

HENRYK BANASZUK

GENEZA I EWOLUCJA POKRYWY GLEBOWEJ NA WYDMACH KOTLINY BIEBRZAŃSKIEJ

Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Oddział w Białymstoku

WSTĘP

Gleby na wydmach należą do najbardziej przydatnych w badaniach nad genezą i ewolucją pokrywy glebowej w schyłkowych fazach zlodowacenia bałtyckiego i w holocenie. Sprawia to specyficzny charakter skały macierzystej oraz całokształt warunków ekologicznych pól wydmych, podkreślony swoistymi układami stosunków wodnych. Spotykane w pokrywach eolicznych gleby kopalne są często horyzontami stratygraficznymi umożliwiającymi rekonstrukcję układów czynników glebotwórczych w okresach kształtowania tych gleb, a także rekonstrukcję warunków całego środowiska paleogeograficznego.

Gleby na wydmach nie doczekały się dotychczas zbyt wielu opracowań. Trudno uznać za definitywnie już rozstrzygnięte zagadnienie genezy tych gleb, wiele kontrowersji wzbudza ich typologia. W niedostatecznym również stopniu rozpoznano tendencje rozwojowe pokrywy glebowej na wydmach w zależności od zróżnicowania warunków klimatycznych na obszarze kraju.

U podstawy rozbieżności poglądów na problematykę gleb wydmych leży głównie mała ilość badań przeprowadzonych w różnych częściach Polski. Stąd też rozpoznanie najważniejszych cech i właściwości pokrywy glebowej na wydmach Kotliny Biebrzańskiej, powstałej i rozwijającej się w specyficznych warunkach przyrodniczych Polski północno-wschodniej, powinno stać się przyczynkiem do poszerzenia ogólnej wiedzy w tym zakresie. Zasadniczym celem przeprowadzonych badań w Kotlinie było określenie wieku oraz odtworzenia głównych etapów rozwoju i ewolucji automorficznej pokrywy glebowej na polach wydmych regionu. Badania prowadzono w ramach pracy doktorskiej pt. „Stosunki glebowe w dolinie Biebrzy na tle jej geomorfologii”, wyko-

nywanej w latach 1970–1975 w Instytucie Geografii Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem doc. dr M. Prószyńskiego. Wysunięte w pracy tezy i wnioski zostały rozszerzone i częściowo zmodyfikowane w wyniku późniejszych dociekań i penetracji terenowych.

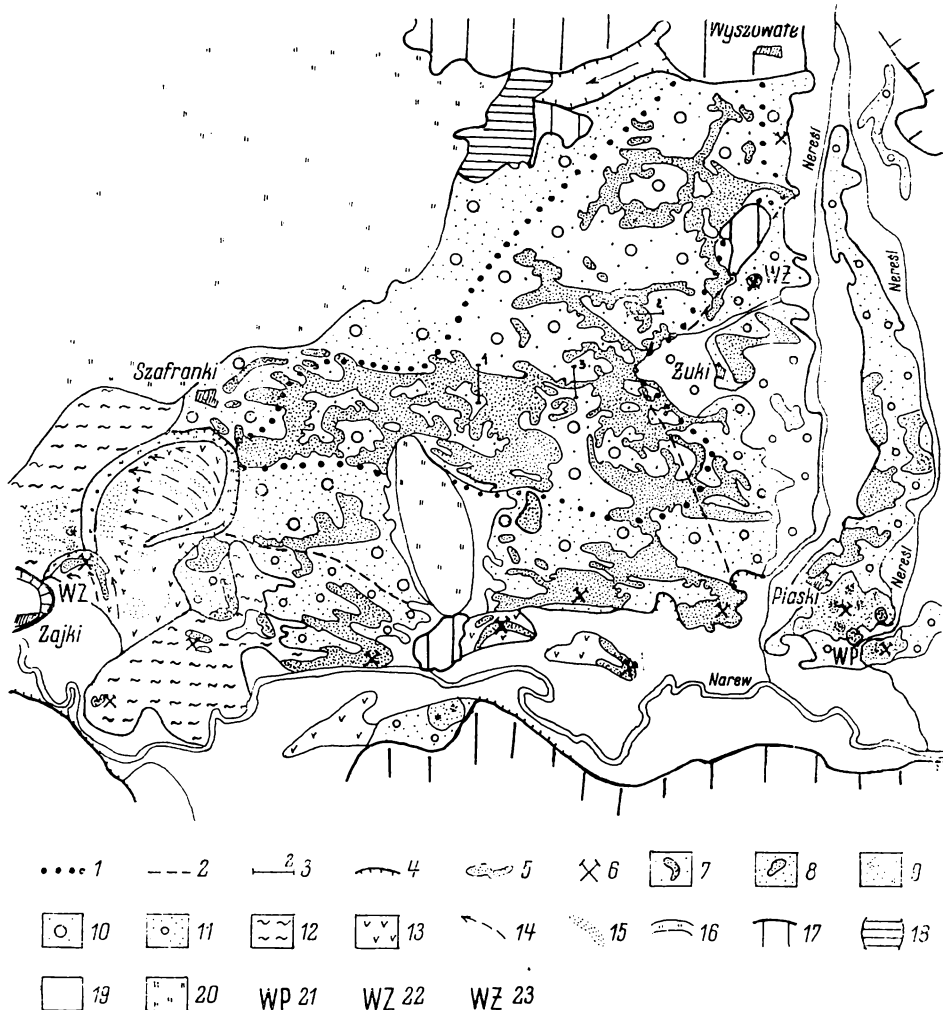
CHARAKTERYSTYKA BADANEGO TERENU, METODY PRACY

Założony cel opracowania wymagał wyboru punktów badawczych z jednej strony na polu wydymowym nie przekształconym w wyniku działalności człowieka, z drugiej zaś na obszarach występowania wydym o sprecyzowanym wieku i stopniu przeobrażeń, gdzie pierwotne układy czynników glebotwórczych rejestrują najstarsze gleby kopalne.

Teren o takich walorach poznawczych znaleziono w południowej części Kotliny, w okolicach Tykocina (rys. 1). Rzeźba eoliczna rozwinęła się tutaj na kilku różnowiekowych jednostkach geomorfologicznych. Należą do nich: poziomy akumulacyjne powstałe w wyniku deglacjacji lodowca środkowopolskiego, taras nadzalewowy Narwi i równina akumulacyjna towarzysząca dolinie Nereśli uformowane w schyłkowych fazach zlodowacenia bałtyckiego (w starszym dryasie), fragment tarasu zalewowego Narwi z młodszego dryasu oraz staroholocenijskie człony tarasu zalewowego tej rzeki.

W dolinie zalewowej Narwi wydmy występują pojedynczo. Wykształciły się one na utworach facji korytowej reprezentowanej przez drobnoziarniste piaski wyższych odsypów powodziowych, nie przykrytych przez mady. Znacznie silniej zwydmione są jednostki plejstocenijskie położone poza obrębem doliny zalewowej Narwi, zwłaszcza równiny środkowopolskie. Rzeźba eoliczna w znacznym stopniu maskuje granice między poszczególnymi jednostkami, przyczyniając się do ujednoczenia ich krajobrazu.

Pole wydym nie rozwiewanych w holocenie rozpościera się na tym obszarze w trójkącie między Szafrankami, Łaziukami i Wyszowatem. Wykształciło się ono głównie na równinach środkowopolskich, powierzchniach najstarszych i najbardziej wyniesionych w tej części Kotliny, na których rzeźba eoliczna mogła rozwijać się bez przeszkód w ciągu całego uwarunkowanego klimatycznie okresu wydymotwórczego, aż do momentu utrwalenia jej przez szatę roślinną w holocenie. O naturalnym środowisku tego obszaru świadczy charakter zbiorowisk roślinnych, a przede wszystkim klasycznie wykształcona, nie naruszona przez deflację rzeźba eoliczna i budowa wewnętrzna form wydymowych, które w każdym badanym przypadku stanowią jedną podstawową serię piaszczystą i nie noszą śladów działalności człowieka, utrwalonej w postaci gleb pogrzebanych. Stwierdzono to na podstawie analizy budowy i struktury wydym rozkopanych do podstaw, odsłoneń eksploatacyjnych, a także na podstawie 20 dwumetrowych odkrywek glebowych, usytu-



Rys. 1. Szkic geomorfologiczny wycinka Kotliny Biebrzańskiej na póln. zachód od Tykocina

1 — granica obszaru wydym nierozwiewanych, 2 — najbardziej prawdopodobne granice jednostek geomorfologicznych, 3 — przekroje glebowe, 4 — krawędzie erozyjne, 5 — formy wydymowe, 6 — stanowiska archeologiczne, 7 — pola wydym nierozwiewanych, 8 — pola wydymowe przekształcone antropogenicznie, 9 — wydmy aktualnie rozwiewane, 10 — równiny środkowopolskie, 11 — taras nadzalewowy Narwi i równina akumulacyjna towarzysząca Nereśli, 12 — taras zalewowy Narwi ukształtowany w młodszym dryasie, 13 — staroholocenijskie człony tarasu zalewowego Narwi, 14 — rynienki powodziowe na staroholocenijskich członach tarasu zalewowego Narwi, 15 — zwymdione odsypy powodziowe, 16 — zatofione koryta rzeki staroholocenijskiej, 17 — wysoczyzny i wyspy morenowe, 18 — równiny zastoiłkowe, 19 — powierzchnie niezwymdione i części dolin rzecznych ukształtowane w młodszym holocenie, 20 — torfowiska, 21 — wydma Piaski, 22 — wydma Zajki, 23 — wydma Żuki

Geomorphological sketch of the sector of the Biebrza basin situated north westwards Tykocin

1 — border of area of consolidated dunes, 2 — most probable borders of geomorphologic units, 3 — soils sections, 4 — eroded margins, 5 — dune forms, 6 — archeological stands, 7 — area of consolidated dunes, 8 — dune area transformed antropogenically, 9 — wind-blown dunes occurring at present, 10 — Middle-Polish plains, 11 — non flooded terrace of the Narwa river and accumulation plain accompanying the Nereśl river, 12 — flooded terrace of the Narwa river formed in the younger driass, 13 — older-holocene elements of flooded terrace of the Narwa river, 14 — little troughs formed by flood waters on older-holocene elements, 15 — dunned alluvial deposits, 16 — paludified bed of an older-holocene river, 17 — moraine plateaus and islands, 18 — stagnant-water plains, 19 — non duned areas and parts of river valleys formed in the younger holocene, 20 — patt bogs, 21 — dune of Piaski, 22 — dune of Zajki, 23 — dune of Żuki

wanych na różnych elementach rzeźby tego pola wydmowego. Należy zaznaczyć, że nie znaleziono tu również gleb kopalnych odpowiadających wiekowo ciepłym okresom schyłkowych faz zlodowacenia bałtyckiego, które to gleby, zwłaszcza allerodzkie, tak dobrze się zachowały i są powszechne na wydmach Polski centralnej [10, 11].

Na pozostałej części badanego obszaru, obejmującej wszystkie wymienione jednostki geomorfologiczne, w tym również i częściowo równiny środkowopolskie, wyraźnie zaznaczają się zmiany wywołane działalnością ludzką. Formy eoliczne są na tym terenie zróżnicowane wiekowo, przy czym zróżnicowanie to ma charakter głównie antropogeniczny i wiąże się z wieloetapowością i długotrwałością procesów deflacyjnych. Największe zmiany wywołane działalnością człowieka uwiadcniają się w dolinie Narwi i w najbliższym jej sąsiedztwie, gdzie najstarsze i jednocześnie najlepiej wykształcone gleby kopalne przykryte są miejscami nawet paroma poziomami gleb młodszych, a obok wydym starych występują młode, ledwie utrwalone. W najbliższym otoczeniu pola wydym nie rozwiewanych obserwuje się jeden tylko horyzont gleb kopalnych, odpowiadający glebie najstarszej w rejonie doliny Narwi.

Zapoczątkowany jeszcze przez człowieka prehistorycznego proces przekształcania rzeźby eolicznej na tym obszarze i niszczenia pierwotnej pokrywy glebowej trwa do dnia dzisiejszego. Skutkiem wieloetapowości procesów deflacyjnych zostały tu również częściowo zniszczone gleby najstarsze, znajdujące się pod przykryciem młodszych serii wydmych. W wielu jednak miejscach gleby te przetrwały w nie naruszonym stanie. Odsłaniają się one w licznych wykopach eksploatacyjnych, a także „wychodzą” na powierzchnię topograficzną w rezultacie aktualnego rozwiewania pokrywy wydmy.

Najstarsze gleby pogrzebane stanowią w Kotlinie w pewnym sensie horyzont stratygraficzny. Występując na powierzchniach różnego wieku, znaczą jeden z etapów ich rozwoju morfologicznego. Funkcjonują do dnia dzisiejszego jedynie na tych obszarach, gdzie ingerencja człowieka w naturalne środowisko regionu nie zaznacza się w jego postglacjalnej historii rozwoju zbyt wyraźnie.

Na obszarze wydym nie rozwiewanych sporządzono 3 przekroje glebowe. Przeprowadzono je przez wydmy różnej wielkości, różnego kształtu i orientacji (wybrano dwie wydmy o przebiegu równoleżnikowym i parabolę o ramionach otwartych ku zachodowi), lokalizując na nich w zależności od mikrorzeźby, szaty roślinnej i poziomu wód gruntowych 20 dwumetrowych odkrywek (rys. 1). Przekroje zostały zaniwelowane, a odkrywki opisane w terenie. Sześć z nich wytypowano do badań laboratoryjnych. Między odkrywkami „podstawowymi”, a także w innych punktach badanego obszaru wykopano szereg odkrywek płytszych, poza tym zbadano gleby i strukturę kilkunastu wydym rozkopanych do podstaw.

Na obszarze wydm przekształconych prześlędzono wiele odsłoneń z glebami kopalnymi, a do analiz laboratoryjnych wybrano 3 profile usytuowane na trzech zróżnicowanych wiekowo poziomach morfologicznych. Gleby kopalne obserwowano także w innych częściach Kotliny.

Prace laboratoryjne ograniczono do niezbędnego minimum. Skład mechaniczny gleb oznaczono metodą Bouyoucosa w modyfikacji Casa-grande'a i Prószyńskiego. Wolne żelazo oznaczono metodą Jacksona, a wolną krzemionkę i wolny glin metodą Fostera. Odczyn gleby oznaczono potencjometrycznie (pH w H₂O i KCl).

Badania geomorfologiczne były prowadzone w szerszym zakresie niż wymagał tego cel niniejszego opracowania. Wyniki tych badań i ich metody przedstawiono w odrębnej pracy [1].

MORFOLOGIA PROFILÓW

GLEBY OBSZARÓW NIE ROZWIEWANYCH

Warunki klimatyczne. Klimat Polski północno-wschodniej jest bardziej surowy w porównaniu z centralnymi i zachodnimi dzielnicami kraju i odznacza się większym stopniem kontynentalizmu. Zagadnienie to ilustrują najważniejsze dane zestawione na podstawie literatury [4, 5, 14, 17]:

— średnia temperatura roczna waha się w Polsce północno-wschodniej w granicach 5,8–7,4°C i jest o 1–2° niższa w stosunku do zachodnich obszarów kraju,

— zima trwa średnio 3,5–4 miesiące, o 2–3 miesiące dłużej przy średniej temperaturze stycznia dochodzącej do –4,9°C wobec –1 do –1,5°C na zachodzie,

— prawie o miesiąc krócej trwa lato, przy zbliżonej średniej temperaturze lipca (17,1–18,3°C),

— średnia roczna wysokość opadów (500–700 mm) układa się podobnie, z tym że Polska północno-wschodnia otrzymuje około 10–12% mniej opadów w miesiącach zimowych,

— znacznie dłużej zalega pokrywa śnieżna, więcej jest dni z przymrozkami, krócej trwa okres wegetacyjny.

Kotlina Biebrzańska wyodrębnia się swoistymi cechami klimatu od terenów otaczających [14]. Najniższe w regionie są tu sumy opadów (500–550 mm), mało jest dni pochmurnych i najkrócej (około 190 dni) trwa okres wegetacyjny. W postglacjale zaznaczyły się w Polsce północno-wschodniej bardziej lub mniej wyraźne wahania klimatu [20], ale region ten zawsze zachowywał swoją odrębność klimatyczną w stosunku do innych regionów kraju.

Skała macierzysta, stosunki wodne i roślinność. Skład mechaniczny piasków eolicznych na obszarze wydm nie rozwiewanych jest wyjątkowo monotony (tab. 1). Frakcją podstawową są

Skład mechaniczny /w procentach/ i pH gleb na wydymach nie rozwieszanych
 Mechanical composition /in per cent/ and pH of soils on consolidated dunes

Głębokość Depth cm	Poziom Horizon	Frakcje, mm - Fractions, mm											pH	
		> 1	1,0- -0,5	0,50- -0,25	0,25- -0,10	0,10- -0,05	0,05- -0,02	0,020- -0,006	0,006- -0,002	< 0,002	0,10- -0,02	< 0,02	H ₂ O	KCl
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Odkrywka 3 na przekroju 1 - Profile No. 3 on the section 1														
2-10	A ₁	0	0	2	79	12	3	2	2	0	15	4	3,8	3,4
15-25	A ₁ B	0	0	2	82	10	5	1	0	0	15	1	4,9	4,4
40-60	B	0	0	5	83	6	6	0	0	0	12	0	5,8	4,8
100-120	B	0	0	6	76	12	5	1	0	0	17	1	6,1	5,2
160-180	C	0	0	2	83	10	4	1	0	0	14	1	6,4	5,4
Odkrywka 5 na przekroju 3 - Profile No. 5 on the section 3														
5-10	A ₁ A ₂	0	0	4	71	15	5	2	1	2	20	5	4,1	3,2
15-30	B	0	0	8	69	16	4	1	1	1	20	3	4,9	4,4
40-50	BC	0	0	6	74	14	3	1	1	1	17	3	5,2	4,7
90-110	C	0	0	13	67	17	1	0	2	0	18	2	5,6	4,5
160-170	C	0	0	6	74	14	3	2	1	0	17	3	6,2	5,2
Odkrywka 7 na przekroju 2 - Profile No. 7 on the section 2														
5-10	A ₁	0	0	4	79	8	2	2	4	1	10	7	5,2	4,2
30-40	A ₁ B	0	1	4	79	10	2	2	2	0	12	4	5,8	4,2
60-70	B	0	0	5	77	13	3	2	0	0	16	2	6,1	4,3
110-120	C	0	2	4	77	12	3	2	0	0	15	2	6,4	5,1
160-180	C	0	1	2	87	6	2	2	0	0	8	2	6,4	5,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Odkrywka 3 na przekroju 2 - Profile No. 3 on the section 2														
13-20	A ₁	0	0	7	80	6	1	1	1	4	7	6	5,3	3,9
25-50	A ₁ B	0	0	9	80	5	1	1	1	3	6	5	5,0	4,1
60-75	B	0	0	6	83	5	1	1	1	3	6	5	5,3	4,3
80-100	BC	0	0	13	72	10	2	1	1	1	12	3	5,8	4,6
160-180	CGor	0	0	10	66	19	2	1	0	0	21	1	6,3	5,0
Odkrywka 2 na przekroju 1 - Profile No. 2 on the section 1														
3-10	A ₁	0	0	4	74	16	1	2	1	2	17	5	5,1	4,2
15-30	A ₁ B	0	0	7	70	18	2	3	0	0	20	3	5,7	4,4
40-50	B	0	0	3	74	18	2	2	0	1	20	3	6,2	4,7
80-95	CGor	0	0	4	78	13	3	1	1	0	16	2	6,4	4,9
130-150	CGr	0	0	9	79	9	2	1	0	0	11	1	6,5	5,1
Odkrywka 1 na przekroju 3 - Profile No. 1 on the section 3														
5-10	A ₁	0	0	1	72	16	5	4	2	0	21	6	4,0	2,9
15-20	A ₂	0	0	2	77	14	4	3	0	0	18	3	4,8	3,5
20-25	B ₁	0	0	1	98	1	6	2	2	0	7	4	4,5	3,6
35-45	B ₂	0	0	2	79	14	2	2	1	0	16	3	5,2	4,3
80-100	C	0	0	5	76	15	4	0	0	0	19	0	5,8	4,7
150-170	CGr	0	0	3	88	5	3	1	0	0	8	1	6,9	5,0

w nich ziarna o średnicy 0,25–0,1 mm, które stanowią średnio około 76% ogólnej masy utworu. Udział piasku grubego jest znikomy i wyraża się zaledwie ułamkiem procentu. Zwraca natomiast uwagę znaczna ilość frakcji pyłowej, której zawartość oscyluje około 20% lub tę wartość przekracza. Piaski wydymowe są na omawianym terenie pozbawione węglanów i silnie zakwaszone.

Warstwowane piaski eoliczne przykrywa płaszcz utworów bezstrukturalnych. W obniżeniach terenowych i na mało zwydmionych powierzchniach płaskich płaszcz ten osiąga 0,7–0,8 m grubości. Na wydmach pokrywa ta jest bardziej rozbudowana i najczęściej przekracza 2 m miąższości, nawet na wierzchołkach form (przekroje). Piaski bezstrukturalne przechodzą stopniowo w warstwowane, przy czym te ostatnie wykazują do znacznej głębokości delikatne, niewyraźne warstwowanie. Pseudofibry spotyka się w wydmach badanego obszaru bardzo rzadko; zaobserwowano je tylko w jednej wydmie rozkopanej do podstaw.

Grzbiety wydym i ich zbocza charakteryzuje przemysłowy typ gospodarki wodnej. Przemysłowy typ stosunków wodnych rejestrujemy również w obniżeniach międzywydmowych, ale tutaj (zwłaszcza w obniżeniach głębszych) na gleby i szatę roślinną obok wód opadowych wywierają wpływ również i wody gruntowe. Pod przemożnym wpływem wód gruntowych rozwijają się natomiast gleby i roślinność w misach deflacyjnych, gdzie panują glejowe i bagienne typy wodne.

Ubóstwo skały macierzystej w składniki pokarmowe, kwaśna reakcja środowiska i warunki wodne limitują charakter zbiorowisk roślinnych. Najogólniej można powiedzieć, że jest to siedlisko borów sosnowych lokalnie zróżnicowane w swoim składzie florystycznym, zależnie od wilgotności środowiska. Wyższe partie wydym porastają bory suche, a najbardziej ubogi gatunkowo i najslabiej zwarty wariant tego podzespołu — bór chrobotkowy — porasta grzbiety wydym najwyższych. Na przedstawionych na rysunkach przekrojach bór suchy pokrywa obie wydmy wałowe (rys. 2 i 4) oraz wierzchołek i zachodnie zbocze paraboli (rys. 3). Jej zbocze wschodnie porasta bór mieszany z dębami (do 1 m średnicy w partiach przyziemnych) w składzie drzewostanu. Zbiorowisko boru mieszanego spotyka się także w głębszych obniżeniach międzywydmowych. Na mało zwydmionych obszarach płaskich i w płytszych obniżeniach międzywydmowych, gdzie poziom wód gruntowych utrzymuje się około 2 m poniżej powierzchni topograficznej, występuje zbiorowisko boru świeżego. Najbardziej bujna roślinność rozwinęła się w płytkich, ale podtapianych misach deflacyjnych.

Morfologia gleb nie podlegających wpływom wód gruntowych. Do tej grupy należą gleby występujące na wierzchołkach i zboczach form, a także w obniżeniach międzywydmowych o niższym poziomie wód gruntowych. Gleby te mieszczą się w syste-

matyce PTG [21] w klasie gleb biellicowoziemnych i należą typologicznie do gleb rdzawych.

Najpłytsze i najsłabiej wykształcone spośród nich zajmują położenia kulminacyjne lub występują na najwyższych odcinkach zboczy wydm najwyższych. Gleby takie, stojące na pograniczu rankerów i gleb rdzawych biellicowanych, Uggla [23] nazywa glebami biellicowatymi lub biellicowymi nie wykształconymi. Miąższość profilów glebowych osiąga w tych położeniach zaledwie 30–32 cm (przekroje), a cechą charakterystyczną tych gleb jest zróżnicowanie ich poziomów *B*-rdzawych na dwa podpoziomy: 4–5 cm gruby ciemnobrązowy *B*₁ i rdzawożółty, jaśniejący ku dołowi *B*₂, osiągający 20–25 cm miąższości. W profilach tych gleb nie zaznacza się poziom eluwalny. Wykształcił się w nich tylko około 3–4 cm gruby, jasnopopielaty poziom *A*₁*A*₂.

W miarę obniżania się zboczy podpoziom *B*₁ cienieje i stopniowo zatracą swą ciągłość, nie wykazując jej również na wierzchołkach wydm średniej wysokości; pod poziomem *A*₁*A*₂ występują wtedy często brunatne i rdzawe plamy żelaziste. Tak wykształcone profile gleb rdzawych biellicowanych reprezentuje odkrywka 5 na przekroju 3.

0–3 cm *A*₀

3–10 cm *A*₁*A*₂ — jasnoszary z popielatymi plamami piasek luźny o rozdzielnoziarnistej strukturze (białe ziarna kwarcu nie tworzą trwałych połączeń z próchnicą);

10–35 cm *B* — rdzawożółty piasek luźny z rdzawymi i brunatnymi plamami i centkami Fe bezpośrednio pod *A*₁*A*₂. Wytrącenia mają czasem postać tępych klinów schodzących w głąb poziomu, ale nie tworzą jednolitego horyzontu;

35–50 cm *BC* — jasnożółty piasek luźny bezstrukturalny;

50–200 cm *C* — białozółty piasek luźny niewyraźnie warstwowany.

W niższych partiach zboczy wydmowych i w płytkich obniżeniach międzywydmowych wykształciły się gleby rdzawe właściwe. Gleby te mają głębiej rozbudowane profile, a w górnych częściach ich poziomów *B* zaznacza się wmycie próchnicznych substancji organicznych. Przykład gleb rdzawych właściwych występujących na zboczach wydmowych stanowi odkrywka 3 na przekroju 1 (ryc. 2):

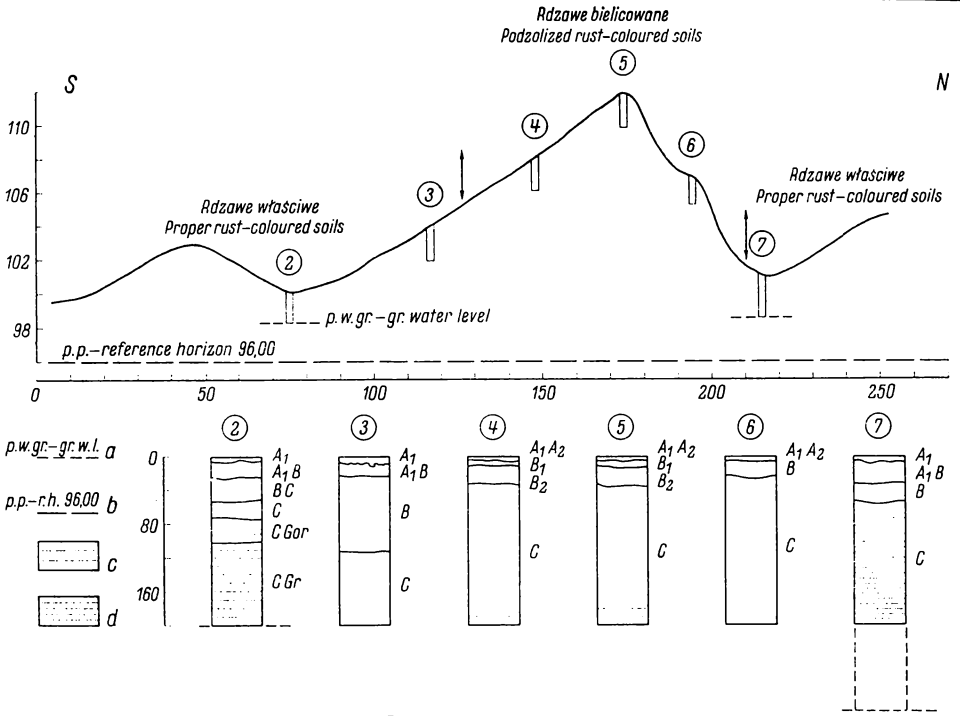
0–2 cm *A*₀

2–10 cm *A*₁ — piasek luźny, szary;

12–25 cm *A*₁*B* — ciemnożółty piasek luźny z wmytą substancją organiczną, stanowiącą zacieki pod poziomem *A*₁ lub tworzącą ciemne plamy na tle barwy poziomu;

25–120 cm *B* — żółty piasek luźny o nieco jaśniejszym odcieniu w w dolnych partiach poziomu, bezstrukturalny;

120–200 cm *C* — jasnożółty piasek luźny nie wykazujący warstwowania.

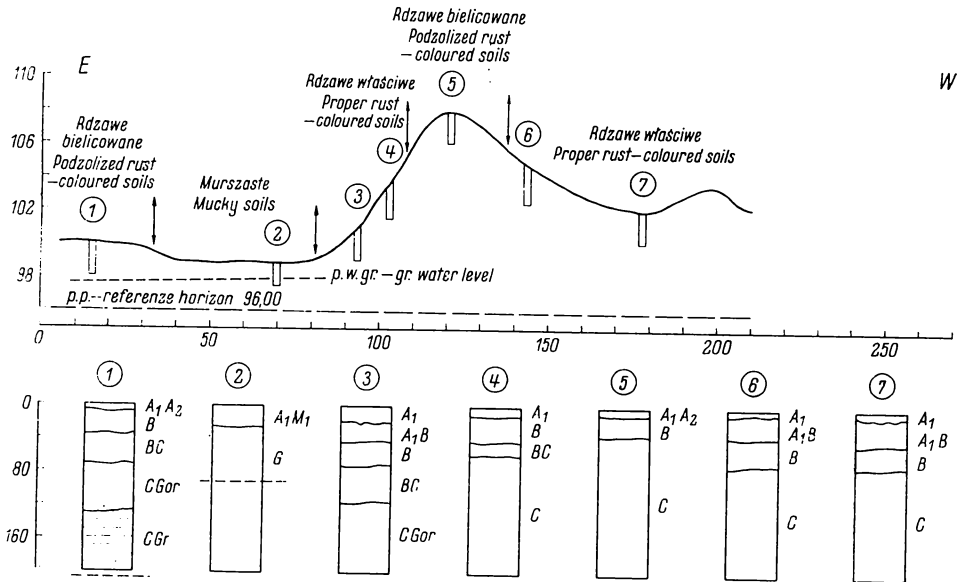


Rys. 2. Przekrój 1

a — poziom wody gruntowej, b — poziom porównawczy, c — niewyraźne delikatne warstwowanie, d — warstwowanie wyraźne

Section 1

a — ground water level, b — reference horizon, c — indistinct, slight stratification, d — distinct stratification

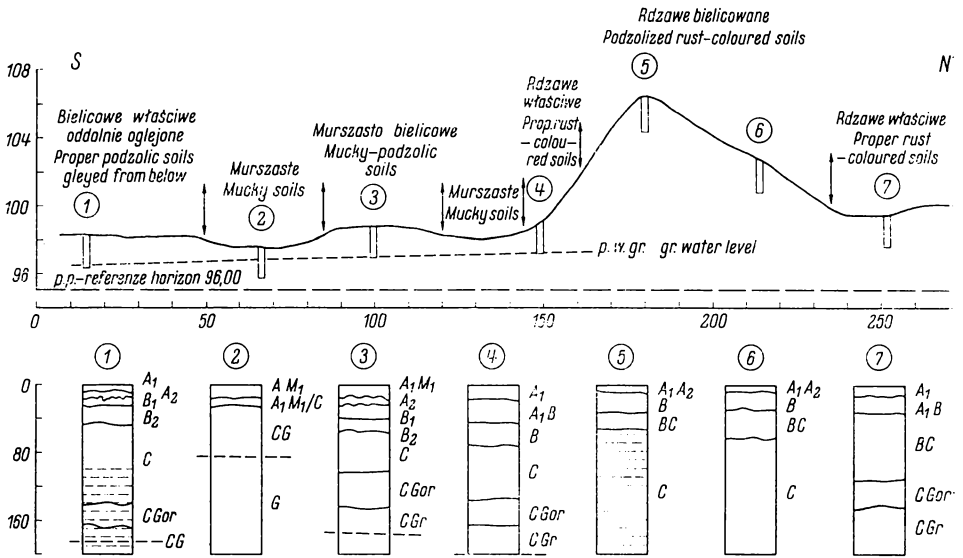


Rys. 3. Przekrój 2

objaśnienia jak na rys. 2

Section 2

explanation — see Fig. 2



Rys. 4. Przekrój 3
objaśnienia jak na rys. 2

Section 3
explanation — see Fig. 2

Gleby rdzawe właściwe płytkich obniżen międzywydmowych mają lepiej wykształcone poziomy akumulacyjne oraz stosunkowo głęboko i intensywnie rozbudowane poziomy z wmytą próchnicą. Charakteryzuje je odkrywka 7 na przekroju 2 (rys. 3):

- 0–3 cm A_0
- 3–15 cm A_1 — piasek słabo gliniasty, ciemnoszary, przejście do poziomu A_1B niewyraźne, zatarte;
- 15–50 cm A_1B — piasek luźny, brudnożółtoszary w górnej części poziomu, ciemnożółty z licznymi ciemnymi plamami substancji organicznej w części dolnej;
- 50–75 cm B — żółty, niżej jasnożółty piasek luźny bezstrukturalny;
- 75–200 cm C — żółtawy piasek luźny nie wykazujący warstwowania.

Morfologia gleb pozostających pod wpływem wód gruntowych. Pod wpływem wód gruntowych znajdują się na omawianym polu gleby występujące w głębszych obniżeniach międzywydmowych, na słabo zwydmionych powierzchniach płaskich, a przede wszystkim w misach deflacyjnych. Gleby te są bardziej zróżnicowane profilowo od omówionych powyżej, przy czym zróżnicowanie to zależy nie tylko od intensywności bezpośredniego oddziaływania na nie wód gruntowych, ale także od uwarunkowanej przez nie pokrywy roślinnej. W głębszych obniżeniach i na mało zwydmionych

powierzchniach płaskich poziom wody gruntowej stabilizuje się w najniższych partiach profilów glebowych.

Gleby głębszych obniżzeń międzywydmowych należą do rdzawych właściwych oddolnie oglejonych. Typowym ich przykładem jest odkrywka 2 na przekroju 1:

0–3 cm	A_0	
3–12 cm	A_1	— jednolicie ciemnoszary piasek luźny;
12–30 cm	A_1B	— piasek luźny brudnożółty (szarożółty z odcieniem brunatnym) z zaciekami i plamami substancji organicznej;
30–75 cm	B	— żółty, niżej jasnożółty, bezstrukturalny piasek luźny;
75–115 cm	$CGor$	— piasek luźny z licznymi plamami glejowymi;
115–200 cm	CGr	— białawozielonkawy piasek luźny delikatnie warstwowany.

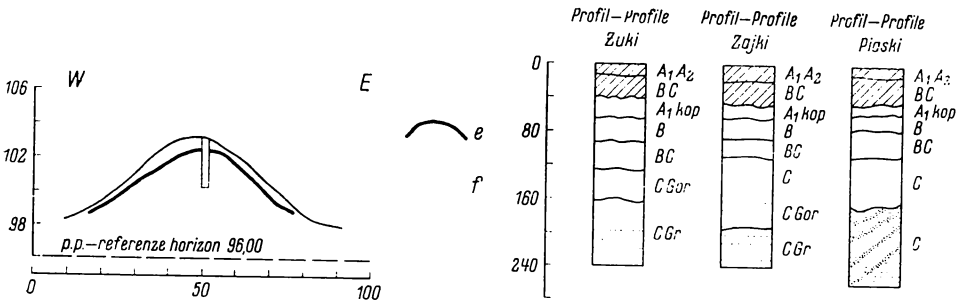
Poziom wody gruntowej — 1,95 m.

Na powierzchniach płaskich wykształciły się również gleby rdzawe i częściowo bielcowe. O sposobie wykształcenia gleb w tych położeniach w dużym stopniu decyduje charakter runa leśnego. Wskazuje na to rozmieszczenie gleb bielcowych, spotykanych przede wszystkim tam, gdzie gromadnie występują wrzosowate, a więc rośliny, których biellicujące oddziaływanie na glebę zostało już w dostatecznym stopniu udokumentowane [18, 22]. Przykładem gleby bielcowej (właściwej oddolnie oglejonej), wykształconej w rejonie gromadnego występowania wrzosowatych, jest odkrywka 1 na przekroju 3:

0–5 cm	A_0	
5–15 cm	A_1	— piasek słabo gliniasty, ciemnoszary;
15–20 cm	A_2	— piasek luźny jasnopopielaty, przejście do poziomemu B_1 ostre, choć nierówne;
20–28 cm	B_1	— bordowoczekoladowy piasek luźny;
28–48 cm	B_2	— żółtoszary piasek luźny z brązowymi centkami Fe przy korzonkach roślin;
48–140 cm	C	— bladeżółty piasek luźny, bezstrukturalny do 1,0 m, poniżej niezbyt wyraźnie warstwowany;
140–170 cm	$CGor$	— „marmurkowato” oglejony piasek luźny, warstwowany;
170–200 cm	CGr	— całkowicie oglejony piasek luźny, warstwowany.

Poziom wody gruntowej — 1,85 m.

Wrzosowate występują masowo na powierzchniach płaskich tylko lokalnie. Stąd też bardziej rozprzestrzenione są na nich oddolnie oglejone gleby rdzawe, pomimo że bezpośredni wpływ wody gruntowej na morfologię tych gleb jest niekiedy nawet silniejszy (odkrywka 1 na przekroju 2) niż w przypadku scharakteryzowanej gleby bielcowej. W



Rys. 5. Przekrój 4

Section 4

objaśnienia jak na rys. 2;

e — horyzont gleby kopalnej, f — pseudofibry

explanations — see Fig. 2;

e — fossile soil horizon, f — pseudofibres

glebach rdzawych powierzchni płaskich nie obserwuje się intensywniejszego wmycia próchnicy w głąb ich profilów.

Najsilniej oddziałują wody gruntowe na morfologię gleb w dnach mis deflacyjnych. Gleby te jako „azonalne” nie będą omawiane.

GLEBY OBSZARÓW PRZEKSZTAŁCONYCH (GLEBY KOPALNE)

Najstarsze gleby kopalne wykształcone są niemal wyłącznie w typie gleb rdzawych. Gleby bielcowe występują tylko punktowo, w najbardziej obniżonych partiach terenu, nie spotyka się ich na wydmach.

Do szczegółowszych badań wytypowano 3 profile gleb kopalnych, położone na trzech różnowiekowych jednostkach geomorfologicznych (rys. 1). Jeden z nich reprezentuje gleby wydmowe na staroholocenijskim tarasie zalewowym Narwi (profil Zajki), drugi na późnowurmiskiej równinie akumulacyjnej towarzyszącej dolinie Nereśli (profil Piaski), trzeci na środkowopolskiej równinie okolic Żuk (profil Żuki — przekrój 4, rys. 5).

profil Zajki

- | | | |
|------------|----------|---|
| 0–12 cm | A_1A_2 | — gleba młoda; |
| 12–40 cm | BC | — piasek luźny żółty; |
| 40–65 cm | A_1kop | — piasek luźny, szary z ciemnymi plamami w miejscach palenisk i nagromadzenia węgielków drzewnych, w całym poziomie występują krzemki i fragmenty ceramiki, przejście do B i gleby młodszej niewyraźne; |
| 65–90 cm | B | — piasek luźny ciemnożółty; |
| 90–120 cm | BC | — jasnożółty piasek luźny bezstrukturalny; |
| 120–160 cm | C | — białawy (bladożółty) piasek luźny bezstrukturalny; |
| 160–190 cm | $CGor$ | — bezstrukturalny piasek luźny, biały z plamami Fe; |
| 190–240 cm | CGr | — całkowicie oglejony piasek luźny, warstwowy. |

profil Piaski

- 15-45 cm BC — piasek luźny żółty;
 0-15 cm A₁A₂ — gleba młoda;
 45-60 cm A₁kop — piasek luźny ciemnoszary z jaśniejszymi plamami,
 z dużą ilością drobnych węgielków, krzemieni
 i szczątków ceramiki, przejście do B niewyraźne;
 60-85 cm B — szarozółty piasek luźny z drobnymi węgielkami;
 85-105 cm BC — żółty piasek luźny bezstrukturalny;
 105-160 cm C — piasek luźny bladeżółty bezstrukturalny;
 160-190 cm CGor — bezstrukturalny piasek luźny z plamami Fe;
 190-240 cm CGR — oglejony piasek luźny, niewyraźnie warstwowany.

profil Żuki

- 0-10 cm A₁A₂ — gleba młoda;
 10-40 cm BC — piasek luźny brudnożółty;
 40-50 cm A₁A₂kop — jasnoszary piasek luźny z węgielkami drzew-
 nymi i rzadko spotykanymi krzemkami;
 50-70 cm B — piasek luźny bezstrukturalny żółty;
 70-100 cm BC — jasnożółty piasek luźny bezstrukturalny;
 100-160 cm C — żółtawy, bezstrukturalny piasek luźny;
 160-240 cm C — piasek luźny warstwowany, z pseudofibrami i
 jasnymi smugami pokorzeniowymi biegnący-
 mi w dół profilu.

UWAGI OGÓLNE DOTYCZĄCE WYKSZTAŁCENIA PROFILOWEGO GLEB AKTUALNIE
 FUNKCJONUJĄCYCH I GLEB KOPALNYCH

Pokrywa glebowa na polu wydym nie przekształconych, co zresztą z powyższego wynika, nie jest zbyt różnicowana typologicznie. Najbardziej rozpowszechnione są tu gleby rdzawe, a wśród nich rdzawe bielcowane. Nie spotyka się natomiast typowych bielci, tym bardziej bielci z twardymi poziomami orsztynowymi. Niezbyt licznie reprezentowane są również gleby bielcowe, których występowanie ogranicza się głównie do łagodnych obniżen na mało zwydmionych obszarach płaskich, okupowanych przez wrzosowate.

Podstawowa rola w różnicowaniu morfologicznym gleb aktualnie funkcjonujących przypada szacie roślinnej uzależnionej od rzeźby powierzchni i wilgotności środowiska. Wraz ze zwilgoceniem siedliska i intensywnością wzrostu zbiorowisk borowych wzrasta wyrazistość wykształcenia profilów glebowych i ich głębokość oraz zwiększa się miąższość poziomów akumulacyjnych i zmienia ich charakter. Na wierzchołkach wydym nie zmieniona w procesie pedogenezy skała macierzysta występuje już na głębokości 30—45 cm. Głębokość profilów glebowych i ich wyrazistość wzrasta wraz z obniżaniem się stoków, osiągając u ich podnóży i na obszarach płaskich 70-80 cm, miejscami nawet 1,2 m. Obraz ten zakłóca lokalnie poziom wód gruntowych.

Również i poziomy akumulacyjne gleb wydm „suchych” wykształcone są najsłabiej. Na kulminacjach wydm i wyższych zboczach mają one charakter poziomów próchniczno-eluwialnych, a ich miąższość nie przekracza 4–5 cm. Wyraźniej wykształciły się one pod bardziej wilgotnymi podzespołami borowymi w obniżeniach międzywydmowych o niższym poziomie wód gruntowych, gdzie osiągają 10 cm grubości, a najlepiej pod borami świeżymi (10–15 cm). Najgrubsze poziomy A_1 (20–25 cm), spotykane w niższych partiach najbardziej stromych zboczy (przekrój 2) są rezultatem splukiwania.

W Kotlinie Biebrzańskiej nie obserwuje się istotniejszych różnic w typologii gleb wydmowych w zależności od ekspozycji zboczy. Różnica między glebami zboczy północnych i południowych polega głównie na tym, że na pierwszych z nich wykształciły się gleby rdzawe bielicowane, na drugich — rdzawe bielicowane i rdzawe właściwe w najniższych partiach zboczy (przekroje 1 i 3).

Dolna granica poziomów *B*-rdzawych gleb wydmowych nie zbiega się w Kotlinie z zasięgiem pokrywowej warstwy bezstrukturalnej, którą to prawidłowość stwierdzono w innych regionach kraju [6]. Zbieżność taką w przypadku odkrywki 5 na przekroju 3 należy uznać za przypadkową. Podobnie głębokie poziomy *B* wykształciły się na wierzchołkach innych wydm (przekroje 1 i 2), gdzie miąższość warstwy bezstrukturalnej osiąga lub przekracza 2 m.

Intensywność wykształcenia gleb pogrzebanych zależy nie tylko od warunków środowiskowych. Poziomy akumulacyjne gleb niżej położonych mają często charakter antropogeniczny. Osiągają one wtedy lub przekraczają 20 cm miąższości, odznaczają się ciemnoszarą lub czarną barwą i sprawiają wrażenie scementowanych. Na wydmach wyższych mają kilkucentymetrową miąższość, miejscami są nawet poprzerywane, a ich zasięgi — dolny i górny — są niewyraźne, postrzępione.

Poziomy *B*-rdzawe gleb kopalnych także nie pokrywają się z miąższością warstwy bezstrukturalnej. Dotyczy to nie tylko gleb wykształconych na wydmach najstarszych. Warstwa ta, co należy podkreślić, występuje również na wydmach uformowanych w okresie borealnym i w początkach okresu atlantyckiego. Obserwowano ją na wydmie Zajki i na wielu innych wydmach zlokalizowanych na staroholocenijskim tarasie Narwi.

ZAWARTOŚĆ I ROZMIESZCZENIE WOLNYCH FORM ŻELAZA I GLINU W GLEBACH OBSZARÓW NIE ROZWIEWANYCH I W GLEBACH KOPALNYCH

Odbiciem wyrazistości wykształcenia profilowego gleb na wydmach nie rozwiewanych i podstawowej w tym roli szaty roślinnej jest zawartość i rozmieszczenie w ich profilach wolnych form żelaza i glinu.

Pedogeniczne zróżnicowanie w układzie tych składników najbardziej wyraźnie zaznacza się w profilach gleb bielicowych (tab. 2). W

odkrywce 1 na przekroju 3 ilość Fe_2O_3 w poziomie iluwialnym wzrasta w stosunku do poziomu eluwialnego 2,5-krotnie, a Al_2O_3 3-krotnie. W poziomach wierzchnich ma z kolei miejsce akumulacja krzemionki.

W profilu gleby rdzawej bielcowanej, położonej na wierzchołku wydmy (odkrywka 5 na przekroju 3), wskaźnik przemieszczenia tlenków żelaza jest identyczny jak w glebie bielcowej (2, 5). Znacznie mniejsze są przemieszczenia glinu.

Tabela 4

Zawartość i wskaźniki przemieszczeń wolnych tlenków krzemionki, żelaza i glinu w glebach wydmy nierozwielanych
Content and translocation indices of free silica, iron and aluminium oxides in soils on consolidated dunes

Głębokość Depth cm	Poziom Horizon	SiO_2	Fe_2O_5	Al_2O_3	R_2O_3	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Wskaźniki przemieszczeń Translocation indices		
							SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3
%									
Odkrywka 3 na przekroju 1 - gleba rdzawa właściwa Profile No. 3 on the section 1 - proper rust-coloured soil									
2-10	A ₁	0,720	0,150	0,181	0,331	2,178			
15-25	A ₁ B	0,352	0,125	0,252	0,377	0,934	0,49	0,93	1,39
40-60	B	0,202	0,050	0,314	0,364	0,555			
100-120	B	0,322	ślad	0,454	0,454	0,707			
160-180	C	0,110	ślad	0,222	0,222	0,495			
Odkrywka 5 na przekroju 3 - gleba rdzawa bielcowana Profile No. 5 on the section 3 - podzolicized rust-coloured soil									
5-10	A ₁ A ₂	0,161	0,050	0,453	0,503	0,320			
15-30	B	0,048	0,125	0,626	0,751	0,063	0,30	2,50	1,38
40-50	BC	0,020	0,121	0,714	0,835	0,024			
90-110	C	n.o.	ślad	n.o.	-	-			
160-170	C	n.o.	0,125	n.o.	-	-			
Odkrywka 7 na przekroju 2 - gleba rdzawa właściwa Profile No. 7 on the section 2 - proper rust-coloured soil									
5-10	A ₁	0,500	0,335	0,693	1,028	0,486			
30-40	A ₁ B	0,100	ślad	0,480	0,480	0,208	0,20	0,00	0,69
60-70	B	n.o.	ślad	n.o.	-	-			
110-120	C	0,030	ślad	0,620	0,620	0,048			
160-180	C	n.o.	0,125	n.o.	-	-			
Odkrywka 3 na przekroju 2 - gleba rdzawa właściwa Profile No. 3 on the section 2 - proper rust-coloured soil									
10-20	A ₁	n.o.	0,150	n.o.	-	-			
25-50	A ₁ B	0,282	0,150	0,524	0,574	0,491		1,00	
60-70	B	0,357	0,125	0,470	0,595	0,576			
80-100	BC	0,356	0,125	0,446	0,571	0,623			
160-180	CGor	0,258	ślad	0,474	0,474	0,544			
Odkrywka 2 na przekroju 1 - gleba rdzawa właściwa oddolnie oglęjona Profile No. 2 on the section 1 - proper rust-coloured soil gleyed from below									
3-10	A ₁	0,302	0,450	0,408	0,858	0,352			
15-30	A ₁ B	0,061	0,415	0,272	0,687	0,089	0,20	0,92	0,66
40-50	B	0,053	0,125	0,446	0,571	0,093			
90-95	CGor	0,030	ślad	0,348	0,348	0,086			
130-150	CGr	0,023	0,050	0,292	0,342	0,067			
Odkrywka 1 na przekroju 3 - gleba bielcowana właściwa oddolnie oglęjona Profile No. 1 on the section 3 - proper podzolic soil gleyed from below									
5-10	A ₁	0,775	0,050	0,088	0,138	5,616			
15-20	A ₂	0,602	0,050	0,126	0,176	3,420			
20-25	B ₁	0,416	0,125	0,392	0,517	0,804	0,69	2,50	3,11
35-45	B ₂	0,343	0,050	0,322	0,372	0,922			
80-100	C	0,542	0,125	0,280	0,405	1,338			
150-170	CGor	0,342	ślad	0,252	0,252	1,356			

T a b e l a 3

Zawartość i wskaźniki przemieszczeń wolnych tlenków krzemionki, żelaza i glinu
w glebach kopalnych
Content and translocation indices of free silica, iron and aluminium oxides
in fossil soils

Głębokość Depth cm	Poziom Horizon	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	Wskaźniki przemieszczeń Translocation indices		
		%					SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Profil Zajki - Profile of Zajki									
0-40	A ₁ A ₂	n.o.	n.o.	n.o.	-	-			
12-40	BC	n.o.	n.o.	n.o.	-	-			
40-65	A ₁ kop	0,128	0,112	0,252	0,364	0,351			
70-85	B	0,240	0,112	0,660	0,772	0,311	1,87	1,00	2,61
90-100	BC	0,146	0,050	0,623	0,673	0,216			
120-130	C	0,072	0,050	0,562	0,612	0,117			
170-180	CGor	n.o.	0,050	n.o.	-	-			
Profil Piaski - Profile of Piaski									
0-15	A ₁ A ₂	n.o.	0,050	n.o.	-	-			
30-40	BC	n.o.	0,050	n.o.	-	-			
45-60	A ₁ kop	0,154	0,137	0,538	0,675	0,228			
60-75	B	0,230	0,250	0,580	0,830	0,277	1,49	1,82	1,08
85-100	BC	n.o.	0,112	n.o.	-	-			
125-145	CGor	n.o.	0,075	n.o.	-	-			
185-200	CGr	n.o.	0,050	n.o.	-	-			
Profil Żuki - Profile of Żuki									
5-10	A ₁ A ₂	n.o.	0,250	n.o.	-	-			
25-35	BC	n.o.	0,125	n.o.	-	-			
40-50	A ₁ A ₂ kop	n.o.	0,125	n.o.	-	-			
55-65	B	n.o.	0,180	n.o.	-	-		1,44	
70-80	BC	n.o.	0,050	n.o.	-	-			
115-125	C	n.o.	śląd trace	n.o.	-	-			

Nie stwierdzono natomiast analitycznie przesunięcia wolnych tlenków żelaza i glinu w głąb profili gleb rdzawych właściwych. Nieznaczne przemieszczenie tlenków glinu ma miejsce jedynie w profilu 3 na przekroju 1, położonym nieco wyżej w rzeźbie terenu i zbliżonym morfologicznie do gleb rdzawych bielcowanych. Gleby usytuowane w położeniach niskich są wyraźnie wzbogacone w te składniki w poziomach wierzchnich, zwłaszcza w poziomach akumulacyjnych. Stopień wzbogacenia wierzchnich partii profili gleb rdzawych właściwych w wolne tlenki żelaza i glinu wyraźnie koreluje z wilgotnością środowiska i intensywnością rozwoju szaty roślinnej, wskazując na głównie biogeniczny charakter tego procesu. Gleby niżej położone i często oddolnie ogle-

jone zawierają 2-3-krotnie więcej tych składników w poziomach akumulacyjnych od gleb usytuowanych na zboczach wydmych.

Warunki redukcyjne w najniższych częściach profilów (odkrywka 2 na przekroju 1 i odkrywka 1 na przekroju 3) nie mają wpływu na ich poziomy wierzchnie, gdzie wyraźnie panuje przemysłowy typ gospodarki wodnej. Niezbyt agresywne wody gruntowe (pH H₂O 6,0), niezdolne do przenoszenia glinu, powodują tylko „odbarwienie” dolnych partii profilów i redukcję żelaza trójwartościowego.

Gleby na wydmach Kotliny Biebrzańskiej zawierają więcej glinu niż żelaza, przy czym zawartość wolnych tlenków glinu kilkakrotnie przeważa nad zawartością tlenków żelaza w całych ich profilach. Przewaga ta zaznacza się we wszystkich analizowanych profilach glebowych niezależnie od ich wykształcenia typologicznego i położenia.

Rozmieszczenie wolnych form żelaza i glinu w analizowanych odkrywkach gleb kopalnych wskazuje na niedostrzegalne w ich morfologii przemieszczenie tych składników w głąb ich profilów. Upodabnia je to pod tym względem do gleb rdzawych bielcowanych, chociaż niektóre z nich, ze względu na dużą miąższość poziomów akumulacyjnych (profile Piaski i Zajki) ze stosunkowo dużą zawartością próchnicy, bardziej przypominają gleby rdzawe właściwe. Dotyczy to gleb nisko położonych; gleby na wydmach wyższych (wydma Żuki) nie różnią się swoją morfologią od współczesnych gleb rdzawych bielcowanych.

Gleby młode, przykrywające najstarsze gleby kopalne, należą w każdym badanym przypadku do gleb rdzawych, ale rozmieszczenie w ich profilach wolnych tlenków Fe i Al (wydmy Piaski i Żuki) nie może być wyłącznym rezultatem pedogenezy. Jest to bowiem materiał pochodzący z gleb o wykształconym już obliczu typologicznym (rdzawych), materiał przygotowany przez długotrwałe wietrzenie, który nie stracił swoich właściwości podczas stosunkowo krótkiego transportu.

ZAGADNIENIE WIEKU, GENEZY I EWOLUCJI POKRYWY GLEBOWEJ NA WYDMACH KOTLINY BIEBRZAŃSKIEJ

WIEK POKRYWY GLEBOWEJ NA WYDMACH KOTLINY

Badania ostatnich lat [6, 7, 9] wskazują na genetyczny związek automorficznych biellic, gleb bielcowych i rdzawych, wykształconych na starych formach wydmych, z procesami mrozowymi w plejstocenie. Plejstocенską genezę gleb rdzawych sugeruje również systematyka PTG [21]. Z procesami wietrzenia peryglacialnego wiązana jest geneza poziomów iluwialnych i rdzawych wymienionych gleb. Na reliktowość tych poziomów wskazuje bowiem ich struktura i barwa, wykazujące podobieństwo do warstwy czynnej współczesnej wiecznej zmarzliny, charakterystyczna dwudzielność poziomów iluwialnych oraz zbieganie się ich zasięgów z dolną granicą warstwy bezstrukturalnej, której ge-

nezę przypisuje się głównie procesom wietrzenia mrozowego [11, 19, 24, 25, 26]. Za relikty plejstocenijskiej zmarzliny uważane są także pseudofibry, z reguły przebiegające pod poziomami B gleb bielcowych i rdzawych.

Gleby na wydmach Kotliny Biebrzańskiej nie wykazują cech, które pozwalałyby wiązać genezę tych gleb z procesami wietrzenia mrozowego w plejstocenie. Poziomy B gleb rdzawych zarówno aktualnie funkcjonujących, jak i gleb kopalnych nie pokrywają się tutaj z zasięgiem warstwy bezstrukturalnej (przekroje), ani też nie graniczą z pseudofibrkami, które spotyka się zresztą sporadycznie. Prawidłowości takiej nie obserwuje się tym bardziej w przypadku gleb bielcowych, powstałych w Kotlinie głównie pod wpływem roślin wrzosowatych. Brak z kolei struktur kriogenicznych w warstwie bezstrukturalnej oraz występowanie tejże na wydmach staroholocenijskiego tarasu zalewowego Narwi nie daje żadnych podstaw do łączenia jej genezy z okresem peryglacjalnym.

Do badań nad morfologią, genezą i ewolucją gleb na wydmach wybrano bodajże najpiękniej wykształcone pole wydymowe w całej Kotlinie. Pole to rozwinęło się na różnowiekowych jednostkach geomorfologicznych, z których najstarsze związane są z lodowcem środkowopolskim, najmłodsze z działalnością rzeczną w starszym holocenie. Zróżnicowanie wiekowe tego obszaru nie oznacza jednakże podobnie silnego zróżnicowania ukształtowanych na nim form eolicznych. Procesy wydymowe mogły się wprawdzie najdłużej rozwijać w obrębie równin środkowopolskich, ale ostateczny kształt uzyskała rzeźba eoliczna na wszystkich jednostkach plejstocenijskich w ostatniej fazie uwarunkowanego klimatycznie okresu wydymotwórczego.

Ostatnia faza rozwoju rzeźby eolicznej w Polsce przypada na młodszy dryas i początek okresu polodowcowego. W Polsce środkowej trwało w tym czasie intensywne przekształcanie wydym, natomiast właściwa faza ich rozwoju przypada na starszy dryas [3]. Świadczy o tym mała miąższość piasków fazy przekształcania w porównaniu z piaskami fazy głównej, obserwowana zwłaszcza o okolicach Łodzi.

W Kotlinie Biebrzańskiej okres wydymotwórczy trwał najprawdopodobniej dłużej niż w Polsce środkowej, a procesy eoliczne ostatniej fazy tego okresu odznaczały się większą intensywnością. O większym nasileniu tych procesów świadczy budowa wydym występujących na powierzchniach nie rozwiewanych, które w każdym badanym przypadku składają się z jednej tylko serii piaszczystej przykrytej warstwą bezstrukturalną, oraz całkowite zniszczenie (rozwianie) gleb allerödskich. Wcześniej ukształtowana rzeźba eoliczna została więc na jednostkach plejstocenijskich w ostatniej fazie okresu wydymotwórczego całkowicie przebudowana. O długootrwałości okresu wydymotwórczego w Kotlinie świadczy z kolei powszechność wydym i ich występowanie na bardzo zróżnicowanych wie-

kowo jednostkach morfologicznych i jego koniec określają wydmy wykształcone na staroholocenijskim tarasie zalewowym Narwi.

Formowanie tarasu przypada na okres preborealny, borealny i atlantycki [1]. Taras jest zróżnicowany wiekowo i morfologicznie i składa się z przynajmniej trzech różnowiekowych generacji meandrów. Występowanie wydym na odsypach powodziowych związanych nie tylko z meandrami najstarszymi, odznaczającymi się największymi promieniami krzywizny, ale również z młodszymi (znacznie mniejszymi) dowodzi, że procesy wydmotwórcze, a zatem i glebowe, rozwijały się przez cały niemalże okres formowania tarasu. Wydmy na tarasie powstawały więc w okresie preborealnym, borealnym i w początkach okresu atlantyckiego wraz z formowaniem kolejnych jego członów (wyraźnie wykształconej pokrywy eolicznej pozbawione są najmłodsze części tarasu).

Długotrwałość procesów eolicznych w Kotlinie Biebrzańskiej i duże ich nasilenie w końcowej fazie okresu wydmotwórczego uzasadniają tezę, że unieruchomienie pokryw wydmowych i ostateczne ujednoczenie rzeźby na powierzchniach plejstocenijskich nastąpiło nie w początkach, jak na zachodzie kraju, lecz w bardziej już zaawansowanej fazie holocenu. Z tego też względu nie obserwuje się na wydmach Kotliny struktur kriogenicznych, a pokrywa glebowa utworów eolicznych nie wykazuje związków z procesami wietrzenia mrozowego. I odwrotnie, fakty te argumentują za holocenijskim wiekiem wydym w Kotlinie.

Zagadnienie różnowiekowości rzeźby eolicznej na badanym obszarze nie sprowadza się tylko do powierzchni plejstocenijskich. Z możliwości kształtowania się wydym na staroholocenijskim tarasie Narwi wynika, że wydmy na tych powierzchniach są także różnowiekowe z wydmami uformowanymi na odsypach korytowych meandrów wielkopromiennych. Fakt ten ma istotne znaczenie. Początek rozwoju gleb na tarasie, określony przedziałem czasowym formowania tej powierzchni, wyznacza bowiem granicę wiekową gleb na powierzchniach pozostałych. Oznacza to, że gleby na wydmach Kotliny są glebami holocenijskimi, a początek ich kształtowania przypada na okres preborealny. Później zaczęła kształtować się pokrywa glebowa na młodszych (niż preborealne) członach tarasu zalewowego Narwi.

Zagadnieniem nie mniej ważnym od ustalenia początków rozwoju gleb na powierzchniach nie rozwiewanych, jest określenie przedziału czasowego kształtowania się najstarszych gleb kopalnych, które również (dodatkowo) rzutują na wiek gleb aktualnie funkcjonujących.

Najstarsze gleby kopalne ukształtowały się i funkcjonowały w starszym holocenie. Oprócz profilów na wydmach staroholocenijskiego tarasu Narwi, które w aspekcie przedstawionej różnowiekowości form eolicznych — wyznaczają dolną granicę ich rozwoju, okres funkcjonowania tych gleb dokumentują znaleziska archeologiczne i analiza pyłkowa.

Na całym obszarze wydm rozwiewanych spotyka się liczne ślady bytowania człowieka prehistorycznego. Znajduje się je w postaci odłupków krzemiennych, okruchów ceramiki, skupisk kamieni i węgla drzewnych, a także narzędzi. Najlepiej zachowały się one w poziomach próchnicznych najstarszych gleb kopalnych. Według opinii dr H. Więcko-wskiej, która stwierdziła analogię złożu kulturowego penetrowanych stanowisk do szczegółowo badanych przez nią stanowisk w Sośni (w pobliżu Osowca), znaleziska archeologiczne na tym obszarze odpowiadają kulturom mezo- i neolitycznym. Świadczy również o tym sprecyzowana przynależność kulturowa stanowiska w Laskowcu [8].

Próbki do analizy pyłkowej pobrano z zerwy brzegowej Nereśli, na wschód od wsi Piaski (rys. 1). Rozcięte przez rzekę i przykryte młodszymi aluwiami utwory torfiaste wypływając się, przechodzą tu stopniowo w najstarszą glebę kopalną, odsłoniętą w rezultacie podcięcia wydmy posadowionej na plejstocenijskiej równinie akumulacyjnej. Analizy czterech próbek, pobranych z utworów torfiastych, dokonał dr K. Kru-piński z Instytutu Geografii UW, określając je (z dużym prawdopodobieństwem) jako pochodzące z końca okresu atlantyckiego i z I połowy okresu subborealnego. Okres atlantycki reprezentuje jedna z próbek, najgłębiej pobrana. Dalszy rozwój gleby został więc w badanym miejscu zahamowany w I połowie okresu subborealnego skutkiem przykrycia młodszymi piaskami wydmy. Z tej samej wydmy pobrano również próbki do analiz glebowych (wydmy Piaski).

Stanowiska archeologiczne i analiza pyłkowa dokumentują staroholoceneński wiek najstarszych gleb kopalnych, datując jednocześnie pierwszy etap wzmożonej ingerencji człowieka w naturalne środowisko regionu. Dowodzą, że dalszy rozwój gleb na obszarze wydm rozwiewanych został przerwany na przełomie starszego i młodszego holocenu w wyniku jego działalności.

Obszar z glebami kopalnymi obejmuje różne jednostki morfologiczne, w tym i dolinę Narwi. Stąd też — wobec równowiekowości pokrywy eolicznej na jednostkach plejstocenijskich i preborealnych członach doliny — sprecyzowany okres funkcjonowania tych gleb dodatkowo określa wiek gleb na obszarach nie rozwiewanych. Wiele więc okoliczności dowodzi, że początek formowania się pokrywy glebowej na wydmach Kotliny Biebrzańskiej przypada na starszy holocen. Porównanie sposobu wykształcenia, cech i właściwości gleb tego okresu (gleb kopalnych) z glebami funkcjonującymi do dnia dzisiejszego daje podstawę do wnioskowania o dalszym jej rozwoju i ewolucji.

PRZYNALEŻNOŚĆ TYPOLOGICZNA GLEB STAROHOLOCENSKICH

Gleby na polach wydmy Kotliny Biebrzańskiej w starszym holocenie to gleby rdzawe. Obserwuje się je na wszystkich wydmach roz-

wiewanych, niezależnie od dzisiejszego poziomu wody gruntowej. Gleby bielcowe występują punktowo, w najbardziej obniżonych partiach terenu. Staroholocenijskie (kopalne) gleby rdzawe są dość zróżnicowane profilowo, przy czym zróżnicowanie to przejawia się przede wszystkim w sposobie i intensywności wykształcenia ich poziomów akumulacyjnych. Gleby występujące na kulminacjach i zboczach form nie różnią się morfologicznie od współczesnych gleb rdzawych bielcowanych, położone nisko często przypominają dzisiejsze gleby rdzawe właściwe. W profilach tych gleb nie obserwuje się jednak wmycia próchnicy, pomimo że niektóre z nich mają bardziej rozbudowane poziomy próchniczne od gleb współczesnych.

Zróżnicowanie poziomów A_1 gleb kopalnych zależy nie tylko od ich położenia w rzeźbie terenu i wilgotności środowiska. W większym stopniu jest ono wynikiem bezpośredniego oddziaływania na nie człowieka prehistorycznego, nie zależy natomiast lub bardzo mało zależy od zróżnicowania wiekowego profili glebowych. Co więcej, szczegółowe obserwacje terenowe i dane analityczne wskazują, że kopalne gleby rdzawe pomimo różnic w wykształceniu profilowym należą głównie do rdzawych bielcowanych. Zdecydowanie bowiem przeważają wśród nich „typowe” gleby rdzawe bielcowane; a nawet najlepiej wykształcone, występujące w obniżeniach terenowych, nie zawsze są rdzawymi właściwymi.

Odkrywki wytypowane do badań laboratoryjnych położone są w różnych sytuacjach terenowych, na zróżnicowanych wiekowo jednostkach geomorfologicznych. Dobrano je pod kątem analizy intensywności wykształcenia gleb kopalnych w zależności od położenia i zróżnicowania substratu skalnego. Profil Żuki reprezentuje typowe gleby rdzawe bielcowane, usytuowane na kulminacjach i zboczach form wydmych (przekrój 4), profile Piaski i Zajki zajmują położenia niskie, prawie płaskie. Reprezentują one gleby kopalne o najlepiej wykształconych poziomach akumulacyjnych, lepiej nawet w porównaniu ze współczesnymi glebami rdzawymi właściwymi (opisy odkrywek).

Gleby Piaski i Zajki, a w szczególności gleba Piaski, nie mogą być jednakże bezdyskusyjnie zaliczone do rdzawych właściwych. Poziomy akumulacyjny tych gleb mają bowiem charakter antropogeniczny. Znacznie słabiej wykształcone poziomy A_1 mają gleby podobnie położone na wydmach, gdzie ślady bytowania człowieka prehistorycznego nie są — jak w przypadku wydmy Piaski i Zajki — liczne, zaś gleby nie przekształcone antropogenicznie na tych wydmach, zwłaszcza nieco wyżej usytuowane, są wykształcone podobnie jak współczesne gleby rdzawe bielcowane. W profilu Piaski wyraźnie zaznaczają się przemieszczenia wolnych tlenków żelaza (tab. 3). Wskaźnik przemieszczeń tego składnika jest nawet wyższy niż w profilu Żuki położonym na wierzchołku wydmy. Antropogeniczny charakter poziomu akumulacyjnego i dane

analityczne wskazują więc, że gleba na wydmie Piaski ukształtowała się w wyniku naturalnie przebiegających procesów glebowych jako rdzawa bielcowana, a jej podobieństwo morfologiczne do współczesnych gleb rdzawych właściwych jest rezultatem bezpośredniego oddziaływania na nią człowieka prehistorycznego. Mniej oczywista jest przynależność typologiczna profilu Zajki, w którym nie zaznaczają się wprawdzie przemieszczenia tlenków żelaza, chociaż wyraźnie przesunięte są wolne tlenki glinu. Prawdopodobnie reprezentuje on występujące tu lokalnie gleby rdzawe właściwe.

W starszym holocenie wykształciły się więc na wydmach Kotliny głównie gleby rdzawe bielcowane. O podobieństwie niektórych z tych gleb do dzisiejszych gleb rdzawych właściwych, a także o ich zróżnicowaniu morfologicznym w poważnym stopniu zdecydowała działalność ludzka. Dodać należy, że oprócz bezpośredniego oddziaływania człowieka na morfologię gleb zaznacza się również jego oddziaływanie pośrednie. Dotyczy to gleb wyżej położonych, których poziomy akumulacyjno-eluwialne zostały częściowo zniszczone przez procesy deflacyjne, uruchomione w wyniku degradacji szaty roślinnej.

Nie stwierdzono natomiast różnic w wyrazistości wykształcenia kopalnych gleb rdzawych i w ich typologii w zależności od zróżnicowania wiekowego skały macierzystej.

Analizowane profile gleb kopalnych wykształciły się na wydmach uformowanych na różnowiekowych jednostkach geomorfologicznych. Wydmy Żuki i Piaski, jako ukształtowane na powierzchniach plejstoceńskich w końcowej fazie okresu wydmyotwórczego, są równowiekowe. Pokrywa glebowa mogła się na nich rozwijać przez cały okres funkcjonowania gleb kopalnych. Wydma Zajki należy do najmłodszych na badanym terenie, a przedział czasowy kształtowania się gleb na niej sprowadza się do okresu atlantyckiego. Badania geomorfologiczne [1] poparte analizą paleobotaniczną [12] dowodzą bowiem, że meander wraz z odsypami powodziowymi i wydumą, na której się te gleby rozwijały, uformowały się dopiero pod koniec okresu borealnego. Meander ten ścina formę nieco starszą (rys. 1), wypełnioną częściowo torfami, które zaczęły się odkładać w początku okresu atlantyckiego.

Mimo zróżnicowania wiekowego wydym na każdej z nich wykształciły się gleby rdzawe bielcowane, z których część uległa modyfikacjom antropogenicznym. Wyjąwszy analizowany profil na wydmie Zajki, którego przynależność typologiczna nie jest zbyt oczywista, inne gleby kopalne na tej wydmie, zwłaszcza nieco wyżej położone, nie różnią się morfologicznie od gleb rdzawych bielcowanych na wydmach pozostałych, mimo że rozwijały się w okresie optimum klimatycznego w holocenie. Podobnie zresztą wykształciły się gleby na innych wydmach staroholocenijskiego tarasu Narwi, których zróżnicowanie wiekowe nie może budzić wątpliwości.

Procesy glebotwórcze na wydmach Kotliny Biebrzańskiej w starszym holocenie miały więc zbliżony charakter w różnych jego podokresach.

GENEZA I EWOLUCJA GLEB WYDMOWYCH W KOTLINIE BIEBRZAŃSKIEJ

Pokrywa glebowa na wydmach Kotliny Biebrzańskiej, jako ukształtowana w starszym holocenie, nie wykazuje związków z procesami mrozowymi w warunkach peryglacjalnych. Trudno więc mówić o jej poligenetycznym charakterze. Jej geneza i specyfika wykształcenia typologicznego w starszym holocenie, wyrażająca się powszechnością występowania gleb rdzawych bielcowanych, a także dalsza ewolucja mogą być rozpatrywane jedynie w powiązaniu z warunkami ekologicznymi pól wydmowych w przekroju czasowym okresu polodowcowego, a w szczególności z klimatem tego okresu.

Klimat starszego holocenu (preboreał-boreał-atlantyk) był w Polsce północno-wschodniej cieplejszy i suchszy od współczesnego, przy słabo wyrażonej cykliczności, i odznaczał się znacznie większym niż obecnie stopniem kontynentalizmu [20]. Nawet w okresie atlantyckim, uważanym za optimum klimatyczne holocenu, nastąpiło tu jedynie nieznaczne zwilgocenie klimatu w stosunku do okresu borealnego, a zmiany w szacie roślinnej miały charakter głównie ilościowy.

Rola klimatu w kształtowaniu pokrywy glebowej na wydmach Kotliny wydaje się być ogromna, a zarazem wielostronna. Z jednej strony, co wynika z badań Cernescu i Gite [2], jego kontynentalizm i suchość sprzyjały wzbogacaniu wierzchnich partii profilów glebowych (zwłaszcza niżej położonych) w półtoratlenki żelaza i glinu, z drugiej zaś warunkowały nieco odmienne niż obecnie układy środowiskowe na polach wydmowych regionu. Limitowały bowiem niski poziom wód gruntowych w Kotlinie (o czym świadczą ograniczone możliwości rozwoju torfowisk [13, 27]), zwłaszcza w obrębie wyżej przecież położonych pól wydmowych, i łącznie z małą zasobnością piasków eolicznych w składniki pokarmowe — wzrost mało zróżnicowanych florystycznie, acidofilnych zbiorowisk borowych, głównie takich, jakie występują dzisiaj na zboczach i kulminacjach form wydmowych. Warunki środowiskowe (przede wszystkim charakter zbiorowisk roślinnych) na polach wydmowych regionu w starszym holocenie sprzyjały więc rozwojowi i powszechności procesów bielcowania, ale nasilenie tych procesów nie mogło być zbyt silne. Przy ograniczonej ilości opadów i kontynentalnych cechach klimatu odznaczały się one małą agresywnością i doprowadzały do wykształcenia głównie gleb rdzawych bielcowanych.

Gleby rdzawe bielcowane kształtowały się na wydmach Kotliny od początku jako takie, brak bowiem jakichkolwiek dowodów, że stanowią one tutaj dalsze stadium rozwojowe gleb rdzawych właściwych. Z faktu

kształtowania się tych gleb w różnych przedziałach czasowych i w różnych podokresach starszego holocenu wpływa raczej wniosek o łącznym oddziaływaniu czynników abiotycznych i biotycznych na morfologię i właściwości tych gleb i o równoczesności procesów akumulacji i eluacji w trakcie ich powstawania. Wniosek ten potwierdzają w szczególności profile wykształcone na wydmach doliny zalewowej Narwi. Czynniki abiotyczne (wietrzeniowe i fizycznej akumulacji związków żelaza) mogły dominować w najbardziej początkowej, krótkiej fazie kształtowania omawianych gleb, od momentu przynajmniej częściowego opanowania wydm przez zbiorowiska trawiaste i zielne do ostatecznego utrwalenia rzeźby eolicznej przez roślinność wyższą. Teza, że gleby rdzawe bielcowane stanowią w Kotlinie kolejne stadium ewolucyjne gleb rdzawych właściwych, miałyby więc pewne uzasadnienie jedynie przy założeniu, że w tym krótkim okresie dominanty czynników abiotycznych wytworzył się substrat glebowy przypominający swoimi cechami (własnościami chemicznymi i strukturą) właściwości i strukturę gleb rdzawych właściwych. Założenie takie może mieć jedynie charakter teoretyczny i nie jest możliwe do uzasadnienia. Jest ono tym bardziej mało przekonujące, że gleby rdzawe właściwe kształtowały się w Kotlinie głównie w młodszym holocenie w wyniku pewnych zmian środowiskowych na polach wydmowych regionu.

Ukształtowana w starszym holocenie pokrywa glebowa na wydmach Kotliny nie została zbyt przekształcona w okresach późniejszych, pomimo wyraźnej cykliczności w zmianach klimatu w młodszym holocenie. Aktualnie odznacza się ona również powszechnością występowania gleb rdzawych, a gleby o innym wykształceniu typologicznym spotyka się tylko lokalnie. O małej podatności gleb staroholocenijskich na późniejsze zmiany klimatyczne świadczy także ograniczone występowanie gleb bielcowych, uzależnione przede wszystkim od charakteru i składu botanicznego runa oraz wykształcenie profilowe gleb wytworzonych z piasków przykrywających najstarsze gleby kopalne, które zregenerowały się w typie gleb rdzawych.

Współczesne gleby rdzawe różnią się w pewnym stopniu morfologią i właściwościami od gleb pogrzebanych, są one również bardziej zróżnicowane. Przede wszystkim zwraca uwagę znaczny udział gleb rdzawych właściwych i intensywność wykształcenia profilowego. Występują one głównie w obniżeniach międzywydmowych i na niższych zboczach wydm, gdzie roślinność borowa ma stosunkowo najlepsze warunki wzrostu, spotyka się je również w położeniach wyższych (przekrój 2). Cechą charakterystyczną współczesnych gleb rdzawych właściwych są dobrze wykształcone poziomy z wmytą próchnicą. Analizy zawartości wolnych form żelaza i glinu w profilach tych gleb wskazują wyraźnie wzbogacenie w te składniki ich warstw wierzchnich, w szczególności poziomów akumulacyjnych. Wzbogacenie to jest rezultatem procesów bio-

akumulacyjnych w młodszym holocenie. Duży bowiem udział gleb rdzawych właściwych w pokrywie glebowej wydym nie rozwiewanych, intensywność ich wykształcenia i występowanie świadczą, że większość z nich musiała się przekształcić z staroholocenijskich gleb rdzawych biellicowanych. Proces ten nastąpił pod wpływem zmian, jakie zaszły w szacie roślinnej na stanowiskach niższych w wyniku zwilgocenia klimatu w młodszym holocenie. Duża ilość wolnych form żelaza i glinu w wierzchnich partiach profilów gleb rdzawych właściwych, zwłaszcza nisko położonych, i geneza większości z nich, jest więc związana z wielowiekowym zasiedleniem stanowisk niskich przez stosunkowo bujną i zróżnicowaną florystycznie roślinność wyższą. Te zaś gleby, które już w starszym holocenie należały do rdzawych właściwych, osiągnęły dalsze stadium rozwojowe w obrębie tego samego podtypu. Świadczy o tym chociażby porównanie zawartości i rozmieszczenia wolnych tlenków żelaza i glinu w profilu Zajki z profilami gleb współczesnych, podobnie położonych.

Najmniejszym przeobrażeniom, w stosunku do staroholocenijskich, uległy gleby występujące na wyższych zboczach i kulminacjach form wydmy, gdzie mimo zmian klimatycznych warunki środowiskowe pozostawały niezmiennie w całej postglacjalnej historii rozwoju regionu. Mimo upływu czasu gleby w tych położeniach nie różnią się w sposób widoczny od gleb staroholocenijskich ani większą wyrazistością poziomów genetycznych, ani zawartością wolnych form Fe i Al.

Część nisko położonych staroholocenijskich gleb rdzawych przekształciła się pod wpływem wrzosowatych w gleby biellicowe.

PODSUMOWANIE

Wyniki opracowania potwierdzają tezę Prusinkiewicza [15, 16] o malejącej wyrazistości wykształcenia gleb biellicowych na wydmych wraz z rosnącą kontynentalizacją klimatu i wskazują na odmienność sposobu wykształcenia, genezy i ewolucji pokrywy glebowej na wydmych Kotliny w porównaniu z glebami innych regionów kraju. Odmienność ta (w przypadku wykształcenia profilowego zarysowuje się ona nawet w stosunku do gleb Puszczy Kampinoskiej [9]) pozostaje w związku ze specyfiką przyrodniczą Polski północno-wschodniej. Inne były tu niż na zachodzie kraju możliwości rozwoju rzeźby eolicznej, inne były warunki kształtowania się pokrywy glebowej pól wydmy i inne jej tendencje rozwojowe. Tłumaczy to charakter uzyskanych rezultatów badań w Kotlinie, z drugiej zaś strony zarysowuje konieczność dalszego poszukiwania (rozpoznawania) związków między pokrywą glebową pól wydmy i indywidualnymi cechami regionów. Najbardziej bowiem słuszne wnioski, uzyskane w wyniku szczegółowych badań w danym regionie, nie zawsze mogą być uogólniane.

Prezentowane wyniki są rezultatem badań geomorfologicznych i gleboznawczych, popartych analizami pyłkowym i rozpoznaniem licznych stanowisk archeologicznych. Takie sprzężenie badań jest warunkiem wszelkich dociekań paleopedologicznych. Konkretyzacja sformułowanych na ich podstawie tez i wniosków wymaga jednakże większej ilości danych analitycznych.

TEZY I WNIOSKI

1. Pokrywa glebowa na wydmach Kotliny Biebrzańskiej nie wykazuje związków z procesami wietrzenia peryglacjalnego. Początek jej rozwoju na powierzchniach plejstocenijskich przypada na okres preborealny, gleby na wydmach staroholocenijskiej doliny Narwi kształtowały się w okresie preborealnym, borealnym i atlantyckim, w miarę formowania się kolejnych jej członów.

2. W starszym holocenie wykształciły się na wydmach Kotliny głównie gleby rdzawe bielcowane. Gleby rdzawe właściwe i bielcowe występowały sporadycznie.

3. Geneza i taki charakter pokrywy glebowej w starszym holocenie wiąże się z (nieco odmiennymi niż obecnie) warunkami ekologicznymi na polach wydmywanych regionu, a w szczególności z kontynentalnymi cechami i suchością klimatu tego okresu. Układy środowiskowe (głównie zbiorowiska roślinne) warunkowały rozwój i powszechność procesów bielcowania, ale nasilenie tych procesów, limitowane właściwościami klimatu, nie mogło być zbyt silne. Charakteryzowały się one małą agresywnością i doprowadzały do wykształcenia przede wszystkim gleb rdzawych bielcowanych.

4. Gleby rdzawe bielcowane nie stanowią w Kotlinie dalszego stadium rozwojowego gleb rdzawych właściwych. Kształtowały się one od początku jako takie pod wpływem równocześnie zachodzących procesów akumulacji i eluwacji. Gleby te powstawały w różnych podokresach starszego holocenu, co świadczy o zbliżonym charakterze procesów glebotwórczych w tym czasie.

5. Gleby staroholocenijskie zawierają mało wolnych tlenków żelaza, niezależnie od ich położenia i przedziału czasowego kształtowania. Intensywność wykształcenia profilowego tych gleb zależała od ich usytuowania w rzeźbie terenu i oddziaływania na nie człowieka prehistorycznego, nie zależała natomiast od zróżnicowania wiekowego substratu skalnego, co wyraźnie uwidacznia się w przypadku profilów wykształconych na tarasie zalewowym Narwi.

6. Ukształtowana w starszym holocenie pokrywa glebowa na wydmach Kotliny nie została zbytnio przekształcona w okresach późniejszych, mimo wyraźnie zaznaczającej się cykliczności w zmianach.

klimatu. Aktualnie odznacza się również powszechnością występowania gleb rdzawych. W porównaniu jednak ze starszym holocenem znacznie więcej jest dzisiaj gleb rdzawych właściwych i więcej gleb bielcowych, mimo że te ostatnie występują tylko lokalnie.

7. Współczesne gleby rdzawe właściwe, zwłaszcza niżej położone, mają intensywnie wykształcone poziomy A_1B z wmytą próchnicą i są wyraźnie wzbogacone w wierzchnich partiach profilów w wolne tlenki żelaza i glinu. Wzbogacenie to jest rezultatem akumulacji biogenicznej w młodszym holocenie. Większość z tych gleb przekształciła się bowiem w tym czasie ze staroholocenijskich gleb rdzawych bielcowanych pod wpływem zmian, jakie nastąpiły w szacie roślinnej w wyniku zwilgocenia klimatu. Te zaś gleby, które funkcjonowały już w starszym holocenie jako rdzawe właściwe, osiągnęły dalsze stadium rozwojowe w obrębie tego samego podtypu. W porównaniu ze staroholocenijskimi najmniej zmieniły się gleby występujące na wyższych zboczach i wierzchołkach wydm. Gleby bielcowe wykształciły się głównie pod wpływem wrzosowatych.

8. Kierunki rozwojowe automorficznej pokrywy glebowej na wydmach Kotliny przedstawiają się następująco:

	starszy holocen	młodszy holocen
— gleby inicjalne — rdzawe bielcowane		— rdzawe bielcowane
		— rdzawe właściwe
		— bielcowe
— gleby inicjalne — rdzawe właściwe		— rdzawe właściwe
		— bielcowe
— gleby inicjalne — bielcowe		— bielcowe

LITERATURA

- [1] Banaszuk H.: Geomorfologia południowej części Kotliny Biebrzańskiej. Prace i Studia Instytutu Geograficznego UW (w druku).
- [2] Cernescu N., Gite H.: Eisenoxydwanderung in den Profilen genetischen Bodentypen und seine Untersuchungsmethodik. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 28, 1963.
- [3] Dylkowa A.: Problematyka wydm śródlądowych w Polsce w świetle badań strukturalnych. IG PAN, Prace geogr. 75, 1969.
- [4] Gumiński R.: Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. Przegl. Meteorolog. i Hydrogr. 1948.
- [5] Kaczorowska Z.: Klimat województwa białostockiego. Dokument. Geogr. nr 6, 1958.
- [6] Kowalkowski A., Nowak G.: Gleby bielcowe Wzgórz Ostrzeszowskich wytworzone z piasków akumulacji peryglacialnej. Roczn. glebozn. 19, 1968, 1-2.
- [7] Kowalkowski A.: Geneza i podstawy klasyfikacji gleb wytworzonych z utworów peryglacialnych. Przewodnik Zjazdu Nauk. pod hasłem „Geneza gleb wytworzonych z utworów przekształconych peryglacialnie na Niżu Polskim”. PTG, Warszawa 1973.
- [8] Kozłowski S. K.: O neolicie Polski północno-wschodniej i terenów sąsiednich. Archeol. Polski 12, 1967.

- [9] Kuźnicki P., Białousz S., Rusiecki D., Skłodowski P.: Charakterystyka procesu bielcowania w glebach wytworzonych z piasków wydymowych Puszczy Kampinoskiej. *Rocz. glebozn.* 23, 1974, 2.
- [10] Manikowska B.: Gleby młodszego plejstocenu w okolicach Łodzi. *Acta geogr. Lodz.*, nr 22, 1966.
- [11] Manikowska B.: Rozwój pokrywy glebowej w młodszym plejstocenie w Polsce środkowej. *Przewodnik Zjazdu Nauk. pod hasłem „Geneza gleb wytworzonych z utworów przekształconych peryglacialnie na Niżu Polskim”*. PTG, Warszawa 1973.
- [12] Marek S.: *Biologia i stratygrafia torfowisk olszynowych w Polsce*. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 1965, 57.
- [13] Oświt J.: Warunki rozwoju torfowisk w dolinie Biebrzy na tle stosunków wodnych. *Rocz. Nauk rol. Ser. D*, 143, 1973.
- [14] Pióro S. J.: *Klimat województwa białostockiego*. Białystok 1973.
- [15] Prusinkiewicz Z.: Materiały do poznania historii rozwoju gleb Polski Zachodniej i Środkowej w holocenie. *Folia Quaternaria*, 29, 1968.
- [16] Prusinkiewicz Z.: *Gleby wydym śródlądowych w Polsce*. IG PAN, *Prace geogr.* 75, 1969.
- [17] Romer E.: *Regiony klimatyczne Polski*. Wrocław 1949.
- [18] Rząsa S.: *Badania terenowe i laboratoryjne nad produktywnością gleb leśnych wytworzonych z piasków luźnych w Nadleśnictwie Osiek*. *Folia Forestalia Polon. Ser. A*, 1962, 8.
- [19] Stankowski W.: Rzeźba eoliczna Polski północno-zachodniej na podstawie wybranych obszarów. *Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Prace Kom. Geogr.-Geol.* 4, 1963, 1.
- [20] Stasiak J.: *Holocen Polski północno-wschodniej*. PWN, Warszawa 1971.
- [21] *Systematyka gleb Polski*. Praca zbiorowa. *Rocz. glebozn.* 25, 1974, 1.
- [22] Uggla H.: Wpływ korzeni na zmiany morfologiczne profilu gleby leśnej. *Folia Forestalia Polon. Ser. A*, 1960, 4.
- [23] Uggla H.: *Gleboznawstwo leśne szczegółowe*. Warszawa 1965.
- [24] Urbaniak U.: Skład mineralny piasków wydymowych w Kotlinie Płockiej. *Przegl. geogr.* 38, 1966, 3.
- [25] Urbaniak U.: *Wydmy Kotliny Płockiej*. IG PAN, *Prace geogr.* 1967, 61.
- [26] Urbaniak U.: Zaburzenia w warstwowej strukturze wydym Kotliny Płockiej. IG PAN, *Prace geogr.* 1969, 75.
- [27] Żurek S.: *Geneza zabagnienia pradoliny Biebrzy*. IG PAN, *Prace geogr.* 1975, 110.

Г. БАНАШУК

ГЕНЕЗИС И ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ДЮНАХ БЕБЖАНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Польское общество почвоведов, филиал в Белостоке

Резюме

Целью палеопедологических исследований в Бебжанской Котловине являлось определение возраста и реконструкция (воспроизведение) главных этапов развития и эволюции автоморфного почвенного покрова на дюнных полях района. Полевые исследования проводились в окрестностях м. Тыкоцин, где находятся с одной стороны дюнные поля не подвергавшиеся преобразованиям

вследствие деятельности человека, а с другой дюнные площади с уточненным возрастом и степенью преобразований, где первичные системы почвообразующих факторов регистрируют наличие самых древних ископаемых почв.

На основании детальных геоморфологических испытаний [1] установлено, что формирование почвенного покрова на всех выступающих здесь плейстоценовых площадях началось в пребореальный период. Единственно почвы на дюнах древнеголоценовой пойменной долины р. Нарев формировались в периодах: пребореальном, бореальном и атлантическом, по мере сосуществования очередных ее элементов. На не модифицированных пространствах древнеголоценовые почвы действуют непрерывно по сей день; на развееваемых дюнах их развитие приостановилось на переломе периодов атлантического и суббореального в последствии вмешательства доисторического человека в естественную среду данного района. Сравнительный анализ способов образования, особенностей и свойств древнеголоценовых ископаемых почв с подобными чертами современных почв, залегающих на площадях не подвергаемых видоизменению, дает основу для выводов о дальнейшем их развитии и эволюции.

В голоцене старшего возраста образовались на дюнах Котловины почти исключительно почвы ржавые оподзоленные. Почвы ржавые типичные и подзолистые выступали нерегулярную. Генезис и специфика типологического формирования почвенного покрова в старшем голоцене были тесно связаны с совокупностью экологических условий на дюнных полях района, а в частности с резко выраженными континентальными свойствами и сухостью климата того периода. Флористически слабо дифференцированные ацидофильные сообщества хвойных лесов, обусловленные низким залеганием горизонта грунтовых вод и слабой обеспеченностью золотых песков испытательными элементами, благоприятствовали процессам оподзоливания. Интенсивность этих процессов, лимитированная прежде всего свойствами климата, не могла быть велика. Процессы отличались малой агрессивностью и приводили к образованию в основном почв ржавых оподзоленных.

Ржавые оподзоленные почвы формировались из почв инциальных и слабо развитых. В первоначальной фазе их формирования доминировали абиотические факторы. После упрочнения дюн бореальными ассоциациями, почвы эти формировались под влиянием одновременно протекающих процессов аккумуляции и элюации. Образовались они в разных интерстадиях (фазах) старшего голоцена на дюнах пойменной долины р. Нарев, что свидетельствует о сходстве почвообразовательных процессов в том времени.

Сформированный в период старшего голоцена почвенный покров на дюнах Котловины не подвергался более значимому преобразованию в дальнейших периодах, несмотря на отчетливо выраженную цикличность в изменениях климата в период младшего голоцена. Актуально он тоже характеризуется повсеместностью выступления ржавых почв. Однако по сравнению со старшим голоценом в настоящее время имеется заметно больше на дюнах Котловины почв ржавых типичных и больше почв подзолистых, хотя последние выступают лишь локально.

Современные почвы ржавые типичные, особенно расположенные в понижениях грунта, отличаются интенсивно развитыми горизонтами A_1B с намывами перегноя, а поверхностные слои почвенных профилей явно обогащены свободными окислами железа и алюминия. Это обогащение является результатом длительной биогенной аккумуляции в период младшего голоцена. Высокая доля почв ржавых типичных в современном почвенном покрове, интенсивность их развития и залегание иногда даже на высших склонах дюн составляют доказательство, что большинство этих почв преобразовано из древне-

голоценовых почв ржавых оподзоленных. Те почвы, которые уже в период старшего голоцена принадлежали к типичным ржавым почвам, проходили дальнейшую стадию развития в пределах того-же подтипа.

По сравнению с почвами образованными в старшем голоцене, наименее изменились почвы ржавые оподзоленные лежащие на высших частях склона либо на вершинной части дюнных форм. Не обнаруживаются изменения в морфологии этих почв и не выявляют изменений ни общее содержание ни распределение свободных форм железа и алюминия. Почвы подзолистые сформировались в Котловине в главном под влиянием вересковых растений.

Пути развития автоморфного почвенного покрова на дюнах Бебжанской Котловины можно представить следующее:

	старший голоцен	младший голоцен
почвы инициальные — ржавые оподзоленные		— ржавые оподзоленные — ржавые типичные — подзолистые
почвы инициальные — ржавые типичные		— ржавые типичные — подзолистые
почвы: инициальные — подзолистые		— подзолистые

H. BANASZUK

GENESIS AND EVOLUTION OF THE SOIL COVER ON DUNES OF THE BIEBRZA BASIN

Polish Society of Soil Science, Branch Division in Białystok

Summary

The aim of the poleopedological study in the Biebrza basin was to determine the age and to reconstruct main stages of the development and automorphic evolution of the soil cover on dune areas of the region investigated. The area investigations were carried out in the vicinity of Tykocin, where on the one hand there are dunes not transformed by human activity and on the other — dune areas of a definite age and transformation degree, with primary arrangement of soil-forming factors, suggesting the presence of the oldest fossil soils.

The detailed geomorphological investigations [1] have proved that the soil cover formation start on all pleistocenic areas occurring there took place in the preboreal period. Only soils on dunes of the older-holocene flooded valley of the Narew river formed in the preboreal, boreal and atlantic period, along with the formation of its successive elements. On the non-transformed areas older-holocene soils are functioning uninterruptedly up to now, whereas on the area of wind-blown dunes their development was checked on the turn of the atlantic and subboreal period under influence of the prehistoric man's interference in the natural environment of the region. The comparative analysis of the formation of features and properties of older-holocene fossil soils with similar features of soils functioning nowadays on non-transformed areas creates a basis for conclusions concerning their further development and evolution.

In the older holocene almost exclusively podzolized rust-coloured soils developed on dunes of the Biebrza basin. Proper rust-coloured soils and podzolic soils occur only occasionally. The genesis and specificity of the typologic soil cover differentiation in the older holocene was closely connected with the entity

of ecologic conditions on dune areas of the region, and especially with outstandingly continental features and dryness of climate in that period. Little differentiated floristically, acidophilic pine forest communities developed under conditions of low ground water level within the range of dunes and of low nutrient content in eolian sands, favoured podzolization processes. An intensification of these processes, limited, first of all, by climatic conditions, could not be especially strong. They characterized themselves with a low aggressiveness and led to the development mainly of podzolized rust-coloured soils.

The podzolized rust-coloured soils developed as such from very beginning from initial and weakly formed soils. At the most initial stage of their development abiotic factors prevailed. After consolidation of dunes these soils developed under the influence of simultaneously running accumulation and eluviation processes. They were forming in different subperiods of the older holocene on dunes of the flooded Narew river valley, what bore evidence of an approximate character of soil-forming processes at that period.

The soil cover formed on dunes of the Biebrza basin in the old holocene was not distinctly transformed in later periods, in spite of a marked periodicity of climatic changes in younger holocene. Nowadays it characterizes itself also with general occurrence of rust-coloured soils. However, much more proper rust-coloured and more podzolic soils occur nowadays on dunes of the basin as compared with the older holocene, although podzolic soils are to be only occasionally there.

Contemporary proper rust-coloured soils, particularly situated in area depressions, have intensively developed A_1B horizons with inwashed humus, whereas upper parts of their profiles are distinctly enriched in free iron and aluminium oxides. This enrichment occurred in consequence of a long-term biogenic accumulation in the younger holocene. A considerable percentage of proper rust-coloured soils in the contemporary soil cover, intensity of their development and occurrence also on upper dune slopes (sometimes) prove that the majority of these soils was transformed from older-holocene podzolized rust-coloured soils. These soils, however, which functioned as early as in the older holocene as proper rust-coloured soils, reached a further development stage within the same subtype.

As compared with soils developed in the older holocene, there are podzolized rust-coloured soils situated on upper slopes and peaks of dunes, which changed at least. Neither any changes in the morphology of these soils are observed, nor the total content and distribution of free iron and aluminium forms suggest them. Podzolic soils developed in the Biebrza basin mainly under influence of ericaceous plant species.

Development trends of the anthropomorphic soil cover on dunes of the Biebrza basin can be presented as follows:

	older holocene	younger holocene
initial soils	→ podzolized rust-coloured soils	→ podzolized rust-coloured soils → proper rust-coloured soils → podzolic soils
initial soils	→ proper rust-coloured soils	→ proper rust-coloured soils → podzolic soils
initial soils	→ podzolic soils	→ podzolic soils.