

## ROLA CZYNNIKA ANTROPOGENICZNEGO W KSZTAŁTOWANIU PRODUKTYWNOŚCI GLEB POPRZEMYSŁOWYCH

*Jan Bender, Stanisław Wasilewski*

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN — Zabrze

Pod pojęciem produktywność gleby zwykliśmy rozumieć zdolność gleby (ekosystemu) do wytwarzania określonej ilości masy organicznej w jednostce czasu na jednostkę powierzchni gleby [7]. Przyjmuje się również, że tę właściwość gleby kształtuje zespół czynników biotycznych i abiotycznych bez znacniejszego udziału i ingerencji w ekosystem czynnika antropogenicznego, który często w rozważaniach nad kształtowaniem tej ważnej gospodarczo cechy gleby jest pomijany lub niedostatecznie doceniany. Jednakże osiągnięcia produkcyjne współczesnego rolnictwa a przede wszystkim prowadzone w kilku krajach Europy i w Polsce badania nad rolniczą rekultywacją i zagospodarowaniem gruntów pogórnicych wskazują, że tenże czynnik odgrywa niepoślednią rolę w uproduktywianiu nowo tworzonych agroekosystemów. Niektóre wyniki badań przedstawiamy w niniejszym opracowaniu.

### METODYKA BADAŃ

W opracowaniu tym zamieszczono i omówiono 3 profile świeżo uformowanego (nr 6, 10 i 17) i 3 profile gruntu rolniczo rekultywowanego od 1965 r. (nr 46, 47 i 48). Celowo wybrano utwory o różnym składzie mechanicznym z zamiarem wykazania, że niezależnie od tej cechy gruntu bez udziału obornika może wytworzyć się warstwa próchniczna. Oznaczono:

- skład mechaniczny — metodą Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,
- ciężar właściwy, objętościowy i porowatość, aparatem Wera,
- pH — potencjometrycznie,

— węglany — metodą Scheiblera,  
 — węgiel utleniający — metodą Tiurina,  
 — pojemność sorpcyjną, sumę zasad i stopień wysycenia zasadami — metodą Mehlicha w modyfikacji Hoffmanna.

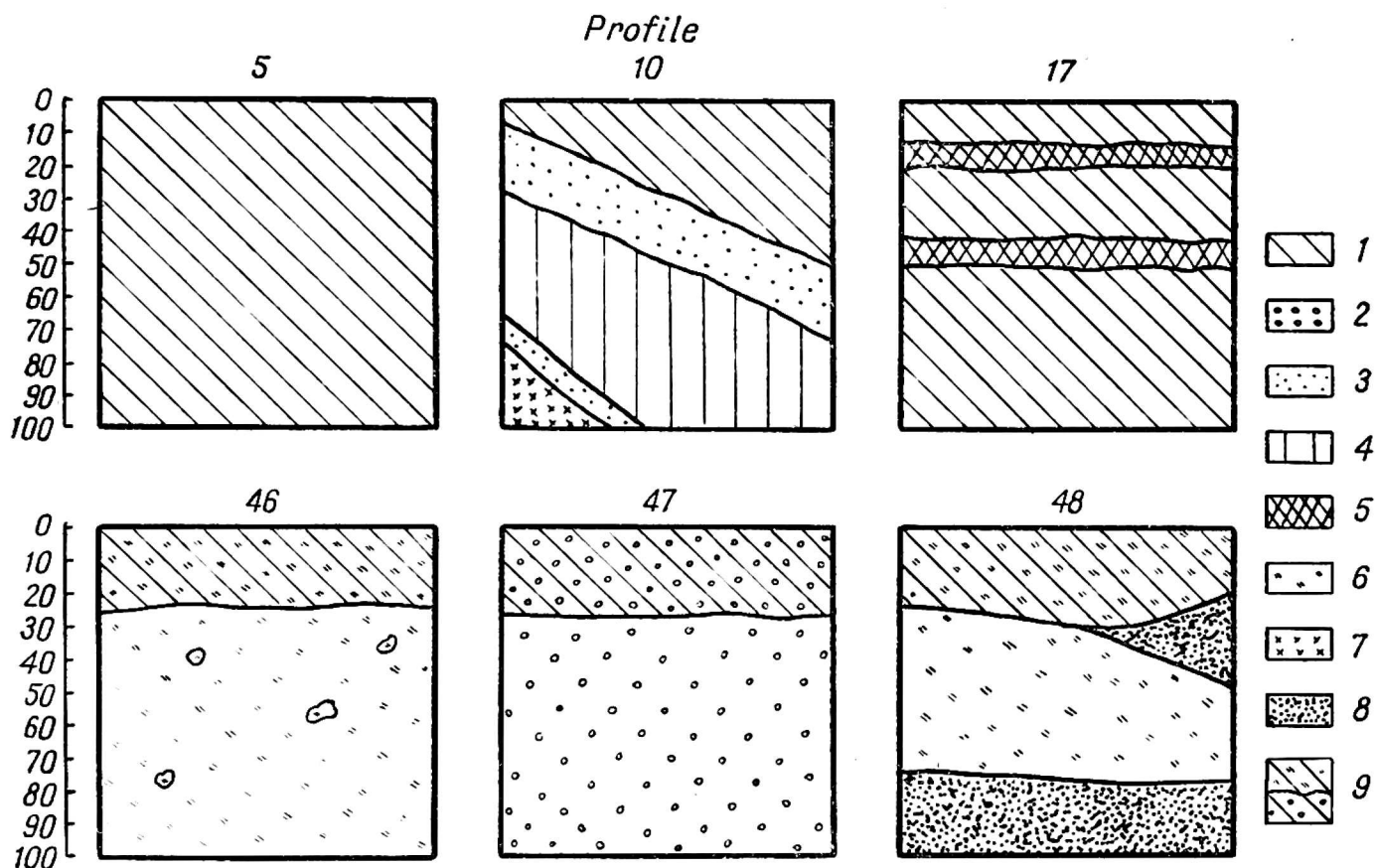
Dane zamieszczone w tabelach dotyczą profili 46, 47 i 48. Dla pozostałych (6, 10 i 17) cechy gruntu zostały omówione w tekście pracy.

#### CHARAKTERYSTYKA GRUNTÓW POGÓRNICZYCH W KONIŃSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

Budowane w procesie zwałowania pogórnice grunty, stanowią mieszaninę utworów różnego pochodzenia: czwartorzędowych glin szarych zlodowacenia środkowopolskiego (Riss), żółtych — bałtyckiego (Würm) oraz piasków różnego stopnia uziarnienia, a także trzeciorzędowych ilów poznańskich i sporadycznie w niewielkich ilościach piasków mioceneskich.

Ich udział w budowie pogórnicego gruntu kształtuje się następująco: utwory zwięzłe (gliny i ły) stanowią 50—85% zwałowanej masy ziemnej. Pozostałą część zajmują piaski czwartorzędowe [1, 2, 10, 12].

Pełniejszą charakterystykę tworzonych w procesie eksploatacji złóż nowych gruntów przedstawia rysunek 1 (profile: 5, 10, 17, 46, 47 i 48)



Rys. 1. Charakterystyka gruntów

1 — glina zwałowa szara, 2 — glina „bałtycka” żółta, 3 — piasek czwartorzędowy,  
 4 — glina zwałowa szara zawęglona, 5 — il poznański zawęglony, 6 — piasek czwartorzędowy beżowy, 7 — glina spiaszczona, 8 — piasek czwartorzędowy biały,  
 9 — poziom akumulacji substancji organicznej

Tabela 1

Niektóre właściwości fizyczne gruntów zwałowiskowych po 11 latach rolniczej rekultywacji

Profil	Głębokość pobrania próbki cm	Ciężar, g · cm <sup>-3</sup>		Porowatość, %			Zawartość frakcji mechanicznych, %		
		właściwy	objętościowy	ogólna	kapilarna	niekapilarna	1—0,1 mm	0,1—0,02 mm	< 0,02 mm
46	0—25	2,62	1,69	35,57	35,10	0,47	66	17	17
	25—40	2,52	1,63	35,40	34,22	1,22	62	20	18
	40—70	2,57	1,61	37,12	35,72	1,40	73	16	11
	70—100	2,57	1,66	35,35	33,10	2,25	74	18	8
47	0—25	2,45	1,46	40,45	38,70	1,75	59	19	22
	25—40	3,00	1,83	38,80	35,82	2,98	46	21	33
	40—70	2,76	1,65	40,25	38,25	2,00	45	21	24
	70—100	2,78	1,62	41,72	39,05	2,67	50	22	28
48	0—25	2,43	1,50	38,40	33,47	4,93	72	18	10
	25—40	2,43	1,64	32,25	30,82	1,43	74	14	12
	40—70	2,47	1,67	32,30	29,45	2,85	68	16	16
	70—100	2,25	1,55	30,42	29,37	1,05	86	9	5

Tabela 2

Niekóre właściwości chemiczne gruntów zwałowiskowych po 11 latach rolniczej rekultywacji

Profil	Głębokość pobrania próby cm	pH		CaCO <sub>3</sub> %	C %	Pojemność sorpcyjna ogólna me/100 g	Suma zasad me/100 g	Stopień wysycenia zasadami %
		H <sub>2</sub> O	KCl					
46	0—25	7,8	7,8	4,62	1,33	10,00	9,85	98,5
	25—40	8,0	7,9	3,77	0,86	8,59	8,59	100,0
	40—70	8,1	7,8	2,10	1,02	7,48	7,33	98,0
	70—100	8,0	7,9	2,77	0,36	4,96	4,91	99,0
47	0—25	7,8	7,7	4,08	1,18	12,07	11,92	98,8
	25—40	8,2	7,6	8,85	0,14	8,18	8,18	100,0
	40—70	8,2	7,7	8,68	1,31	9,29	9,24	99,5
	70—100	8,4	7,9	6,74	0,50	7,69	7,69	100,0
48	0—25	7,9	7,7	4,21	0,62	5,53	5,23	94,6
	25—40	8,1	7,9	3,29	0,11	3,42	3,42	100,0
	40—70	8,3	8,0	2,83	0,05	3,23	3,23	100,0
	70—100	8,1	7,8	4,78	0,36	1,66	1,65	100,0

oraz dane zamieszczone w tabelach 1 i 2. Wynika z nich, że zwałowany grunt nie jest bardzo zróżnicowany. Przeważa glina średnia. Z 49 przebadanych profili w niewielkim procencie występują piaski gliniaste, gliniaste lekkie lub równie mało korzystne do rolniczego zagospodarowania ily poznańskie.

Całość powierzchni zaliczyć można do glin średnich, a więc układu korzystnego, aczkolwiek niezbyt łatwego do eksploatacji. Układ z uwagi na duży stopień dyspersji cząstek mineralnych gruntu warunkuje wysoką zdolność retencyjną. Przy istniejącym na tych powierzchniach typie gospodarki opadowo-wodnej cecha ta jest niezmiernie cenna. Jednakże grunty zwałowiskowe wykazują wiele wad fizycznych i chemicznych. Do wad fizycznych zaliczamy bardzo niską niekapilarną porowatość (od 1,15 do 7,32<sup>0/0</sup>) co oznacza niewłaściwy stosunek fazy stałej do ciekłej i do gazowej gruntu. Potęguje ją brak struktury gruzełkowatej, duża lepkość, plastyczność i zwięzłość. Powodują one słabe przenikanie wody opadowej do warstw głębszych. W okresie jesieni, zimy i wiosny w obniżonych terenach stagnuje woda utrudniając terminowe i prawidłowe przeprowadzenie zabiegów agrotechnicznych.

Z wad chemicznych można wymienić kilka. Małą, prawie zerową, zasobność w przyswajalny fosfor i azot. Tę wadę częściowo rekompensuje średnia zawartość dostępnego dla roślin potasu oraz duża ilość węglanu wapnia. Odczyn tych gruntów kształtuje się bowiem powyżej obojętnego, lub jest lekko zasadowy. Zbędna w takim przypadku staje się neutrali-

zacja gruntu zarówno w procesie jego rekultywacji jak i rolniczego zagospodarowania.

Należy podkreślić, że wiele wyżej wymienionych i istotnych wad może być eliminowanych drogą odpowiednio dobranych zabiegów rekultywacyjnych, umożliwiających skuteczne rolnicze lub leśne zagospodarowanie.

ROLNICZA REKULTYWACJA GRUNTÓW POGÓRNICZYCH  
„MODEL — PAN”

Dotychczasowe działanie z zakresu rolniczej i leśnej rekultywacji gleb przemysłowych opierano na powszechnie uznawanej teorii o procesach glebotwórczych i kształtowaniu się produktywności agro- i ekosystemów. Uznawano, że głównym czynnikiem inicjującym te procesy jest szata roślinna, warunkująca kształtowanie się korzystnych dla roślin cech fizyczno-chemicznych i biologicznych, a więc i produktywności [4]. Tę teorię uznano również za obowiązującą w odniesieniu do problemów związanych z rekultywacją i zagospodarowaniem gruntów pogórnich. Zakładano, że produkcja rolna lub leśna, jest tylko wtedy możliwa, gdy zostały zapoczątkowane procesy glebotwórcze i gdy wytworzyła się gleba. Bez wytworzonego poziomu próchnicznego i innych cech, właściwych glebie, produkcja biomasy jest niemożliwa. Sądzono, że proces tworzenia się poziomu próchnicznego trwać może około 50 a nawet i więcej lat. Ostatnio zrewidowano ten pogląd i wykazano, że na wytworzenie się poziomu próchnicznego wystarczy 15—20 lat [5, 11]. Ustalono również, że w zapoczątkowaniu tych procesów pomocne być mogą rośliny pionierskie, odznaczające się niewielkimi wymaganiami w odniesieniu do siedliska [9].

W uproszczeniu koncepcja rolniczej i leśnej rekultywacji gruntów pogórnich sprowadzała się do następującej zasady — rekultywacja i uproduktywnienie gruntów zwałowiskowych są uzależnione od przebiegu i dynamiki procesów glebotwórczych. Innymi słowy — jakie procesy glebotwórcze taka rekultywacja i produktywność nowo tworzonego agroekosystemu.

Przyjęto *a priori*, że okres przygotowawczy winien trwać dla rolniczego zagospodarowania około 6—10, a dla leśnego — 10—15 lat. W tym okresie produkcja biomasy w rolniczym rozumieniu była uznawana za sprawę drugorzędną, nieistotną.

Koncepcja modelu rekultywacji i zagospodarowania gruntów pogórnich, opracowana przez autorów niniejszej pracy, opiera się na zgoła odmiennych założeniach. Zakłada bowiem, że rekultywacja i zagospodarowanie gruntów pogórnich nie są uzależnione od procesów glebo-

twórczych, lecz odwrotnie — procesy glebotwórcze i kształtująca się produktywność nowo tworzonego agroekosystemu uzależnione są od rekultywacji. W uproszczeniu sprowadza się ona do następującej zasady — jaka rekultywacja taka dynamika zachodzących w gruncie procesów glebotwórczych i poziom produktywności gruntu. A zatem głównym czynnikiem uproduktywającym zwałowiskowy grunt pogórnicy nie jest, jak sądzono, roślinność pionierska, lecz czynnik antropogeniczny, skutecznie zmieniający niekorzystne właściwości fizyczne i chemiczne tego gruntu. Do najistotniejszych elementów tego oddziaływania zaliczono poprawę chemizmu surowego gruntu zwałowiskowego.

System nawożenia mineralnego oparto o następujące założenia:

- 1) zasobność gruntu w podstawowe składniki odżywcze jest zerowa,
- 2) oczekiwany plon pobiera określone ilości podstawowych składników pokarmowych,
- 3) składniki w nawozach mineralnych wnoszone do gruntu charakteryzują się ściśle określonym współczynnikiem wykorzystania.

Przy założeniu, że warunki klimatyczne regionu i fizyczne cechy gruntu mogą gwarantować plony 40 q zbóż i 30 q nasion rzepaku ozimego z hektara, opracowano dla wybranych do rekultywacji gatunków roślin uprawnych następujący poziom nawożenia mineralnego: pszenica ozima — 570, żyto ozime — 650, jęczmień jary — 500, owies — 520 i rzepak ozimy — 780 kg NPK/ha. Ustalono ponadto, że nawożenie azotem należy traktować w sposób szczególny. Pojawiające się bowiem w gruncie mikroorganizmy będą, jak zakładano, wiązać wnoszony do gruntu azot w znacznych ilościach. Uznano, że dawka 300 kg tego składnika może zapobiec temu niekorzystnemu dla roślin uprawnych zjawisku. Wyniki badań polowych potwierdziły słuszność tych przewidywań. Przy dawce 300 kg N/ha nie obserwowano wylegania zbóż, konstatowano jedynie niewielkie jego symptomy, co świadczy o znacznej sorpcji tego składnika w rekultywowanym gruncie.

Uznano, że drugim nie mniej istotnym czynnikiem przyspieszającym wietrzenie skały płonej i szybkie jej uproduktywnienie jest obróbka mechaniczna, zmieniająca niekorzystny układ; faza stała : ciekła : gazowa gruntu. System uprawy oparto na następujących założeniach — stopniowe pogłębianie uprawy powierzchniowej i głęboka orka, radykalnie rozluźniająca wierzchnią masę ziemną. Zbyt krótki okres badań uniemożliwia ocenę tych systemów uprawy gruntu zwałowiskowego.

Za trzeci, aczkolwiek nie najważniejszy element, uznano roślinę uprawną. Założono jednakże, że tak zwaną rośliną pionierską może być każda, lub prawie każda roślina uprawna. To założenie pozwala już w pierwszym i następnych latach rekultywacji realizować „normalną” produkcję rolną, a więc połączyć 2 ważne elementy w procesie rekultywacji

— uproduktywnienie gruntu z produkcją gospodarczo cennej biomasy.

Wyniki badań potwierdzają słuszność tych teoretycznych założeń (tab. 3). Już w pierwszym i następnych latach rekultywacji plony pszenicy ozimej, uprawianej na pogórnicznych gruntach, przekraczały 40 q ziarna z hektara, a w kilku przypadkach nawet 60 q (1974 r.). O tak wysokich

Tabela 3

Plony niektórych roślin uprawnych w pierwszych latach rolniczej rekultywacji (w q z ha)

Nawożenie — kg · ha <sup>-1</sup>			Rok zbioru		Średnia z 2 lat
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	1974	1976	
Pszenica ozima					
0	0	0	3,8	12,2	8,0
100	270	140	53,8	33,0	43,4
160	270	140	44,0	36,7	40,3
200	270	140	65,4	42,4	53,7
300	270	140	64,4	42,3	53,3
320	540	280	58,6	44,8	51,7
Rzepak ozimy					
0	0	0	1,0	1,1	1,0
200	460	150	13,8	15,3	14,5
400	920	300	18,0	20,1	19,0

plonach zdecydował przede wszystkim dostosowany do tych specyficznych warunków system nawożenia mineralnego.

Wyniki dowodzą również, że możliwe jest kształtowanie wysokiej produktywności gruntu zwałowiskowego bez wykształconego profilu, a w szczególności bez poziomu próchnicznego i bez nawożenia organicznego (obornik); należy przypuszczać, że także i gleb uprawnych. Do podobnych wniosków dochodzi również Sabo [8]. Uzyskane wyniki dowodzą również, że umiejętne zastosowanie środków technicznych dynamizuje procesy glebotwórcze.

Badania przeprowadzone na zewnętrznym zwałowisku „Wschodnim”, najwcześniej rolniczo rekultywowanym przez PGR Maliniec (profil 46, 47 i 48, tab. 1 i 2) wskazują, że po 6 latach uprawy wieloletnich roślin motylkowych (2 pierwsze lata — nostrzyk biały i 4 lata — lucerna siewna) a następnie po 5 latach uprawy pszenicy ozimej, jęczmienia i rzepaku ozimego wytworzyła się, niezależnie od stopnia dyspersji cząstek mineralnych, wyraźnie zaznaczona na głębokości 0—25 cm warstwa próchniczna. Plony zbóż kształtowały się na tym zwałowisku na poziomie 35—40 q a rzepaku ozimego 20—25 q z hektara.

Należy podkreślić, że wcześniejsze prace rekultywacyjne, oparte o ogólnie obowiązujące w rolnictwie zasady agrotechniczne, dały mierne wyniki. Uzyskano plony na poziomie 5—10 q ziarna z hektara (PGR Maliniec).

Dane dotyczące niektórych właściwości chemicznych wskazują również, że w warstwie wierzchniej zarysowały się zmiany, które świadczą o zachodzących przeobrażeniach i tworzeniu się w rekultywowanym gruncie zwałowiskowym nowych układów fizykochemicznych i biocenotycznych (tab. 2).

Przedstawione powyżej wyniki kilkuletnich badań, interesujące zarówno z teoretycznego jak i praktycznego punktu widzenia rzucają nowe światło na wiele ustalonych i uznanych prawd dotyczących procesów glebotwórczych, kształtowania się produktywnej gleby, a przede wszystkim wskazują na znaczenie czynnika antropogenicznego w kształtowaniu tych procesów. Dowodzą między innymi, że czynnik ten może wydatnie wpływać na poziom produktywności zarówno ustabilizowanych jak i nowo tworzonych agroekosystemów.

Poprzez dostosowany do warunków system rekultywacji możliwe jest szybkie biologiczne uaktywnienie surowego gruntu zwałowiskowego i wytworzenie strukturalnej warstwy próchnicznej [3].

#### WNIOSKI

1. Szybkie uproduktywnienie pogórnich gruntów zwałowiskowych możliwe jest w wyniku zastosowania odpowiedniego modelu rekultywacji. „Model — PAN” zapewnia te podstawowe postulaty. Jest zatem celowe, większe niż dotychczas wykorzystanie tych możliwości nie tylko w rolniczym zagospodarowaniu gruntów pogórnich, lecz również w uproduktywnieniu zaniedbanych gleb rolnych, przekazywanych na rzecz PFZ.

2. W przemianach fizycznych, chemicznych i biologicznych oprócz czynników biotycznych i abiotycznych niepoślednią rolę odgrywać może czynnik antropogeniczny. Jego znaczenie w kształtowaniu produktywności gleby jest jednak stosunkowo mało podkreślone. Poprzez zespół środków oddziaływania na ustabilizowany jak i nowo tworzony agroekosystem czynnik ten może wydatnie poprawić i zwiększyć produktywność gleby.

#### LITERATURA

1. Bender J., Wasilewski S.: Problemy Ochrony i Rekultywacji Powierzchni w Polsce. Warszawa, 1976, 92—118.



2. Bender J., Wasilewski S.: Ochrona Terenów Górniczych, nr 35, 3—7.
3. Bender J., Gilewska M.: Wpływ czynników antropogenicznych na gleby i rośliny, Zabrze 1976. IPIS PAN, 61—73.
4. Buckman H. C., Brady N. C.: Gleba i jej właściwości. PWRiL Warszawa, 1971.
5. Motorina Ł. B. i in.: Rekultywacja Łandszaftow naruszennych promyszennoj diejatielnostiu. VI Międzynarodnoje Simpozium. Moskwa 1976, 6—12.
6. Kolesnikow B. P. i in.: Rekultywacja Łandszaftow naruszennych promyszennoj diejatielnostiu. VI. Międzynarodnoje Simpozium, Moskwa 1976, 17—23.
7. Prusinkiewicz Z., Plichta W.: Roczn. glebozn., t. 15, z. 3, Warszawa 1965, 549—572.
8. Sabo B., Sabo-Gordienko N. P.: Rekultywacja Łandszaftow naruszennych promyszennoj diejatielnostiu. VI Międzynarodnoje Simpozium. Moskwa 1976, 197—206.
9. Skawina T. i in.: Węgiel Brunatny, nr 1, 1964, 27—33.
10. Strzyszczyński Z.: Biul. ZBN GOP PAN, nr 12, 1970, 115—134.
11. Werner K.: Rekultywacja Łandszaftow naruszennych promyszennoj diejatielnostiu. VI Międzynarodnoje Simpozium, Moskwa 1976, 197—206.

*Ян Бендер, Станислав Василевски*

## РОЛЬ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА В ОБРАЗОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗРУШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ ПОЧВ

### Резюме

Рассматриваемые результаты соответствующих исследований показали сильное влияние антропогенного фактора на образование продуктивности разрушенных горной промышленностью почв.

Установлено, что умелое воздействие на такие почвы системой рекультивационных мероприятий значительно ускоряет начало в них почвообразовательных процессов, а тем самым обеспечивает их продуктивности.

Имеются значительные возможности сокращения (на 5—10 лет) т. наз. подготовительного периода. Рекультивация должна обеспечивать „нормальное” производство биомассы.

Следует предполагать, что „Модель-ПАН” может успешно применяться в обеспечении продуктивности и в освоении разрушенных промышленностью почв.

*Jan Bender, Stanisław Wasilewski,*

## ROLE OF THE ANTHROPOGENIC FACTOR IN THE FORMATION OF PRODUCTIVITY OF SOILS DESTROYED BY INDUSTRY

### Summary

Results of the respective investigations, proving strong influence of the anthropogenic factor on the formation of productivity of soils destroyed by mining industry, are presented.

It has been proved that an appropriate set of recultivation measures on such soils will contribute to a considerable acceleration of starting soil-forming processes in them and securing thus their productivity.

It appeared that there are great possibilities of shortening (by 5—10 years) of the so-called preparatory period. The recultivation should result eventually in a "normal" production of biomass.

It is to suppose that the "Model-PAN" might be successfully applied in the productivity increase and management of destroyed soils.