadkiem zboczy oraz równoległe do nich przebiegające „grzbiety”. Stan taki jest przyczyną zróżnicowania warunków siedliskowych roślin w obrębie poszczególnych pól wstęgowych, które z reguły są również polami płodozmianowymi [15, 16]. W zagłębieniach występują gleby o innej wartości użytkowej niż na grzbietach. Gleba tu znacznie wolniej obsycha niż w innych, wyżej położonych punktach pola, a w związku z tym opóźniają się terminy rozpoczęcia prac polowych. Uprawa „sfalowanej” powierzchni jest utrudniona i gorsza jakościowo. Ponadto zagłębienia sprzyjają koncentracji spływów powierzchniowych co powoduje nasilanie się procesów erozyjnych.

Na ujemny wpływ zagłębień terenowych występujących w obrębie pól wstęgowych po raz pierwszy zwrócił uwagę Ziemnicki, w czasie realizacji swego projektu ochrony gleby przed erozją wodną na polach Zakładu Doświadczalnego w Elizówce [19]. Autor projektu, podłużne zagłębienia o głębokości 0,6 do 1,0 m przebiegające równoległe do zasadniczego spadku zbocza, nazywa „nieckami smużnymi”. Na innych terenach spotyka się zagłębienia o głębokościach znacznie większych niż podane wyżej. Występowanie niecek jest charakterystyczne dla terenów lessowych ulegających silnej i umiarkowanej erozji, których powierzchnia tylko w południowej części województwa lubelskiego wynosi ok. 350 tys. ha [17, 20]. Stosowane metody poprawienia stosunków wilgotnościowych w nieckach smużnych, za pomocą drenowania faszynowego lub wyrównywania pól wstęgowych przez stopniowe podnoszenie dna niecki wskutek zastosowania przegród faszynowych umożliwiającym zamulenie, nie dały zadowalających rezultatów. Dlatego zdecydowano się na przeprowadze-

nie doświadczenia polegającego na mechanicznym wyrównywaniu niecek, chociaż w wyniku robót ziemnych narusza się naturalny układ warstw glebowych, a w związku z tym istnieje niebezpieczeństwo okresowego obniżenia wysokości plonów. Wybrano dwie niecki smużne o podobnej rzeźbie. Jedną objęto projektem wyrównania a drugą pozostawiono jako kontrolną. Doświadczenie przeprowadzono w latach 1966—1969 na polach Zakładu Doświadczalnego IUNG w Werbkowicach k. Hrubieszowa.

W pracy tej, w oparciu o badania własne i literaturę [1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 18, 21, 22, 23] podjęto próbę opracowania metody projektowania i sposobu mechanicznego wyrównywania powierzchni pól wstęgowych położonych na zboczach lessowych. Szczególną uwagę zwrócono na zagadnienie najistotniejsze — na efekt wyrównania. Za podstawę do oceny skuteczności wykonanego zabiegu brano głównie pod uwagę wysokość plonowania roślin, obserwacje zjawisk erozyjnych oraz zmianę uwilgotnienia gleby. Temat pracy dotyczy wyrównywania niecek smużnych występujących w obrębie pól wstęgowych, wchodzi jednak do zagadnienia o wiele szerszego dotyczącego sztucznego formowania powierzchni dla celów rolniczych.

CHARAKTERYSTYKA TERENU

Zakład IUNG Werbkowice położony jest przy szosie Zamość — Hrubieszów w odległości 12 km od Hrubieszowa. Obszar ten należy do Wyżyny Lubelskiej. Występujące tu lessy osiagają głębokość do 30 m [6]. Średnie wzniesienie nad poziomem morza wynosi 200 m, deniwelacje względne dochodzą do 25 m. Najczęściej spotykane spadki zboczy wahają się w granicach od 6 do 10%. Spotyka się zbocza różnej długości. Obok zboczy krótkich występują zbocza o długościach do 200 m i większych.

Gleby powstały z utworów lessowych. Na wierzchowinach występują czarnoziemy zdegradowane na lessie. Na zboczach zalegają głównie gleby lessowe, które powstały na miejscu czarnoziemów zdegradowanych zmytych (po usunięciu lasów) pod wpływem działania erozji powierzchniowej. Trzeci rodzaj gleb omawianego terenu stanowią gleby namyte próchnicze. Gleby te powstały i tworzą się obecnie w dolinach i zagłębieniach terenu, z materiału zmywanego z gleb lessowych [3]. Na podstawie własnych badań glebowych ustalono, że w nieckach smużnych występują bogate gleby próchnicze o znacznej miąższości, w niektórych przypadkach przekraczającej 2 m. Zawartość próchnicy w tych glebach osiąga czasem 4%. Natomiast na grzbietach występują gleby lessowe ulegające silnej erozji. Obok erozji wodnej bardzo dużą rolę odgrywa tu tzw. erozja narzędziowa. Profil gleby położonej na grzbiecie składa się z warstwy próchnicznej o miąższości 25 do 30 cm (jest to właściwie warstwa orna) zalegającej bezpośrednio na skale lessowej lub warstwie przejś-

Tabela 1

Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb

Miejsce usytuowania odkrywki	Próbka z głębokości cm	Ciężar właściwy g/cm ³		Maksymalna chłonność wodna, kapilarna %		Poro- watość ogólna %	Objętość powietrza przy ma- ksymalnej chłonności wodnej, kapilarnej %	Pró- chnica %	CaCO ₃ %
		rzeczy- wisty	obję- toś- ciowy	wagowa	obję- tościowa				
Niecka	5—15	2,62	1,42	26,10	37,06	45,80	8,74	2,67	0,08
smużna	70—80	2,61	1,32	28,81	38,03	49,43	11,40	2,56	0,08
	170—180	nie badano						3,96	0,04
Grzbiet	5—15	2,63	1,28	35,56	45,52	51,33	5,81	1,76	6,74
	30—40	2,68	1,32	34,76	45,88	50,75	4,87	0,47	18,96

ciowej, o właściwościach zbliżonych do skały lessowej. W tabeli 1 podano niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleby występującej w niecce smużnej oraz na grzbiecie.

Na polach ornym Zakładu w 1951 r. Ziemiński wprowadził projekt ochrony gleby przed erozją [3]. Na zboczach wyodrębniono pola wstęgowe o szerokości 39 i 78 m. Występujące tu w obrębie pól wstęgowych niecki smużne charakteryzują się znacznymi rozmiarami. Przeciętne głębokości niecek wahają się w granicach 2 do 3 m, a niekiedy przekraczają 4 m. Szerokości niecek są rzędu kilkudziesięciu i więcej metrów.

Według mapy regionów klimatycznych Polski, Werbkowice znajdują się w klimacie Krainy Wielkich Dolin [14]. Średnia roczna temperatura wynosi 7,5°C, a średni roczny opad 600 mm [3]. Sumy opadów miesięcznych oraz średnie temperatury miesięczne w latach 1966—1969 według stacji meteorologicznej w Werbkowicach podano w tabeli 2 i 3.

Tabela 2

Sumy opadów miesięcznych i rocznych wg stacji meteorologicznej w Werbkowicach (mm)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Opad roczny
1966	58,8	76,0	26,6	36,5	58,6	98,0	74,6	83,9	22,9	94,9	76,2	40,4	747,4
1967	25,5	44,7	55,5	48,8	75,5	77,0	50,1	28,4	24,0	59,7	35,5	47,0	571,7
1968	29,0	41,0	12,2	40,6	49,4	76,9	96,5	90,6	84,1	75,1	45,1	30,0	670,5
1969	16,9	24,3	33,9	42,0	75,1	57,3	24,0	82,6	7,9	24,1	30,3	20,0	438,4

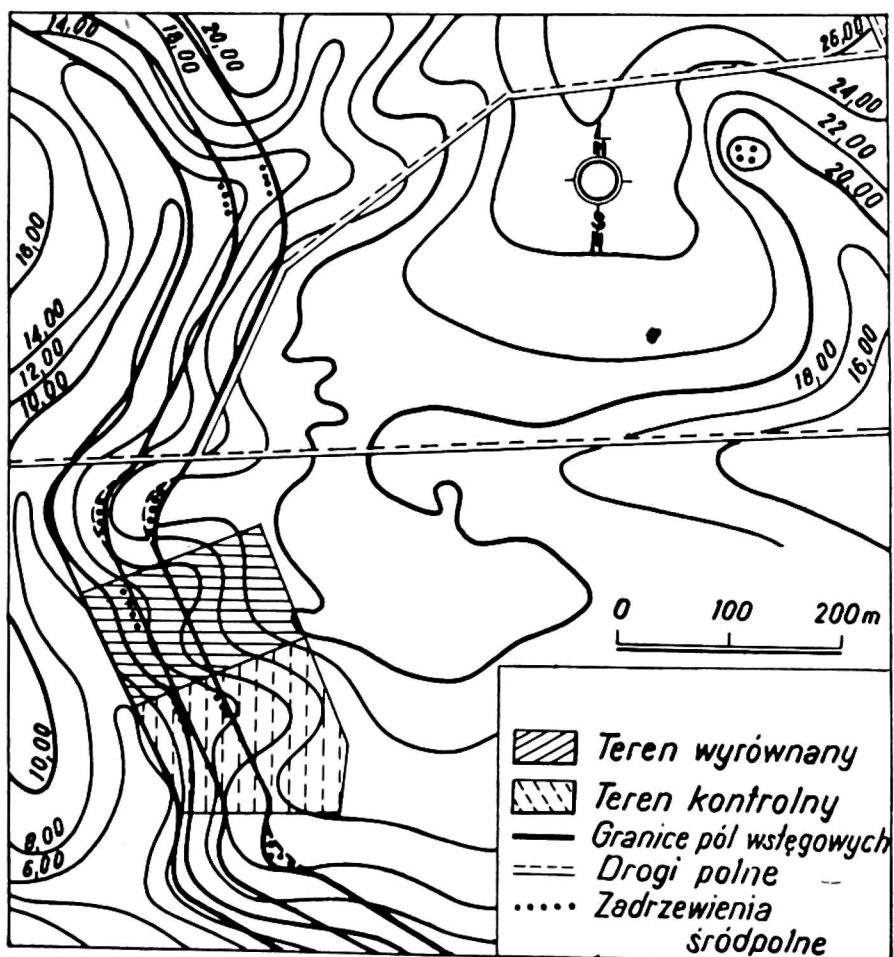
Tabela 3

Średnie miesięczne i roczne temperatury powietrza wg stacji meteorologicznej w Werbkowicach (°C)

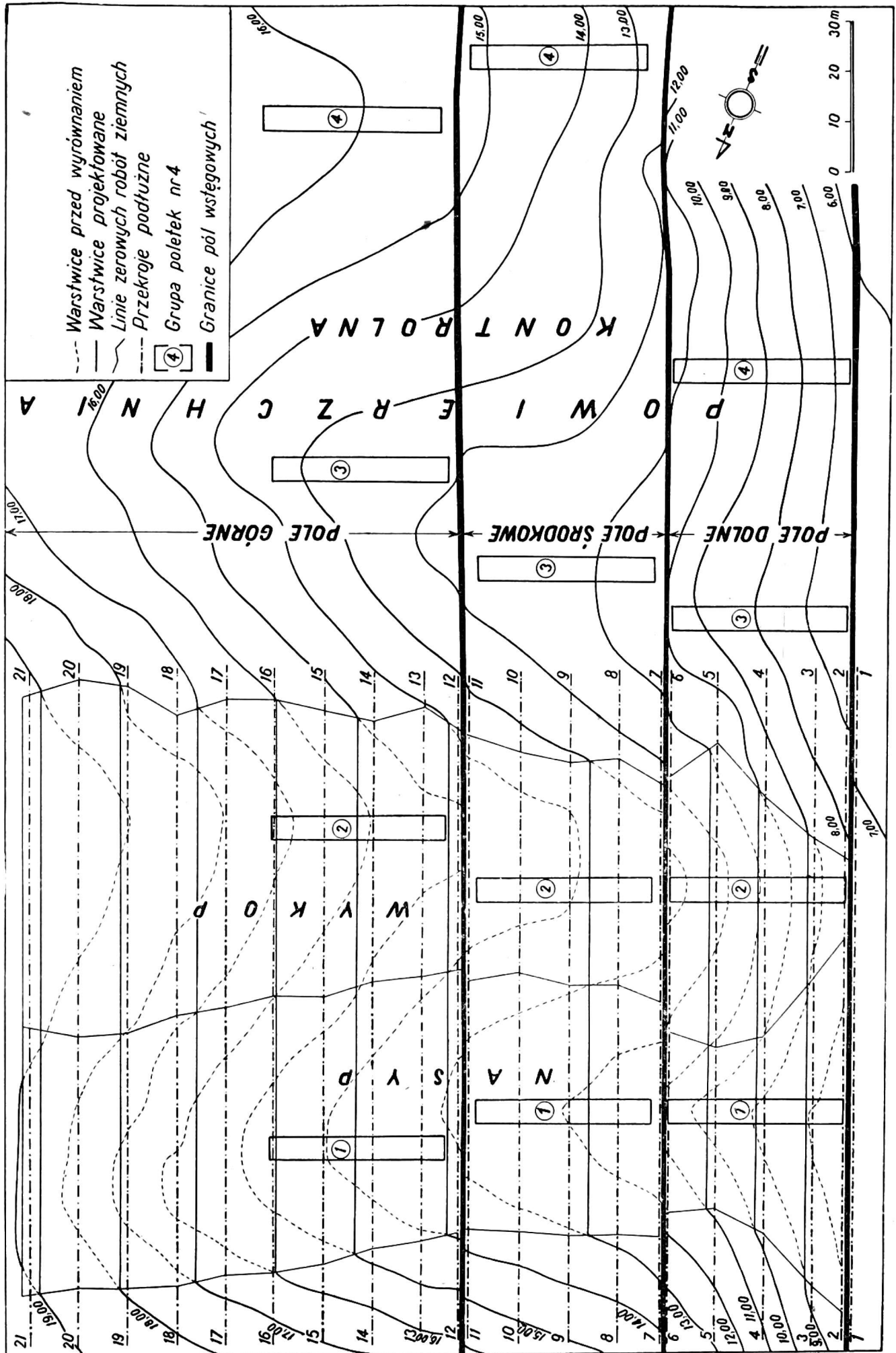
Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Średnia temperatura roczna
1966	-5,7	-0,3	2,5	9,3	14,2	16,2	18,2	16,6	11,6	11,3	1,9	-1,8	7,8
1967	-7,3	-2,1	3,4	8,0	13,7	16,6	18,9	16,8	15,9	10,5	4,2	-3,1	8,0
1968	-5,7	-1,2	1,9	9,0	12,5	17,9	16,8	16,6	13,1	7,3	3,2	-4,8	7,2
1969	-8,3	-5,4	-3,0	6,4	14,7	16,3	17,6	16,6	12,6	7,4	5,4	-8,0	6,0

PROJEKT FORMOWANIA ZBOCZA

Projekt, którym objęto zbocze o zróżnicowanych w granicach 3 do 14‰ spadkach i powierzchni ok. 2 ha (17885 m²), przewidywał zasypianie jednej niecki smużnej i ścięcie przebiegającego obok grzbietu. Przewidziana do wyrównania niecka smużna przebiegała przez trzy kolejno następujące po sobie pola wstęgowe: Pole Dolne o średniej szerokości 37 m,



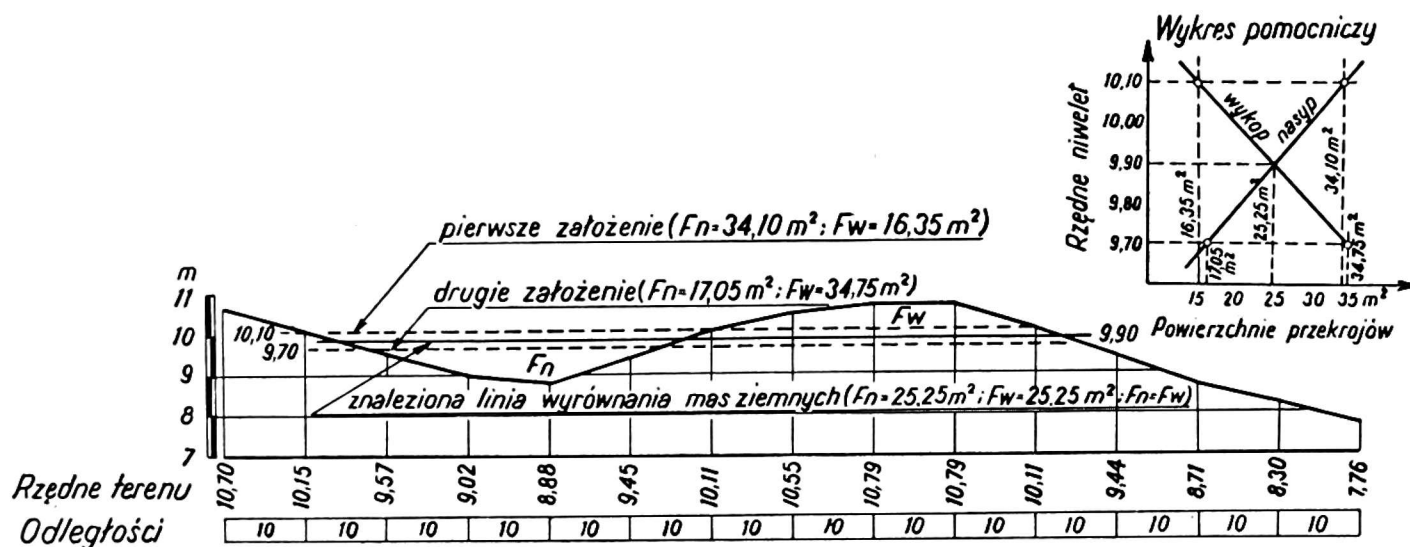
Rys. 1. Usytuowanie pola doświadczalnego w ZD IUNG Werbkowice



Rys. 2. Plan pól objętych doświadczeniem w ZD IUNG Werbkowice

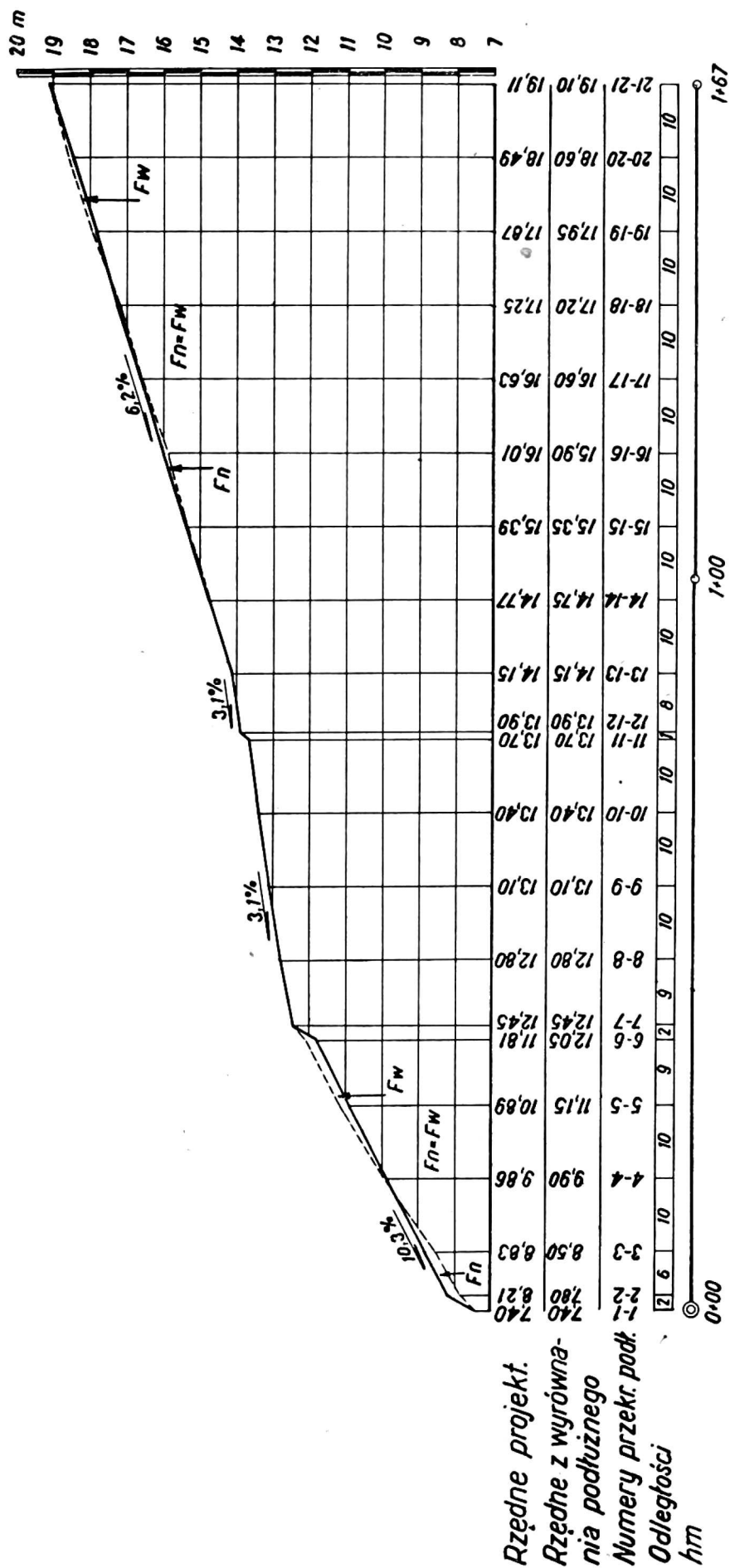
Pole Środkowe o szerokości 40 m oraz Pole Górne o szerokości ok. 90 m, które łagodnie przechodziło w wierzchowinę. U wylotu niecki smużnej do głównej doliny jej przekrój poprzeczny był zwarty, rozszerzał się stopniowo idąc ku górze. Usytuowanie pola objętego badaniami w ogólnej rzeźbie terenu wyjaśnia rys. 1. Szczegółowy plan sytuacyjno-wysokościowy tego pola, z naniesionym projektem wyrównania, przedstawiono na rys. 2.

Niwelację techniczną przewidzianą do wyrównania powierzchni wykonano w siatce kwadratów o boku 10 m. Dodatkowe punkty zaniwelowano w pobliżu granic pól wstęgowych i w miejscach wyraźnych załamania spadków. Wyniki niwelacji wykorzystano przy sporządzaniu planu sytuacyjno-wysokościowego, a przede wszystkim do wykonania przekrojów podłużnych (od 1—1 do 21—21), które były podstawą do opracowania projektu wyrównania mas ziemnych*. Na każdym przekroju podłużnym niweletę projektowano jako linię poziomą poprowadzoną w ten sposób, ażeby powierzchnia wyobrażająca wielkość nasypu była równa powierzchni wykopu. Zamiast posługiwania się metodą kolejnych przybliżeń, co jest uciążliwe, wykorzystano pomocnicze wykresy. Sposób wyznaczania linii wyrównania mas ziemnych w przekrojach podłużnych pokazano na przykładzie przekroju 4—4 (rys. 3). Dokładność tej metody uzależniona jest głównie od dokładności wykonania przekroju. Przy projektowaniu na skalę produkcyjną powinna ona być chętnie stosowana, ponieważ pozwala na jednoczesne obliczanie kubatury robót. W projekcie nie uwzględniono osiadania nasypu. Wykonanie robót przewidziano w projekcie spycharką, co zapewnia dobre zagęszczenie świeżo nasypanego gruntu, w czasie przejazdów maszyny.



Rys. 3. Wyrównywanie mas ziemnych w przekrojach podłużnych na przykładzie przekroju 4—4

* Przekrojami podłużnymi nazywano przekroje równoległe do granic pól wstęgowych, zaś poprzecznymi prostopadłe do granic. Przekroje podłużne zaznaczono na rys. 2, lecz do pracy nie załączono ich, ponieważ nie były konieczne do wyjaśnienia sposobu projektowania.



Rys. 4. Wyrównywanie mas ziemnych w przekroju poprzecznym

Na podstawie rzędnych niwelet otrzymanych z wyrównania mas ziemnych w przekrojach podłużnych, wykonano przekrój poprzeczny przez przewidziane do wyrównania trzy kolejne pola wstęgowe (rys. 4). Przekrój poprzeczny na odcinku Pola Środkowego okazał się wystarczająco regularny. Ten odcinek przekroju o spadku 3,1‰ pozostawiono bez zmian. Na Polu Dolnym z podłużnego wyrównania mas ziemnych otrzymano przekrój poprzeczny pola o stosunkowo dużym, na środkowym odcinku spadku wynoszącym 13,3‰ oraz dwóch załamaniach spadku. Przeprowadzono korektę tej części przekroju przestrzegając zasady równości powierzchni wyobrażających wielkość nasypu i wykopu ($F_n = F_w$). Przekrój na całej szerokości pola otrzymał jednolity spadek 10,3‰. Na tej samej zasadzie przeprowadzono również niewielką korektę przekroju poprzecznego Pola Górnego otrzymując niweletę w postaci linii prostej o spadku 6,2‰, przechodzącą łagodnie w dolnej części w ławkę szerokości 8 m o łagodnym spadku 3,1‰. Likwidacja ławki zwiększyłaby kubaturę robót, zaś pozostawienie ławki o małym spadku, na dole pola o dużej szerokości, może mieć dodatnie znaczenie w przypadku wystąpienia spływów powierzchniowych. W projekcie przewidziano zdjęcie i powtórne nałożenie warstwy próchnicznej o średniej grubości 15 cm. Umocnienie granic pól wstęgowych zaprojektowano w postaci opaski z pojedynczej kieszki faszynowej o średnicy 20 cm, wykonanej wzdłuż górnych krawędzi granic oraz darniowania granic na płask z przybiciem kołkami, pasem 0,5 m.

REALIZACJA PROJEKTU

Formowanie zbocza wykonano w okresie od 22 marca do 8 maja 1967 r. Roboty ziemne w całości wykonano przy pomocy typowej spycharki uniwersalnej D-259 A (ciągnik gąsienicowy S-100 wyposażony w osprzęt spycharkowy ze sterowaniem linowym). Prace wykonywano kolejno w obrębie poszczególnych pól wstęgowych, zaczynając od Pola Górnego. Dopiero po całkowitym zakończeniu robót na jednym polu, przechodzono na pole następne. W pierwszej kolejności zdejmowano z powierzchni przewidzianej do wyrównania górną warstwę gleby grubości ok. 15 cm i składano ją w przyzmy. Przy robotach wykonywanych mechanicznie trudno uniknąć wymieszania ziemi próchnicznej ze skałą lessową. Na polu wyrównanym w 15 cm górnej warstwie gleby znajdują się wstawki lessu, zaś wstawki ziemi próchnicznej spotykano w zasypanej niecce smużnej na głębokości 60 cm i głębiej. Wydobywanie próchnicy z dna niecki smużnej przy użyciu spycharki jest bardzo pracochłonne. Zastosowanie zgarniarek prawdopodobnie pozwoliłoby na wydobycie z niecek większych ilości bogatej gleby próchnicznej.

Po zdjęciu ok. 15 cm warstwy próchnicznej przystąpiono do wytyczenia głównych robót ziemnych. Rzędne projektowanych niwelet w po-

szczególnych przekrojach podłużnych odczytano z przekroju poprzecznego (rys. 4). Każdą niweletę utrwalono w terenie przez wyznaczenie, metodą poszukiwań niwelacyjnych, trzech punktów przecięcia niwelety z terenem. Od odczytanej z przekroju rzędnej niwelety odejmowano 15 cm. Punkty przecięcia z terenem tak obniżonych niwelet, utrwalano przy pomocy palików posiadających zacięcia w odległości 15 cm od góry palika. Paliki wbijano do głębokości zacięć. Główne roboty ziemne wykonywano nawiązując się do wysokości zacięć na palikach, zaś ziemię próchniczną rozprowadzano w nawiązaniu do górnych krawędzi palików. Łącząc prostymi utrwalone palikami punkty otrzymuje się linie przecięcia projektowanej płaszczyzny z terenem. Otrzymane linie nazywano „liniami zerowych robót ziemnych”. W terenie linie te tyczono po zdjęciu warstwy próchnicznej między zacięciami palików, natomiast na rys. 2 naniesiono linie zerowych robót ziemnych z uwzględnieniem warstwy próchnicznej. Poziom między utrwalonymi punktami utrzymywano przy pomocy krzyży niwelacyjnych. Zastosowany sposób tyczenia robót, oparty na wyznaczaniu linii zerowych robót ziemnych może być zalecany przy wykonywaniu podobnych robót. Pozwala on na dokładne wytyczenie robót za pomocą stosunkowo niewielkiej liczby niezbędnych tylko punktów stałych, których nadmierna ilość przeszkadzałaby w mechanicznym wykonywaniu robót. Przeciętne odchyłki między powierzchnią projektowaną a powierzchnią wyrównaną, wyliczone po przeprowadzeniu niwelacji kontrolnej, były rzędu kilku centymetrów.

W ciągu całego okresu robót spycharka pracowała bez zakłóceń, nawet na Polu Dolnym przy spadku zbocza osiągającym maksymalnie 14%. Na Polu Górnym przy średnich odległościach przemieszczania przekraczających niekiedy 70 m praca stawała się uciążliwa. Niewątpliwie przy większych odległościach bardziej ekonomiczną maszyną byłaby zgarbiarka.

Ogółem spycharka przepracowała 365 godzin, przemieszczając 11 079 m³ gruntu. Powierzchnia wyrównanych pól wynosi 17 885 m²: nasypu 8817 m², wykopu 9068 m². Przyjmując cenę za 1 godz. pracy spycharki 141,80 zł (Tymczasowy Cennik Najmu Maszyn i Sprzętu Melioracyjnego — 1966 r.), wartość robót ziemnych wynosi 51 757 zł. Wartość kosztorysowa robót umocnieniowych na granicach pól wstęgowych (opaska faszynowa, skarpowanie i darniowanie skarp) wg obowiązującego Zestawienia Cen Jednostkowych wynosi 5917 zł. Ogółem koszt wykonania robót na powierzchni 17 885 m² wyniósł 57 674 zł. W przeliczeniu na 1 ha wyrównanej powierzchni będzie to 32 247 zł. Biorąc jednak pod uwagę, że niecki smużne opóźniają uprawę na całym polu wstęgowym, koszt wyrównania należy liczyć w odniesieniu do całej powierzchni tego pola. Powierzchnia pól wstęgowych, przez które przebiega wyrównana niecka wynosi w zaokrągleniu 22 ha. Poza niecką zasypaną przez pola te przebiegają jeszcze 2 niecki. Orientacyjny koszt wyrównania niecek w obrębie omawianych

pól w przeliczeniu na 1 ha powierzchni pola wyniósłby niespełna 8 tys. zł. Jest to również dosyć wysoki koszt. Nie wyklucza on jednak możliwości stosowania formowania zboczy na skalę produkcyjną, szczególnie po przeprowadzeniu badań nad obniżeniem kosztów wyrównania przez wprowadzenie nowych typów maszyn i unowocześnienie wykonywania robót ziemnych.

PLONOWANIE ROŚLIN

Wysokość plonowania roślin mierzono na trzech polach wstęgowych, na powierzchni wyrównanej i powierzchni kontrolnej. Każde z pól na całej długości (powierzchnia wyrównana i kontrolna) było jednakowo uprawiane i nawożone. Doświadczenie nie miało żadnego wpływu na zmianowanie roślin, które było zgodne z płodozmianem Zakładu. Wyjątek stanowi rok 1967, kiedy przeciągające się do 8 maja roboty ziemne uniemożliwiały na Polu Środkowym i Polu Dolnym siew roślin przewidzianych w płodozmianie. Na powierzchni wyrównanej wymienionych dwóch pól zasiano wówczas wykę. Plonu wyki nie mierzono, ponieważ na polach kontrolnych były inne rośliny. Na podstawie obserwacji można tylko powiedzieć, że nie był to plon szczególnie niski, a raczej zbliżony do przeciętnego. Historię pól objętych badaniami podano w tabeli 4. Na każdym polu zakładano poletka doświadczalne w czterech punktach. Rozmieszczenie poletek wyjaśnia rys. 2. Grupy poletek oznaczone na planie numerem 1 położone są w miejscu zasypanej niecki smużnej, nr 2 na ściętym grzbiecie, nr 3 w niecce smużnej na powierzchni kontrolnej, nr 4 na kontrolnym grzbiecie. Plony zbierano z poletek o powierzchni 20 m² (4×5), w ośmiu lub czterech powtórzeniach. Do czterech powtórzeń ograniczano się z konieczności wskutek trudności organizacyjnych. Porównywano, oddzielnie w obrębie każdego pola wstęgowego, wysokość plonu uzyskanego w zasypanej niecce smużnej (punkt 1) z plonem w niecce smużnej na powierzchni kontrolnej (punkt 3) oraz wysokość plonu na ściętym grzbiecie (punkt 2) z plonem na grzbiecie kontrolnym (punkt 4).

W celu zbadania istotności różnic między wysokością plonowania roślin w porównywanych punktach, zastosowano test istotności t Studenta dla różnicy dwóch średnich normalnych [12]. Średnie wysokości plonu i wyniki obliczeń statystycznych podano w tabeli 5. Istotność różnic rozpatrywano przy 5% i 50% ryzyku błędu. Na Polu Górnym wysokość plonu mierzono w okresie trzech lat. Ponieważ pole to zostało wyrównane w pierwszej kolejności, już na wiosnę 1967 r. powierzchnia wyrównana, po wykonaniu na niej uprawek przedsięwziętych, włączona została do płodozmiaru produkcyjnego. Owies zasiano jednocześnie na całej długości pola w dn. 21 kwietnia. Rozwój owsa był na ogół słaby zarówno na części wyrównanej pola jak i na części kontrolnej. Różnice

Tabela 4

Historia pól doświadczalnych

Rok	Roślina	Nawożenie w kg/ha	Ważniejsze uprawy
Pole Górne			
1966	jęczmień jary (Browarny PZHR)	N — 0 P ₂ O ₅ — 58 K ₂ O — 144	orka przedzimowa, uprawki przedsięwne, siew w ilości 1, 4 q/ha, 1. IV, zbiór — 1. VIII.
1967	owies (Udycz Żółty)	N — 18 P ₂ O ₅ — 46 K ₂ O — 87	kultywator, orka, uprawki przedsięwne, siew w ilościach 1, 41 q/ha, 21. IV, zbiór — 27. VII.
1968	ziemniaki (Pionier, Merkury, Uran)	N — 60 P ₂ O ₅ — 52 K ₂ O — 100	podorywka, orka przedzimowa, orka wiosenna, uprawki przedsięwne, sadzenie w ilości 25 q/ha 17. V., uprawki pielęgnacyjne, zbiór — 18. IX.
1969	jęczmień jary (Browarny PZHR)	N — 42 P ₂ O ₅ — 52 K ₂ O — 82	orka przedzimowa, uprawki przedsięwne, siew w ilości 1, 54 q/ha, 28. IV, zbiór — 2. VIII.
Pole Środkowe			
1966	groch (Wiktorja)	N — 0 P ₂ O ₅ — 48 K ₂ O — 80	podorywka, orka przedzimowa, uprawki przedsięwne, siew w ilości 2,0 q/ha, 24. III zbiór — 27. VIII.
1967	pszenica ozima (Eka Nowa)	N — 26 P ₂ O ₅ — 42 K ₂ O — 68	talerzówka, orka, uprawki przedsięwne, siew w ilości 1,44 q/ha, 17. IX, zbiór — 8. VIII.
1968	żyto ozime (Włoszanowskie)	N — 28 P ₂ O ₅ — 51 K ₂ O — 100	talerzówka, orka, uprawki przedsięwne, siew w ilości 1,50 q/ha, 20. IX, zbiór — 12. VII.
1969	ziemniaki (Wyszoborskie)	N — 129 P ₂ O ₅ — 40 K ₂ O — 89	podorywka, orka przedzimowa, orka wiosenna, uprawki przedsięwne, sadzenie w ilości 25 q/ha 29. V, uprawki pielęgnacyjne, zbiór — 30. IX.
Pole Dolne			
1966	pszenica ozima (Biezostaja)	N — 19 P ₂ O ₅ — 59 K ₂ O — 109	podorywka, orka, uprawki przedsięwne, siew w ilości 2,2 q/ha, 29. IX, zbiór — 28. VII.
1967	groch (Wiktorja)	N — 0 P ₂ O ₅ — 41 K ₂ O — 72	podorywka, orka przedzimowa, uprawki przedsięwne, siew w ilości 2,3 q/ha, 4. IV, zbiór — 25. VII.
1968	pszenica ozima (Olza)	N — 32 P ₂ O ₅ — 50 K ₂ O — 100	talerzówka, orka, uprawki przedsięwne, siew w ilości 1,84 q/ha, 25. IX, zbiór — 18. VII.
1969	żyto ozime (Włoszanowskie)	N — 20 P ₂ O ₅ — 48 K ₂ O — 62	podorywka, orka, uprawki przedsięwne, siew w ilości 1,55 q/ha, 14. IX, zbiór — 23. VII.

W 1967 r. pszenicę ozimą na Polu Środkowym oraz groch na Polu Dolnym zasiano tylko na powierzchni kontrolnej. Na powierzchni wyrównanej zasiano wykę na zielonkę, nie stosując żadnego nawożenia.

Tabela 5

Plonowanie roślin na polach wyrównanych i kontrolnych oraz wyniki obliczeń statystycznych

Rok roślina	Porównywane punkty	Średni plon w kg z poletka o pow. 20 m ²	Plon q/ha	Wariancje S ² 1,2	t ⁰	Ilość powtó- rzeń	Istotność różnicy przy:	
							t _{0,5} = =0,718 lub t _{0,5} =0,692	t _{0,05} = 2,447 lub t _{0,05} =2,145
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pole Górne								
1967	1 — zasypana niecka smużna	2,81	14,05	0,0252	1,752		i (+)	n i
Owies (ziarno)	3 — niecka smużna	2,67	13,35	0,0195				
	2 — ścięty grzbiet	2,26	11,30	0,1166	4,247	8	i (-)	i (-)
	4 — grzbiet	2,88	14,40	0,0326				
1968	1 — zasypana niecka smużna	51,9	241,3	108,75	0,287		n i	n i
Ziemniaki (kłęby)	3 — niecka smużna	50,0	232,5	22,68		4		
	2 — ścięty grzbiet	41,5	193,0	12,06	4,263		i (-)	i (-)
	4 — grzbiet	51,6	239,9	4,78				
1969	1 — zasypana niecka smużna	5,95	29,75	0,2450	2,704		i (+)	i (+)
Jęczmień jary	3 — niecka smużna	3,90	19,50	1,4788		4		
(ziarno)	2 — ścięty grzbiet	5,11	25,55	0,5248	1,322		i (-)	n i
	4 — grzbiet	6,08	30,40	1,0911				
Pole Środkowe								
1966	1 — niecka smużna przewidziana do wyrównania	3,71	18,55	0,0553	0,920		i	n i
Groch (nasiona)	3 — niecka smużna	3,83	19,15	0,0638		8		
	2 — grzbiet przewi- dziany do wy- równania	3,76	18,80	0,0417	0,194		n i	n i
	4 — grzbiet	3,78	18,90	0,0327				
1968	1 — zasypana niecka smużna	4,78	23,90	0,2106	3,252		i (+)	i (+)
Żyto (ziarno)	3 — niecka smużna	3,45	17,25	0,9627		8		
	2 — ścięty grzbiet	3,22	16,10	0,7925	0,508		n i	n i
	4 — grzbiet	3,03	15,15	0,1857				
1969	1 — zasypana niecka smużna	45,7	247,2	85,18	0,403		n i	n i
Ziemniaki (kłęby)	3 — niecka smużna	48,3	261,3	39,54		4		
	2 — ścięty grzbiet	43,6	235,9	10,04	1,127		i (+)	n i
	4 — grzbiet	40,5	219,1	12,68				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pole Dolne								
1968	1 — zasypana niecka							
Pszenica	smużna	5,47	27,35	0,8066	1,708		i (—)	n i
(ziarno)	3 — niecka smużna	6,16	30,80	0,3347		8		
	2 — ścięty grzbiet	4,27	21,35	0,5230	2,783		i (—)	i (—)
	4 — grzbiet	5,55	27,75	0,9544				
1969	1 — zasypana niecka							
Żyto	smużna	3,49	17,45	0,8855	0,418		n i	n i
(ziarno)	3 — niecka smużna	3,20	16,00	0,5563		4		
	2 — ścięty grzbiet	2,55	12,75	0,4238	2,658		i (—)	i (—)
	4 — grzbiet	3,83	19,15	1,3666				

Plony ziemniaków w 1968 r. zbierano (i podano w tabeli) z poletek o powierzchni 21,5 m², a w 1969 r. z poletek o powierzchni 18,5 m². Plony grochu na Polu Środkowym w 1966 r. zebrano przed wyrównaniem pola. Oznaczenia: n i — różnica nie jest istotna, i (+) — różnica jest istotna na korzyść pola wyrównanego, i (—) — różnica jest istotna na korzyść pola kontrolnego.

między polem kontrolnym i zasypaną niecką smużną były niedostrzegalne. Natomiast na ściętym grzbiecie owies był wyraźnie słabiej wyrosnięty. W pierwszym roku po wyrównaniu zaznaczyła się tendencja do wyżki plonu w miejscu zasypanej niecki smużnej w stosunku do niecki smużnej na kontrolnej części pola (istotność różnic przy 50% ryzyku błędu). W 1968 r. różnice w wysokości plonu między dwoma wymienionymi punktami nie były istotne. Natomiast w 1969 r. różnica była istotna na korzyść zasypanej niecki nawet przy 5% ryzyku błędu. Plon jęczmienia na terenie zasypanej niecki smużnej był o ok. 10 q/ha wyższy niż w niecce kontrolnej. Główną przyczyną różnic było wyleganie jęczmienia w niecce smużnej na polu kontrolnym. Porównanie ściętego grzbieta z grzbieciem kontrolnym wypadło na niekorzyść ściętego grzbieta. W 1967 i 1968 r. różnice były istotne, w 1969 r. stwierdzono tylko istotność różnic przy 50% ryzyku błędu, a więc również tendencję do niżki plonu na ściętym grzbiecie. Prowadzone obserwacje potwierdzają wyniki uzyskane na podstawie pomiaru wysokości plonu. W miejscu ściętego grzbieta rośliny rozwijały się słabiej niż w innych punktach pola.

Na Polu Środkowym wysokość plonu na powierzchni kontrolnej i wyrównanej porównywano w 1968 i 1969 r. Wymienione w tabeli 5 wysokości plonu grochu w 1966 r. odnoszą się do pola kontrolnego i pola przewidzianego do wyrównania. Różnice między porównywanymi punktami nie były istotne. Świadczy to o podobnych warunkach rozwoju roślin na polu kontrolnym i przewidzianym do wyrównania. W 1967 r. wysokości plonu nie mierzono ponieważ, jak już wspomniano wyżej, na polu kon-

trolnym i polu wyrównanym były dwie różne rośliny. W 1968 r. plon żyta z powierzchni wyrównanej niecki smużnej był istotnie wyższy od plonu uzyskanego w kontrolnej niecce smużnej. Różnica wynosiła ponad 6 q/ha. W kontrolnej niecce smużnej żyto częściowo wylegało. Natomiast nie obserwowano wylegania na powierzchni zasypanej niecki smużnej, gdzie żyto było wyjątkowo dobrze i równo wyrosnięte. Różnice między plonem żyta na grzbiecie kontrolnym i ściętym grzbiecie nie były istotne. W 1969 r. różnice w plonie ziemniaków między niecką kontrolną i wyrównaną nie były istotne, natomiast dosyć nieoczekiwanie stwierdzono istotność różnic przy 50% ryzyku błędu na korzyść ściętego grzbieta w porównaniu z grzbieciem kontrolnym.

Na Polu Dolnym, z przyczyn poprzednio podanych, wysokości plonu w 1967 r. nie mierzono. W 1968 i 1969 r. różnice w plonach na terenie wyrównanej niecki i niecki kontrolnej nie były istotne. Jednakże w 1968 r. stwierdzono tendencję zniżkową w wyrównanej niecce smużnej, w stosunku do niecki kontrolnej (różnice istotne przy 50% ryzyku błędu). W 1968 i 1969 r. stwierdzono istotność różnic na niekorzyść grzbieta ściętego w porównaniu z grzbieciem kontrolnym.

UWILGOTNIENIE GLEBY

Pomiar wilgotności gleby przeprowadzono trzykrotnie na Polu Środkowym. Przed wyrównaniem pola w dn. 19. IV. 1966 r. średnia wilgotność wagowa z trzech poziomów (10 cm, 50 cm, 100 cm) w niecce przewidzianej do wyrównania wynosiła 26,61%, a na grzbiecie — 17,87%. Na polu kontrolnym w niecce — 24,16%, na grzbiecie — 18,50%. Również przed wyrównaniem, w dn. 24. IV. 1967 r. wilgotność w niecce przewidzianej do wyrównania wynosiła 27,79%, na grzbiecie — 16,81%, zaś na polu kontrolnym: w niecce — 26,79%, na grzbiecie — 17,18%. Uzyskane wyniki świadczą o dużym zróżnicowaniu wilgotności w obrębie pola wstęgowego o naturalnej rzeźbie. Zróżnicowanie wilgotności na części pola przewidzianej do wyrównania było podobne (nawet nieznacznie większe) jak na polu kontrolnym. Po wyrównaniu pola pomiar wilgotności przeprowadzono w dn. 4. IV. 1968 r. Zróżnicowanie wilgotności na polu wyrównanym było niewielkie: średnia wilgotność w zasypanej niecce wynosiła 18,22%, na grzbiecie — 15,02%, podczas gdy zróżnicowanie wilgotności na polu kontrolnym było wyjątkowo duże. Średnia wilgotność w niecce kontrolnej wynosiła wtedy 25,09%, a na grzbiecie 13,59%. W wyniku wyrównania pola osiągnięto wyrównanie wilgotności gleby.

ZJAWISKA EROZYJNE

W latach 1967—1969 prowadzono obserwację zjawisk i rejestrację szkód erozyjnych na całej powierzchni pól doświadczalnych Zakładu, ze szczególnym uwzględnieniem powierzchni objętej doświadczeniem. Wy-

mieniony okres charakteryzował się umiarkowanym (przeciętnym) nasileniem procesów erozyjnych. Zarejestrowane żłobiny erozyjne i niewielkie namywy na powierzchni pól były likwidowane podczas zwykłych zabiegów uprawowych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że żłobiny w miejscu zasypanej niecki smużnej rejestrowane po przejściu spływów roztopowych, były z reguły mniejszych rozmiarów niż żłobiny występujące w niecce kontrolnej.

W okresie wykonywania robót ziemnych od 22 marca do 8 maja opady dobowe nie przekraczały 15 mm. Maksymalny opad dobowy w wysokości 14,7 mm wystąpił 24. IV. Mimo, że roboty były w toku (rozkopana powierzchnia Pola Środkowego, przyzmy zgromadzonej próchnicy, świeżo obsiane bezpośrednio po wyrównaniu Pole Górne), opady te nie wywołały zniszczeń w postaci zsuwów mas ziemnych, nie wpłynęły też decydująco na przebieg robót. Występujące okresowo w czasie deszczów nadmierne uwilgotnienie gleby utrudniało w pewnym stopniu roboty powodując oblepianie się lemiesza spycharki, szczególnie przy zdejmowaniu i nakładaniu warstwy próchnicznej. Miało to miejsce w trzeciej dekadzie marca, kiedy opad dekadowy osiągnął 55,5 mm oraz w trzeciej dekadzie kwietnia przy opadzie dekadowym równym 48,3 mm. Dwa tygodnie po całkowitym zakończeniu robót ziemnych, w dn. 23 maja wystąpił krótkotrwały opad o dużym natężeniu (opad dobowy 18,2 mm) tym groźniejszy, że poprzedzony w dn. 22 maja opadem dobowym w wysokości 20,1 mm. Na niektórych nie okrytych jeszcze zwartą szatą roślinną polach Zakładu oraz na niektórych drogach śródpolnych, opad ten wywołał erozję żłobinową. Na powierzchni wyrównanej Pola Górnego, gdzie owies dostatecznie dobrze osłaniał glebę oraz na wyrównanej powierzchni Pola Środkowego i Dolnego, gdzie zasiana przed dwoma tygodniami wyka praktycznie nie dawała żadnej osłony, erozji żłobinowej nie stwierdzono.

Najwyższy opad dobowy (41,5 mm) całego okresu obserwacji 1967—1969 odnotowano 1. IX. 1968 r. Deszcz miał przebieg gwałtowny — w ciągu ok. 30 minut spadło 30 mm deszczu. Na polach Zakładu nie objętych układem wstęgowym i pozbawionych okrywy biologicznej oraz drogach śródpolnych, deszcz ten wywołał erozję żłobinową. Na Polu Górnym rosły wówczas ziemniaki. Poprzeczne do spadku redliny i części nadziemne roślin dostatecznie chroniły glebę przed erozją. Zabezpieczone Pole Górne miało prawdopodobnie dodatni wpływ na niżej położone Pole Środkowe, a następnie Pole Dolne gdzie w sierpniu wykonano podorywkę i gdzie mimo tego ulewny deszcz nie spowodował wystąpienia erozji żłobinowej. Podobnie jak na części wyrównanej zbocza tak i na części kontrolnej erozji żłobinowej nie stwierdzono.

Do innego rodzaju zjawisk posiadających wpływ na rozwój procesów erozyjnych a także i zimowanie roślin należy rozmieszczenie pokrywy śnieżnej. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji ogólnie można po-

wiedzieć, że rozmieszczenie pokrywy śnieżnej na polach wyrównanych jest bardziej równomierne niż na polach kontrolnych. Na zboczu wyrównanym występuje mniej powierzchni pozbawionych zupełnie okrywy niż na zboczu kontrolnym, gdzie grzbiety z reguły są odkryte, podczas gdy w nieckach gromadzą się znaczne ilości śniegu.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

Na każdym z pól wstęgowych w miejscu ściętego grzbietu często otrzymywano niskie plony, niższe niż na grzbiecie kontrolnym. Natomiast w miejscu zasypanej niecki smużnej uzyskiwano plony stosunkowo wysokie, nawet w porównaniu z plonami na najżyźniejszej części pola kontrolnego jaką jest niecka smużna. Wyrównanie więc niecki smużnej nie wpływa na obniżenie plonu lecz przeciwnie, daje się zauważyć tendencję do wzrostu plonu. Główną przyczyną zróżnicowania wysokości plonu na powierzchni wyrównanej jest zaleganie macierzystej skały lessowej, w miejscu ściętego grzbietu, bezpośrednio pod nasuniętą kilkunastocentymetrową warstwą próchniczną. Przemieszczona i wymieszana skała lessowa jest znacznie lepszym podłożem. Zanim będzie można zalecić wprowadzenie wykonanego doświadczenia do produkcji, potrzebne są dalsze badania nad melioracją (poprawieniem) podłoża w miejscu ściętego grzbietu. Już w czasie wyrównywania zbocza, przed nałożeniem warstwy próchnicznej, warto by sprawdzić skuteczność przeorania skały lessowej (możliwie najgłębiej) w miejscu ściętego grzbietu lub wprowadzenia do podłoża warstwy nawozu organicznego. Celowe także będą badania nad zastosowaniem zwiększonych dawek nawożenia lub wprowadzeniem roślin strukturotwórczych. Niewątpliwie będzie również można zwiększyć wartość użytkową powierzchni wyrównanej przez wydobyć z niecek smużnych większych niż w doświadczeniu ilości bogatej ziemi próchnicznej i rozprowadzenie jej na wyrównanym terenie. Wykonanie tego zabiegu wyłącznie spycharkami jest uciążliwe. Wydaje się, że zastosowanie zgarniarek łącznie ze spycharkami znacznie ułatwiłoby wykonanie robót.

Wyrównanie zbocza wpłynęło w decydujący sposób na zmniejszenie zróżnicowania wilgotności gleby między skrajnie uwilgotnionymi punktami pola wstęgowego.

Na wyrównanej powierzchni zbocza zarówno w czasie wykonywania robót jak i w pierwszych latach po wyrównaniu należy się oczywiście liczyć z możliwością rozmycia powierzchni a nawet zsuwów mas ziemnych, lecz raczej przy spadkach zboczy przekraczających 15% lub w wypadku wyjątkowo niekorzystnego przebiegu zjawisk klimatycznych. W czasie prowadzenia doświadczenia zjawiska tego typu nie wystąpiły. Wskutek wyrównania powierzchni osiągnięto rozproszenie spływów powierzchniowych. Szkody erozyjne były na ogół mniejsze na powierzchni

wyrównanej niż w kontrolnej niecce smużnej. Ponadto na polu wyrównanym jest korzystniejszy (bardziej wyrównany) rozkład pokrywy śnieżnej.

Zastosowany sposób projektowania i wykonania robót może być zalecany w produkcji w przypadku wyrównywania niecek smużnych za pomocą spycharek. Zastosowanie innych maszyn będzie wymagało wprowadzenia pewnych zmian w metodzie wykonania.

Koszt formowania powierzchni jest stosunkowo wysoki. Formowanie zboczy może być stosowane na skalę produkcyjną, po przeprowadzeniu badań nad możliwością obniżenia kosztów wyrównania przez wprowadzenie nowych typów maszyn i unowocześnienie wykonywania robót ziemnych. Ważna jest również sprawa podniesienia plonowania roślin w miejscu ściętego grzbietu.

LITERATURA

1. Aleszczenko W. J.: Projektowanie i proizvodstwo planirowocznych rabot po mietodu prodolnych połos (profilej). *Gidrotiehnika i melioracja*, nr 5, 1963.
2. Burcalow F. V., Johannes R. F., Peterson A. E.: *Land forming*. College of Agriculture, Madison, 1960.
3. Dobrzański B., Ziemnicki S.: Projekt układu pól na erodowanych czarnoziemach w Werbkowicach. *Ann. UMCS, Sect. E*, vol. 6, 1951.
4. Dyżewski A.: *Technologia i organizacja budowy*. Arkady, Warszawa, 1965.
5. Jacyna W.: *Obliczanie objętości robót ziemnych*. Warszawa, 1952.
6. Jahn A.: *Wyżyna Lubelska*. Warszawa, 1956.
7. Kluźniak S.: *Geodezja*. PZWS, Warszawa, 1952.
8. Kollis W.: *Przewodnik budownictwa wodno-melioracyjnego*. PWRiL, Warszawa, 1955.
9. Łapin P. J.: Projektowanie planirowki oroszajemych ziemiel pod nakłonnaju płoskost. *Gidrotiehnika i melioracja*, nr 5, 1963.
10. Mihai Gh., Ionescu V.: *Ghid pentru combaterca eroziunii solului*. Editura Agro-Silvica, Bucuresti, 1963.
11. Offengenden S. R.: *Planirowka oroszajemych ziemiel*. *Gidrotiehnika i melioracja*, nr 5, 1963.
12. Oktaba W.: *Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa*. PWN, Łódź—Warszawa, 1962.
13. Prochal P.: *Zwalczanie erozji liniowej w terenach górskich i podgórskich*. *Wiad. IMUZ*, t. 5, z. 1, 1964.
14. Romer E.: *Regiony klimatyczne Polski*. *Prace Wrocławskiego Tow. nauk.*, ser. B, nr 16, 1949.
15. Zaleski T.: *Porównanie plonowania roślin w terenie falistym*. *Pam. puł.* z. 12, 1964.
16. Zaleski T.: *Wpływ przebiegu pogody i wilgotności gleby na rozwój i plon owsa w terenie falistym*. *Pam. puł.* z. 21, 1966.
17. Ziemnicki S.: *Wstępne badania nad erozją lessów Lubelszczyzny*. *Ann. UMCS, Sect. E*, vol. 6, 1952.
18. Ziemnicki S.: *Wprowadzenie przeciwerozyjnego układu pól na czarnoziemie w Werbkowicach*. *Rocz. Nauk rol.*, ser. F, t. 71, z. 1, 1955.

19. Ziernicki S.: Ochrona gleby przed erozją wodną w Elizówce. Ann. UMCS, Sect. E, vol. 15, 1962.
20. Ziernicki S.: Zasięgi erozji wodnej gleb w południowej części województwa lubelskiego. Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, sect. B, vol. 3/4, 1963/64.
21. Ziernicki S., Mazurek T.: Zastosowanie mechanicznego przemieszczania ziemi w melioracjach przeciwoerozyjnych. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 130, 1972.
22. Ziernicki S., Mazurek T.: Mechanizacja robót melioracyjnych (wyd. II). WSR Lublin 1969.
23. Zjatkiewicz P. F.: Пłанировочныје работы на Украине. Гидротехника и мелиорация, nr 5, 1963.

ТАДЕУШ МАЗУРЕК

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЛЕНТООБРАЗНЫХ ПОЛЕЙ НА ЛЁССОВОМ СКЛОНЕ В ВЕРБКОВИЦАХ

Резюме

Лентообразные поля осуществляемые на лёссовых склонах являются одним из основных элементов мелиорации предотвращающих эрозию. Они имеют часто на поверхности углубления в виде продолговатых долиннок протягивающихся согласно наклону склона и параллельно им разделяющие их „хребты”. Такое состояние является причиной дифференциации условий биотопов растений в пределах отдельных лентообразных полей, которые как правило являются тоже плодосменными полями. В углублениях имеются почвы иного качества, чем на хребтах. Почва в долинках пересыхает медленнее чем в остальных пунктах поля, а в связи с этим задерживаются сроки начала полевых работ на целом поле. Обработка „волнообразной” поверхности более осложнённая и хуже по качеству. Кроме того углубления способствуют концентрации поверхностного стока, что в свою очередь способствует интенсивности процессов эрозии.

В предлагаемой работе предприняли попытку найти метод проектирования и способ выравнивания при помощи типичных экскаваторов, поверхностей лентообразных полей на лёссовых склонах. Особенное внимание обратили на наиболее существенный вопрос — на эффект выравнивания. Как основные критерии в оценке эффективности проведённого усилия применялись главным образом величина урожая растений, изменения увлажнения почвы и наблюдения эрозионных явлений.

Исследования проводились в 1966—1969 гг. на полях Опытной станции в Вербковицах вблизи города Хрубешув. На рис. 1 показан план части лентообразных полей в Вербковицах обозначая место проводимого опыта. Подробный план подопытных полей с обозначением рельефа до выравнивания и проектированного рельефа показаны на рис. 2. На рис. 3 и 4 объясняется способ проектирования выравнивания земельной массы.

Применяемый способ проектирования и произведения работ можно рекомендовать в производстве в случае выравнивания поодиночке расположенных мульд при помощи экскаватора. Применение других машин требует приспособления, особенно метода произведения, к изменённым условиям. В результате компенсации поверхности достигли почти полное уравнивание влажности почвы в разных пунктах поля а также рассеяние поверхностного стока и некоторое уменьшение эрозионных повреждений. В местах засыпанных углублений, получались как правило, высокие урожаи, обычно выше урожая из наиболее плодородных пунктов контрольного поля. Но в местах срезанных „хребтов” урожай был ниже, чем в остальных пунктах поля. Целесообразны дальнейшие исследования мелиорации (улучшения) основания в месте срезанного хребта.

TADEUSZ MAZUREK

LEVELLING OF STRIP FIELDS SURFACE ON THE LOESS SLOPE
AT WERBKOWICE

Summary

Strip fields introduced on loess slopes are the fundamental part of anti-erosion measures. On their surface they often have depressions in the form of small oblong valleys running along the slope and small „ridges” parallel to them. This state is a cause of differentiation of plant-growing conditions within particular strip fields which are usually crop-rotation fields. The soils in the depressions have different usage value than the soils on the „ridges”. The soil in the valley dries slower than in other places of the field and therefore the beginning of cultivation is delayed in the whole field. The cultivation of a „wavy” surface is more difficult and of worse quality. Apart from that the depressions help to concentrate the surface runoff which is the cause of increasing erosion processes.

An attempt to elaborate the methods of designing and ways of levelling the surface of strip fields placed on loess slopes by using a typical bulldozer has been undertaken in this paper. Special attention has been paid to the most important problem — the result of levelling. As the basis for the evaluation of the effectiveness of the investigations carried out, mainly the yields, changes in soil moisture, and observations of erosion phenomena have been taken.

The investigation were carried out in 1966—1969 in the fields of the Research Station at Werbkowice, near Hrubieszów.

Fig. 1 shows the plan of a part of strip fields at Werbkowice where the place of the experiment is marked. A detailed situation-height plan of the experimental fields with a marked land-survey before levelling and the planned survey is shown in Fig. 2. Figs. 3 and 4 explain the way of designing land levelling.

The applied way of designing and carrying works into effect can be recommended in production if the individual strip synclines are levelled by bulldozers. The application of other machines will require an adaptation especially of the execution method to changed conditions. As a result of ground levelling the balance of soil moisture in different places of the field and dispersion of surface runoff and a certain decrease of erosion damages have been achieved. In places of filled up depressions the yields were usually higher than the yields in the best places of a control field. On the other hand, in places where the ridges had been levelled the yields were lower than in other places of the field. It would be useful to carry out further research on amelioration of the subgrade in places where the „ridge” has been cut off.