

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. VIII, 4.

SECTIO B

1953

Zakład Geografii Fizycznej Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi U.M.C.S.

Kierownik: prof. dr Adam Malicki

Henryk MARUSZCZAK

Werteby obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej *)

**Западины лёссовых районов Люблинской
Возвышенности**

Dolinen auf Lössgebieten der Lubliner Hochfläche

I. Wstęp

Małe zagłębienia bezodpływowe stosunkowo późno — podobnie jak i inne małe formy rzeźby — stały się obiektem zainteresowania naukowego. Należy uznać to zresztą za zupełnie normalne zjawisko, bowiem pierwsze próby naukowego traktowania form rzeźby z natury rzeczy koncentrowały się przede wszystkim na formach dużych. Oczywiście, że małe formy rzeźby nie mogły przy tym pozostać niezauważone; jednakże badaniu takich form nie poświęcano w pierwszych okresach rozwoju geomorfologii specjalnej uwagi. Dopiero w drugiej połowie XIX wieku — gdy obok przeważającego początkowo zainteresowania procesami rzeźbotwórczymi zaczęło wzrastać także zainteresowanie samymi formami rzeźby (13, str. 7), gdy zaczęły się krystalizować podstawy współczesnej geomorfologii — pojawiają się pierwsze

*) Badania terenowe, które dostarczyły materiałów do opracowania niniejszej pracy, autor mógł przeprowadzić dzięki temu, że: 1) w 1951 r. otrzymał z Sekcji Naukowej Komisji Popierania Twórczości Naukowej i Artystycznej przy Prezydium Rady Ministrów stypendium na pracę terenową i 2) w latach 1951—1953 brał udział w kartowaniu geomorfologicznym (w ramach ogólnopolskiego opracowania Mapy Geomorfologicznej Polski).

prace poświęcone mniejszym formom rzeźby. Formy te stają się coraz częściej przedmiotem badań; fakt ten stanowi — według J. Dylika (13, str. 11) — znamionną cechę w rozwoju „nowoczesnej i w szczególności najnowszej geomorfologii“.

Wśród pionierów badań małych form rzeźby wymienia się na jednym z pierwszych miejsc W. W. Dokuczajewa, mając na uwadze głównie jego badania nad wąwozami (10) oraz małymi dolinkami (11). Nie mówi się natomiast na ogół o tym, że był on także jednym z pionierów badań małych zagłębień bezodpływowych obszarów stepowych. Zagłębieniami tymi, znanymi w literaturze rosyjskiej pod nazwą „bludca“ względnie „zapadiny“¹⁾, zainteresował się Dokuczajew w okresie badań gleboznawczych gubernii połtańskiej, prowadzonych pod jego kierunkiem w latach 1888—1894. W 1892 roku wydana została praca tego autora, poświęcona stepom wschodnio-europejskim, w której — przy opisie rzeźby i stosunków hydrograficznych — sporo miejsca poświęca on stepowym bludcom (12, str. 43—48). Do pionierów badań tych form rzeźby należy zaliczyć obok Dokuczajewa między innymi F. F. Ignatiewa. W 1885 roku ukazała się jego praca, w której znajdujemy opis zagłębień oraz wnikliwą ocenę roli tych form rzeźby jako jednego z doniosłych czynników regulujących stosunki wodne obszarów stepowych. Zarys pierwszej koncepcji genetycznej stepowych bludiec dał w 1887 r. D. L. Iwanow (19).

Zagadnienie stepowych bludiec przewija się — według określenia G. W. Zanina (69 str. 35) — już od około 80 lat przez wszystkie poważniejsze prace poświęcone stosunkom fizjograficznym obszarów stepowych. Na temat genezy tych form wypowiedano się (przeważnie w literaturze rosyjskiej) niejednokrotnie; powstała w ten sposób spora ilość bardzo różnych koncepcji genetycznych²⁾. Do autorów tych koncepcji należeli między innymi tacy wybitni uczeni rosyjscy jak A. A. Izmailski, G. I. Tanfiliew, K. D. Glinka, P. A.

¹⁾ Są to okrągławe zagłębienia, o średnicy przeważnie rzędu kilkunastu do kilkudziesięciu metrów długości, tworzące osobliwy element rzeźby, typowy dla lasostepów i stepów wschodnio-europejskich i azjatyckich. Ze względu na ich charakterystyczny, miseczkowaty (spodeczkowaty) kształt, nazywane są najczęściej „bludcami“ (ros. „bludce“ = spodeczek, na który stawia się filiżankę albo szklankę).

²⁾ Przegląd najważniejszych, uznawanych współcześnie, koncepcji genetycznych stepowych bludiec podany będzie niżej.

Tutkowski, S. S. Nieustrujew i L. S. Prasolow (69, str. 35—36).

Można chyba bez przesady powiedzieć, że w światowej literaturze geomorfologicznej niewiele jest znanych małych form wklęsłych, które mogłyby dorównać pod względem „popularności“ stepowym bludcom. Pod tym względem porównanie z tymi formami wytrzymują jedynie zagłębienia krasowe oraz oczka lodowcowe (niem. „Sölle“).

Dalszy przegląd zaczynamy od oczek lodowcowych ze względu na to, że formy te kształtami swymi i rozmiarami bardzo często podobne są do stepowych bludiec. Bliższe zainteresowanie — z geomorfologicznego punktu widzenia — tymi formami, typowymi dla obszarów objętych przez ostatnie zlodowacenie oraz dla strefy bezpośrednio przylegającej do granicy zasięgu tego zlodowacenia, zaczyna się przejawiać także w ostatniej ćwierci XIX wieku. W 1880 roku Berendt (1) pisze o powstawaniu małych eworzyjnych zagłębień bezodpływowych w strefie krawędziowej lądolodu. W 1896 roku ukazuje się praca Steussloff'a (63) poświęcona wyłącznie zagadnieniu genezy oczek lodowcowych. Zagadnieniem tym zajmowało się następnie wielu autorów prac geomorfologiczno-geologicznych poświęconych obszarom młodo-plejstocenijskich zlodowaceń. W tej grupie autorów, składającej się przede wszystkim z Niemców, znajduje się także kilku uczonych polskich, spośród których na uwagę zasługują przede wszystkim W. Łozicki (30, 31), W. Nechoy (47, 48) i S. Pawłowski (50).

Główne koncepcje genetyczne oczek lodowcowych — jest ich mniej niż w przypadku stepowych bludiec — wiążą powstanie tych form z obecnością lądolodu i wieloletniej zmarzliny okresów glacialnych. Niektórzy zwracają jednak uwagę na to, że nie wszystkie oczka lodowcowe można wiązać ze zjawiskami glacialnymi³⁾. Fakt ten najlepiej świadczy o rozległości zakresu (a raczej braku odpowiedniego sprecyzowania) pojęcia „oczka lodowcowe“.

Zarówno stepowe bludca, szeroko znane w literaturze wschodnio-europejskiej (rosyjskiej), jak też oczka lodowcowe, znane przede wszystkim w literaturze zachodnio-europejskiej (szczególnie niemieckiej), należą do typów form rzeźby wyodrębnionych zasadniczo na

³⁾ Przegląd niektórych poglądów na genezę „oczek lodowcowych“ można znaleźć w literaturze polskiej w pracy A. Kalniet (24).

podstawie zewnętrznych cech morfograficznych. Obok tych morfograficznych typów małych zagłębień bezodpływowych pojawiają się w literaturze mniej więcej równocześnie typy tych form rzeźby wydodrębnione na podstawie cech genetycznych. Są to przede wszystkim — występujące w obszarach zbudowanych ze skał wapiennych — drobne formy wklęsłe, powstające w następstwie ługowania i wypłukiwania cząstek skalnych przez wody atmosferyczne, które przenikają pod powierzchnię ziemi. W 1893 i 1895 roku ukazują się klasyczne prace J. C v i j i ć a (4, 5), traktujące o takich właśnie formach (i procesach prowadzących do ich powstania), znanych w literaturze pod nazwą zjawisk krasowych. W 1899 r. A. P. P a w ł o w opublikował pracę (49), w której także zwraca uwagę na procesy uwarunkowane działaniem wód podziemnych (w obszarach występowania nie tylko masywnych skał wapiennych, ale także innych skał luźnych) oraz na powstające przy tym formy wklęsłe rzeźby powierzchni ziemi. Ponieważ formy te powstają w następstwie pewnego rodzaju „podkopywania“ powierzchni ziemi przez ługowanie i wypłukiwanie, P a w ł o w zaproponował wówczas dla tych procesów nazwę „s u f f o z j a“ (od łac. „suffodio“ = podkopuję, podrywam).

O innych typach małych zagłębień pisano stosunkowo niewiele. Na niektóre z tych typów nie zwracano zupełnie uwagi. A tymczasem typów takich można wydodrębnić dość dużą ilość. Jeśli zważymy, że prawie każdy proces morfogenetyczny może doprowadzić do powstania zagłębienia bezodpływowego⁴⁾, to wydodrębnimy przynajmniej kilkanaście typów monogenetycznych (nie licząc różnych podtypów i odmian typów); ilość typów poligenetycznych — powstających w wyniku działania zespołu przynajmniej dwu procesów — jest na pewno większa. Wśród znacznej ilości wydodrębnionych w ten sposób typów i podtypów genetycznych zagłębień bezodpływowych można by wyróżnić grupy typologiczne o podobnych kształtach zewnętrznych. Faktem tym tłumaczy się różnorodność koncepcji genetycznych form wydodrębnianych na podstawach morfograficznych. Koncepcji tych nie można

⁴⁾ Próbę zestawienia procesów, powodujących powstanie zagłębień bezodpływowych, dał autor niniejszej pracy w artykule dyskusyjnym „O oczkach lodowcowych i zagłębieniach bezodpływowych“ (37).

wobec tego w takich przypadkach traktować jako sprzeczne⁵⁾ i wykluczające się nawzajem. Wysunięcie każdej nowej koncepcji (opartej na faktach i logicznie skonstruowanej) nie jest równoznaczne z przekreśleniem starszych, ale musi być przyjęte jako pewnego rodzaju uzupełnienie rejestru możliwości powstania formy o określonych kształtach.

Praca niniejsza jest próbą podsumowania wyników dotychczasowych badań małych zagłębień bezodpływowych występujących w obszarach lessowych Wyżyny Lubelskiej. Należy podkreślić, że zainteresowania autora koncentrowały się szczególnie na jednym z typów tych form, a mianowicie na zagłębieniach bezodpływowych podobnych kształtami do stepowych bludiec. Formy te w niektórych częściach pokryw lessowych Wyżyny Lubelskiej tworzą bardzo charakterystyczne, typowe elementy rzeźby, nadając wyraźne piętno krajobrazowi. Ze względu na stan badań własnych autora poszczególne typy zagłębień potraktowane są bardzo nierównomiernie. Dlatego też nie można uważać próby niniejszej za monografię małych zagłębień bezodpływowych obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej. Fakt, że w pracy uwzględnione są wszystkie — wyodrębnione dotychczas przez autora — typy małych form wklęsłych, bez względu na stan ich zbadania, spowodowany był chęcią zwrócenia uwagi na formy rzeźby i procesy morfogenetyczne, o których w polskiej literaturze naukowej niewiele dotychczas pisano.

W pracy podana jest charakterystyka morfograficzna, geologiczna i hydrograficzna zagłębień oraz obszarów ich występowania, a także — w szerokim zakresie — analiza czynników (procesów) warunkujących powstanie poszczególnych typów form. Obok zagadnień teoretyczno-naukowych uwzględnione są także zagadnienia praktycznego znaczenia zagłębień bezodpływowych w życiu gospodarczym.

Rękopis pracy, wykonanej w Zakładzie Geografii Fizycznej UMCS w Lublinie, przeczytał i poprawił kierownik tego Zakładu prof. dr A.

⁵⁾ Dla przykładu można tutaj podać stanowisko L. S. Berga, który stawia na płaszczyźnie „sporu” zagadnienie genezy stepowych bludiec. Pisząc o tych formach podkreśla on, że „wopros o proischozhdienii samich uglublenij spornyj” (2, str. 306). Należy jednak zaznaczyć, że nie wyklucza on możliwości powstania bludiec pod wpływem różnych procesów, podkreślając tylko dominujące znaczenie jednego z tych procesów.

Malicki. Dlatego też korzystam z okazji, aby złożyć Profesorowi tą drogą najserdeczniejsze podziękowanie za wszelkie wskazówki i uwagi krytyczne.

II. Charakterystyka werteńbów obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej

1. Przegląd literatury

W literaturze naukowej niewiele jest dowodów zainteresowania zagadnieniami rzeźby obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej. Prac poświęconych wyłącznie tym zagadnieniom jest zaledwie kilka; bardzo mało jest także prac zawierających chociażby tylko wzmianki o rzeźbie lessowej. Wśród nielicznych autorów tych prac na jedno z pierwszych miejsc (jeśli nie na pierwsze) wysuwa się niewątpliwie N. I. K r i s z t a f o w i c z. W kilku swoich pracach (27, 28), poruszających zagadnienia geologiczne interesującego nas terenu, poświęca on dość dużo miejsca na omawianie rzeźby obszarów lessowych. Wśród form rzeźby, które zwróciły uwagę tego autora, znajdują się także małe zagłębienia bezodpływowe.

W 1903 roku ukazała się obszerna praca K r i s z t a f o w i c z a, traktująca o stosunkach hydrogeologicznych Lublina i jego okolic (28). W pracy tej znajdujemy krótką charakterystykę małych zagłębień bezodpływowych obszarów lessowych. Zagłębieniami tymi zainteresował się ten autor w związku z rozważaniami nad genezą, znalezionych przez niego w kilku punktach, soczewek gleb kopalnych (określanych przez niego jako „intersubaeralnyj humusowyj less“), występujących wewnątrz pokładów typowego lessu eolicznego (K r i s z t a f o w i c z określa tę odmianę lessu jako „subaeralnyj less“). Te soczewki „intersubaeralnego lessu humusowego“ powstały — według K r i s z t a f o w i c z a — na dnie zagłębień bezodpływowych, istniejących na powierzchni lessów subaeralnych w stadium akumulacji pyłu lessowego (28, str. 122—124). Kształt i rozmiary soczewek „lessu humusowego“ wyraźnie wskazywały, że znalezione formy kopalne były bardzo podobne do zagłębień współcześnie istniejących.

K r i s z t a f o w i c z zwraca uwagę na podobieństwo form kopalnych i współczesnych zagłębień okolic Lublina do znanych, także z lessowych obszarów, stepowych bludiec (28, str. 122—123). Warto

wspomnieć, że K r i s z t a f o w i c z wypowiada się także w sprawie genezy oraz daje krótki zarys cyklu rozwojowego form kopalnych.

Po K r i s z t a f o w i c z u nikt właściwie nie interesował się bliżej tym rodzajem zagłębień bezodpływowych Wyżyny Lubelskiej. W polskich pracach znajdujemy tylko uwagi o innych rodzajach zamkniętych form wklęsłych rzeźby lessowej. Interesowano się przede wszystkim formami związanymi ze zjawiskami tzw. „krasu lessowego“. O formach takich wspomina w 1922 roku E. K r i e c h b a u m w pracy pt. „Studja nad morfologją loessu w południowej części powiatu chełmskiego“ (26). Według tego autora formy te związane są ściśle z górnymi, „żywymi“ częściami wąwozów lessowych, tworząc niejako stadium wstępne w procesie rozwoju wierzchołków wąwozu „w górę“ (erozji wstecznej). O formach tego rodzaju w okolicach Kraśnika pisał w 1926 roku B. Z a b o r s k i. W krótkiej notatce „O zjawiskach podobnych do krasowych w lessach“ (67) wyraża zupełnie podobny — jak i K r i e c h b a u m — pogląd na rolę tych form w procesie rozwoju wąwozów.

W innych pracach znajdujemy zaledwie wzmianki o występowaniu niektórych typów form wklęsłych rzeźby lessowej. I tak np. A. R e n i g e r w pracy pt. „Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce“ zwraca uwagę na występowanie w obrębie trójkąta Puławy—Kazimierz—Nałęczów „zapadlisk i tzw. studzien lessowych“ (57, str. 32—33). W pracy B. D o b r z a ń s k i e g o i S. Z i e m n i c k i e g o, przedstawiającej „Projekt układu pól na erodowanych czarnoziemach w Werbkowicach“, wspomina drugi z autorów o występowaniu „zagłębienia terenowego“. Z opisu i załączonej fotografii (9, str. 108) można wnioskować, że zagłębienie to kształtem swym i rozmiarami przypomina stepowe bludca. O formach lessowych studzien, występujących w Kazimierzu Dolnym, wspominają w przewodniku geologicznym po Kazimierzu i okolicy K. P o ż a r y s k a i W. P o ż a r y s k i (54, str. 57—58), a także W. P o ż a r y s k i w pracy pt. „Plejstocen w przełomie Wisły przez wyżyny południowe“ (56, str. 74—75).

Brak zainteresowania małymi formami wklęsłymi obszarów lessowych zaznaczał się zresztą w polskiej literaturze naukowej nie tylko w odniesieniu do obszaru Wyżyny Lubelskiej. Poza pracami wyżej wymienionymi, w języku polskim znanych jest zaledwie kilka rozpraw traktujących o interesujących nas formach. Wszystkie te rozprawy (ze

znanych autorowi) odnoszą się do obszarów znajdujących się poza granicami Polski.

Chronologicznie pierwszą była rozprawa J. Żółcińskiego pt. „Deluwjalne procesy glebowe“ (70). Autor omawia w tej pracy niektóre zagadnienia natury gleboznawczo-geologicznej wschodnio-europejskich stepowych bludiec (zagłębienia te nazywa on ogólnie „muldami“). Wspomina także o występowaniu podobnych form na Podolu (w okolicach Lwowa) i podaje wyniki badań niektórych procesów rozwijających się w obrębie zagłębień.

W 1932 roku ukazała się praca B. Zaborskiego pt. „Krajobrazy lessowe w pelitach Guadixu“ (68). Praca ta traktuje o zespołach form rzeźby aluwii pylastych (a więc w zasadzie nie w lessach, lecz tylko w osadach posiadających właściwości bardzo podobne do lessu) Guadixu (Hiszpania). W niniejszym przeglądzie praca ta o tyle zasługuje na uwagę, że autor rozwija w niej nieco szerzej, niż to miało miejsce w pracy z 1926 roku, swoje poglądy na zagadnienie rozwoju procesów prowadzących między innymi do powstania zapadli-skowych form wklęsłych rzeźby.

O małych, lejkowatych zagłębieniach w lessach zalegających na gipsach, pisał w 1935 r. A. Malicki w notatce pt. „Przyczynek do znajomości zjawisk krasowych w obszarze lessowym“ (33). Opisane w tej notatce formy z Cerkiewnej Góry koło Lwowa określa autor mianem „wertebów lessowych“⁶⁾.

Znacznie obszerniejsza jest druga rozprawa A. Malickiego, traktująca o interesujących nas formach, opublikowana w 1946 roku pt. „Kras loessowy“ (35). Jest to najciekawsza i najbardziej wartościowa — z punktu widzenia naszych zainteresowań — praca o charakterze geograficznym w języku polskim. Autor opisuje w niej zagłębienia typu stepowych bludiec z Wyżyny Titelskiej (Jugosławia), podając także odpowiednie przykłady z obszaru Polski. Opisane przez

⁶⁾ O występowaniu podobnych form w płatach lessowych pld. części Wyżyny Krakowskiej, wspomina w 1953 r. S. Dżułyński (14, str. 433). Zagłębienia te powstają, według tego autora, nad szczelinami w wapieniach jurajskich, występujących w podłożu lessu; o powstaniu tych form decyduje wypłukujące działanie wody. Dżułyński wyraźnie wiąże same zagłębienia z lessami i ich właściwościami, poddając krytyce pogląd W. Łozińskiego (32), dopatrującego się w tych formach efektów zapadania się sklepień nad jaskiniami w wapieniach jurajskich.

siebie zjawiska Malicki określa mianem „krasu lessowego“ (wprowadzając to określenie — w tej formie — po raz pierwszy do literatury polskiej).

2. Zasada podziału opisywanych form rzeźby. Nazewnictwo.

Formy stanowiące przedmiot naszego zainteresowania określaliśmy dotychczas jako „małe zagłębienia bezodpływowe“, względnie „zamknięte formy wklęsłe rzeźby“. To drugie określenie, posiadające szerszy zakres niż pierwsze (37), używane było ze względu na to, że niektóre z form omawianych na podstawie literatury posiadają odpływ podziemny (studnie lessowe). Ponieważ formami takimi (z odpływem podziemnym) będziemy jeszcze zajmowali się w dalszym ciągu, więc należałoby konsekwentnie stosować raczej to drugie określenie. Jednakże oba te określenia są niewygodne chociażby ze względu na swoją długość. Poza tym są to tylko określenia charakteryzujące formy (ich kształty), a wobec tego nie mogą być traktowane jako nazwy ogólne tych form. Wydaje się, że najlepszą nazwą ogólną dla tych form byłby używany od dość dawna w naszej literaturze naukowej termin „werteb“⁷⁾. Termin ten stosowany był niegdyś przede wszystkim dla określania małych zagłębień krasu wapiennego. Dla określania podobnych form lessowych używał tego terminu A. Malicki (33, 35)⁷⁾. Autor niniejszej pracy proponował rozszerzenie zakresu tego terminu celem objęcia nim wszystkich — nie tylko tzw. „krasowych“ — małych zagłębień bezodpływowych nie wypełnionych wodą (37). W dalszych rozważaniach tej właśnie nazwy („werteb“) będziemy używali dla określania interesujących nas form rzeźby.

Z krótkiego przeglądu bardzo skromnej literatury omawianego zagadnienia jasno wynika, że na obszarze Wyżyny Lubelskiej można

⁷⁾ Nazwę „werteb“ uważa Malicki za najbardziej odpowiednią dla określania wszystkich małych form wklęsłych obszarów krasowych. Nazwa ta, według tego autora, nie budzi żadnych wątpliwości pojęciowych, tak jak np. stosowana czasem, zapożyczona z literatury niemieckiej, nazwa „doliny“ (ta ostatnia nazwa pochodzi z języka serbsko-chorwackiego). Należy podkreślić, że w ujęciu Malickiego zakres pojęcia „werteb“ jest znacznie szerszy niż zakres pojęcia „lejek krasowy“; „lejki“ są tylko jedną z rzadszych odmian morfograficznych wertebów (34, str. 14).

Nazwa ludowego pochodzenia „werteb“ — według Słownika Języka Polskiego Lindego — znaczy: kręta droga, manowce, spelunca.

wyodrębnić przynajmniej dwa rodzaje wertebów: 1) zapadliskowe formy kotłów i studzien lessowych i 2) zagłębienia o kształtach typowych dla stepowych bludiec. Te dwa rodzaje form różnią się zasadniczo pod względem cech zewnętrznych (morfologicznych). Dlatego też najlepiej będzie w pierwszym rzędzie ich podziału (klasyfikacji) postawić kryterium morfologiczne (daje to nam „łatwość“ wyodrębniania form). Grupy form wyodrębnione w ten sposób w pierwszym rzędzie podziału będziemy w dalszym ciągu określali ogólnie jako rodzaje. W drugim rzędzie podziału stawiamy kryterium morfogenetyczne; podgrupy wyodrębnione w tym rzędzie określamy ogólnie jako typy.

Obserwacje terenowe na Wyżynie Lubelskiej nie dostarczyły na razie żadnych podstaw do wyodrębnienia w pierwszym rzędzie podziału, przeprowadzonego według wyżej omówionych zasad, więcej niż dwu grup znanych już ogólnie z literatury.

Do grupy pierwszej zaliczamy wszystkie formy „kottlowate“, „studniowate“ i „lejewate“, które mogą bardziej zwracać na siebie uwagę obserwatora ze względu na „ostrość“ ich kształtów. Przy bliższej obserwacji stwierdzamy jednak, że formy te — jako związane przeważnie zupełnie wyraźnie z wąwozami — odgrywają w krajobrazie obszarów swego występowania stosunkowo niewielką rolę. Ludność miejscowa przeważnie nie wyróżnia tych form, określając je zwykle nazwami wąwozów (d e b r y, d o ł y, p a r o w y, w y r w y, w ą w o z y itp.). W dalszych rozważaniach ten rodzaj form wyodrębniamy zasadniczo jako „kottły“ (wertebry rodzaju kotłów). Jeśli będzie używane określenie „studnie“, to tylko raczej ze względów stylistycznych i należy wówczas traktować je jako synonim „kottłów“.

Do grupy drugiej zaliczamy formy w niektórych częściach Wyżyny Lubelskiej pospolite, które jednakże — szczególnie gdy są małe i płytkie — mogą uchodzić uwadze obserwatora ze względu na „łagodność“ ich kształtów. Większe z tych form odgrywają dużą rolę w krajobrazie, a także i w życiu gospodarczym. W związku z tym formy te ludność miejscowa wyróżnia i określa charakterystycznymi nazwami. W czasie dotychczasowych badań terenowych zetknąłem się z następującymi określeniami tych form: w y m o k i⁸⁾, d o ł y, l e ś n e

⁸⁾ Nazwę „wymoki“ nadaje ludność miejscowa Wyżyny Lubelskiej zagłębieniom, w których gromadząca się na wiosnę woda powoduje „wymakanie“ upraw.

d o ł y, j e z i o r k a⁹⁾, s a p y, s m u g i¹⁰⁾, ł u g i¹¹⁾). Najbardziej rozpowszechniona jest nazwa „wymoki“; znana jest ona w płn. i pld. części Wyżyny Lubelskiej. Ze względu na to oraz ze względu na fakt, że nazwa ta bardzo dobrze charakteryzuje stosunki hydrograficzne tych form (vide odsyłach nr 9), uważam ją za najlepszą nazwę rodzajową drugiej grupy omawianych zagłębień. W dalszym ciągu będziemy używali tej właśnie nazwy.

Tak więc wśród wertebów lessowych Wyżyny Lubelskiej wyodrębniamy na podstawie kryteriów morfograficznych dwie grupy form, tzn. werteb y r o d z a j u k o t ł ó w i werteb y r o d z a j u w y m o k ó w. O podziale na podgrupy, czyli o typach genetycznych będzie mowa dopiero niżej, po omówieniu odpowiednich procesów morfogenetycznych.

3. Charakterystyka morfograficzna wertebów i obszarów ich występowania

a. Werteby rodzaju kotłów

Kształty i rozmiary. Formy tego rodzaju na Wyżynie Lubelskiej nie osiągają większych rozmiarów ani w kierunku poziomym, ani też pionowym. Wymiary form są zwykle rzędu do kilku metrów i raczej wyjątkowo dochodzą (tylko wymiary poziome) do kilkunastu metrów. Ze względu na wielkość werteb y r o d z a j u k o t ł ó w należałoby więc zaliczyć do mikroform rzeźby obszarów lessowych.

Charakterystyczną cechą wszystkich form zaliczonych do tej grupy jest „ostrość“ kształtów; zarysy tych form (przynajmniej w początkowych stadiach ich rozwoju) są bardzo wyraźne. Tłumaczy się to między innymi typowym dla tych form wskaźnikiem stosunku wymiarów poziomych do pionowych, który zbliżony jest przeważnie do 1:1; często

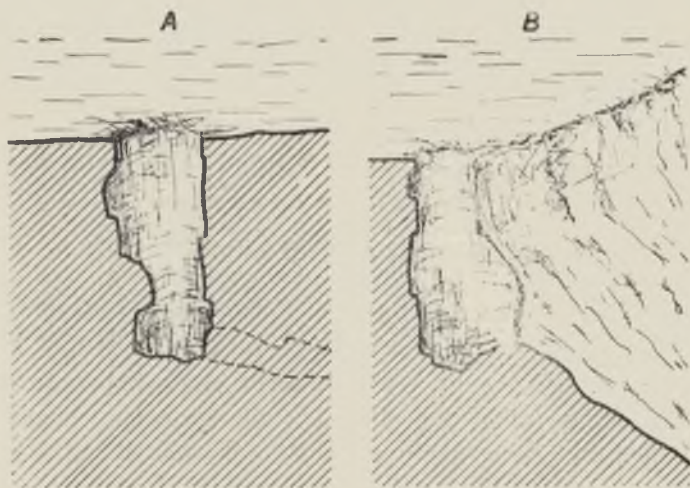
⁹⁾ Nazwa „jeziora“ używana jest szczególnie tam, gdzie ludność miejscowa ma żywo w pamięci okres, gdy niezaorane werteb y w y p e ł n i o n e b y ł y p r z e z znaczną część roku wodą.

¹⁰⁾ Z nazwą „smug“ („smużek“) zetknąłem się kilkakrotnie (wieś Drzewce, Łopatki i Ożarów w okolicy Nałęczowa); moi informatorzy nie umieli jednak wyjaśnić genezy i znaczenia tej nazwy. Niektórzy z nich „smugiem“ nazywali zagłębienia o większych rozmiarach, mające charakter łąki i przez znaczną część roku wypełnione wodą; zagłębienia zajęte pod uprawę nazywali „wymokami“

¹¹⁾ Z nazwą „ługi“ zetknąłem się tylko raz jeden. Informator tym razem także nie zdawał sobie sprawy z genezy tej nazwy. Nazwa ta pochodzi niewątpliwie od rosyjskiego „lug“ = łąka.

jest on zresztą zdecydowanie bardziej korzystny dla wymiarów pionowych (głębokość może być rzędu kilku metrów przy średnicy do 1 m).

Kształty wertebów tego rodzaju w planie (rzucie pionowym) są dość mocno zróżnicowane. Obok form o kształtach zbliżonych do koła można znaleźć wyraźnie wydłużone albo lekko rozgałęziające się (widlaste). Zarysy kształtów przeważnie jednak są wyraźnie nieregularne w początkowych stadiach rozwoju. Wymiary osi poziomych, najczęściej spotykane, wahają się w granicach od kilku decymetrów do kilku metrów.



Ryc. 1.

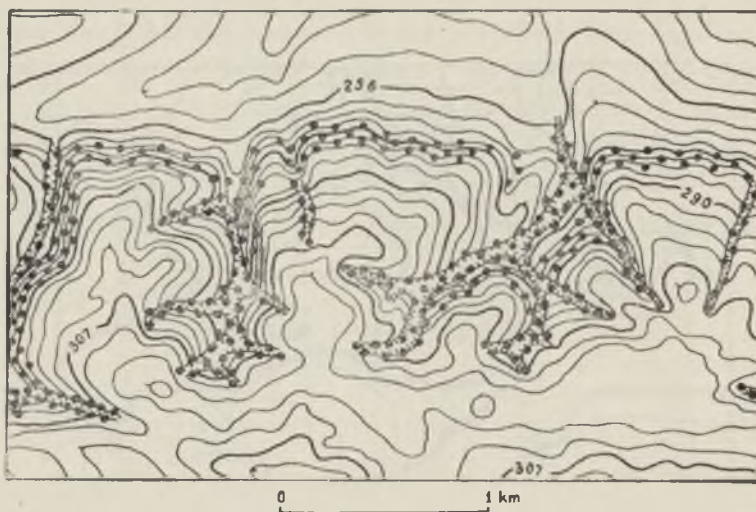
Werteby rodzaju kotłów: A) forma kotłowata typowa, B) forma kotłowata asymetryczna.

Kesselform-Dolinen: A) typische Kesselform, B) asymmetrische Kesselform.

W przekroju pionowym dużą rolę odgrywają strome, obrywiste ściany lessowe. Dlatego też zresztą nazywa się je „studniami” lub „kotłami” lessowymi. Cecha ta stwarza pewną regularność kształtów w przekroju pionowym. Regularność tę zakłócają często bryły lessowe, obrywające się od stromych ścian i rozrzucone beładnie na dnie formy. Obok form „studniowatych” spotkać można także formy o łagodniej nachylonych zboczach, bez wyraźnego dna, kształtem przypominające „leje”. Takie formy „lejewate” na Wyżynie Lubelskiej wy-

stępują jednak rzadko, a te, które się znajduje, nie mają przeważnie typowych kształtów „lejka“¹²⁾.

Dla przekroju pionowego dość często charakterystyczna jest także asymetria kształtów. Asymetrią charakteryzują się szczególnie formy, występujące na stromych zboczach i w osi rynien erozyjnych, które



Ryc. 2.

Rzeźba obszarów występowania wertebów rodzaju kotłów (obszar występowania — ewentualnie potencjalnych możliwości rozwoju kotłów — zakropkowany).

Relief der Gebiete, auf denen kesselartige Dolinen auftreten (das Gebiet auf dem die „Kessel“ auftreten — eventuell potenciele Möglichkeiten zur Entwicklung haben — ist punktiert).

wykazują duże nachylenia i załamania w profilu podłużnym. Przy formach takich obserwujemy od strony „górnej“ wysokie i obrywiste ściany, a od strony „dolnej“ słabo wykształcone, niskie zbocza (ryc. 1). Dlatego też często trudno jest określić głębokość takich form; najwyższy punkt krawędzi otworu górnego formy może wznosić się do kilku metrów ponad poziom dna, podczas gdy najniższy punkt zaledwie do paru decymetrów.

¹²⁾ Ten fakt rzadkiego występowania wertebów o typowym kształcie lejkatym należy wyraźnie podkreślić. Stwierdził to także Malicki badając wertebę krasu gipsowego Podola Pokuckiego (34, str. 14).

O b s z a r y w y s t ę p o w a n i a. Wierzeby rodzaju kotłów występują w obszarach charakteryzujących się: 1) stosunkowo dużymi nachyleniami i wysokościami względnymi oraz 2) obecnością młodych rynien erozyjnych (wąwozów) (ryc. 2). Ogólne nachylenia powierzchni obszarów występowania „kotłów” przekraczają zwykle $5\text{--}10^\circ$; deniwelacje są rzędu przynajmniej kilkudziesięciu metrów. W obszarach o mniejszych nachyleniach ogólnych i deniwelacjach



Ryc. 3.

Polożenie wierzeb rodzaju kotłów w stosunku do wąwozów: A) w wierzchołkach sieci wąwozowej, B) na zboczach wąwozów, C) na dnach wąwozów.

Die Lage der kesselartige Dolinen in Relation zu Schluchten: A) in Köpfen des Schluchtnetzes, B) auf den Schluchthängen, C) auf Schluchtboden.

formy te występują wyłącznie w powiązaniu z wąwozami czyli rynnami erozyjnymi o znacznych wymiarach, które zresztą w takich obszarach należą raczej do wyjątkowych zjawisk. Najbardziej typowymi obszarami występowania tych wierzeb są w związku z tym strefy krawędziowe pokryw lessowych (w ogóle krawędzie różnych typów pokryte lessen) i strome zbocza dolin rozcinających te pokrywy.

Szczególnie charakterystyczne jest powiązanie przestrzenne interesujących nas form z młodymi, szybko rozwijającymi się wąwozami. W stosunku do tych form intensywniej erozji głębszej wierzeby rodzaju

kotłów mogą występować w trzech następujących położeniach: 1) w wierzchołkach sieci wąwozowej wykazujących znaczną erozję wsteczną, 2) na zboczach wąwozów charakteryzujących się znaczną stromością i wysokością i 3) na dnach wąwozów w odcinkach wykazujących większe nachylenia i załamania spadku w profilu podłużnym (ryc. 3 i fot. 1—6).

Najbardziej charakterystyczną cechą położenia form tego rodzaju jest występowanie na liniach przepływu okresowych strug wód powierzchniowych i podziemnych. W czasie dotychczasowych badań na Wyżynie Lubelskiej — obejmujących na razie tylko część obszarów lessowych tego regionu — autor nie obserwował wertebów rodzaju kotłów występujących poza liniami cieków wód powierzchniowych lub podziemnych.

b. Werteby rodzaju wymoków

Kształty i rozmiary. Formy tego rodzaju na Wyżynie Lubelskiej są zwykle znacznie większe niż formy wyżej opisane. Dotyczy to przede wszystkim wymiarów poziomych, które są mniej więcej dziesięciokrotnie większe niż u wertebów rodzaju kotłów; natomiast wymiary pionowe są prawie tego samego rzędu (albo nawet nieco mniejsze)¹³⁾. Ze względu na wymiary poziome (długości osi

¹³⁾ Dla ilustracji stosunków wielkości wertebów rodzaju wymoków podajemy wyniki pomiarów długości osi poziomej (dłuższej) oraz głębokości tych form obserwowanych na polach gromady Łopatki i Buchalowice (obszar położony w odległości 6 km na NNW od Nałęczowa). Werteby te występują w zwartym zasięgu na poziomie wierzchowinowym Wyżyny Lubelskiej (wysokość n.p.m. 220—226 m) oznaczonym na „Mapie Taktycznej Polski” 1:100.000 (arkusz „Puławy”) nazwą „Kopanina”. Pomiarami w tym obszarze objęto 66 form, wypełnionych w marcu 1954 r. wodą względnie przynajmniej wykazujących bardzo wyraźne ślady występowania wody. Wszystkie te formy tworzą wyraźne zgrupowanie przestrzenne obejmujące obszar o ogólnej powierzchni około 0,55 km²; 56 z tych form skoncentrowanych jest na obszarze o powierzchni około 0,40 km². Należy podkreślić, że obok form uwzględnionych przy pomiarze, na obszarze tym znajdują się jeszcze inne, małe i bardzo płytkie wklęsłości, w których w okresie wykonywania pomiarów nie było wyraźniejszych śladów występowania wody. Wyniki pomiarów przedstawia poniższa tabelka, w której podana jest liczba form w odpowiednich grupach wielkości.

W zestawieniu tabelarycznym ujęto 65 form; jedna z pomierzonych form — o ogólnej długości około 150 m — w zestawieniu tym została pominięta (ze względu

poziomych wahają się w granicach od kilku do stukilkudziesięciu metrów) wertebry te należałoby zaliczyć do mikro- i mezo-form rzeźby obszarów lessowych¹⁴⁾.

Zagłębienia bezodpływowe, należące do tej grupy interesujących nas form rzeźby, posiadają sporo cech charakterystycznych przeciwnych w stosunku do form grupy kotłów. I tak np. nie możemy doszukać się u tych form „ostrości“ kształtów; cechuje je zwykle „łagodność“ zarysów i brak wyraźnych granic (krawędzi) pomiędzy poszczególnymi elementami powierzchniowymi formy. Zaznacza się to szczególnie w planie i wyraża się przede wszystkim brakiem „linijnych“ granic zewnętrznych zagłębień; ich zbocza przechodzą zwykle stopniowo i niespostrzeżenie w zbocza otaczających je form wypukłych. Zupełnie inny jest także wskaźnik stosunku wymiarów poziomych do pionowych; zwykle jest on zdecydowanie większy od 10:1 (20:1–30:1).

Kształt zagłębień w planie jest mniej lub bardziej zbliżony do koła, albo elipsy; stosunek długości poziomej osi krótszej do dłuższej waha się zwykle w granicach od 1:1 do 1:2 i raczej rzadko przekracza

na trudność ustalenia czy jest to jedna forma rozdzielona stożkiem materiału zmytego ze zboczy wzdłuż bruzdy, czy też dwie formy dość wyraźnie połączone).

Głębokość w m:	Długość osi poziomej (dłuższej) w m:				Ogółem do 100
	do 10	10–25	25–50	50–100	
do 0,5	13	23	1	—	37
0,5–1,0	—	16	1	—	17
1,0–1,5	—	1	2	2	5
1,5–2,0	—	—	—	2	2
2,0–2,5	—	—	1	2	3
2,5–3,0	—	—	—	1	1
Ogółem do 3,0	13	40	5	7	65

Dla porównania warto podać wymiary stepowych bludiec. Według „Bolszoi Sowietskoj Enciklopedii“ wymiary te zwykle wynoszą: średnica 10–50 m i głębokość 1–1,5 m (B. S. E., tom 5, str. 321). Według L. S. B e r g a bludca lasostepu mają następujące wymiary: średnica 10–50 m i głębokość 0,75–1,5 m (2, str. 306). Według Pietrowa zapadiny równin lessowych u podnóża Altaju mają średnice 10–100 m (i więcej), głębokości 0,5–2,0 m; formy te miejscami zajmują do 20% powierzchni ogólnej (52, str. 72).

¹⁴⁾ Należy tutaj podkreślić, że ten podział na mikro- mezo- i makroformy autor odnosi tylko do form rzeźby lessowej; takie indywidualne potraktowanie form lessowych autor uznał za stosowne tylko dlatego, że brak jest dokładnie sprecyzowanego podziału ogólnego form rzeźby na grupy wielkościowe.

tę drugą granicę. Form wyraźnie wydłużonych (o wskaźniku stosunku długości obu osi poziomych mniejszym od 1:3) na Wyżynie Lubelskiej nie obserwowałem. Zarys kształtów w planie wykazuje znacznie większą regularność niż w przypadku wertebów rodzaju kotłów; linia konturu nie ma wyraźnych załamań i zmian kierunku w swym przebiegu. Wymiary poziome form najczęściej spotykanych wynoszą od kilku do kilkudziesięciu metrów; formy większe na Wyżynie Lubelskiej występują raczej stosunkowo rzadko (przynajmniej w obszarach znanych autorowi z autopsji). Należy podkreślić, że wymiary te są trudno uchwytne; ze względu na brak wyraźnych granic wymoków mogą one być bardzo różnie określane (w zależności od zastosowanego kryterium) ¹⁵⁾.

W powyższych uwagach, określających kształty wertebów w planie, wyraźnie zarysowują się niektóre cechy charakterystyczne przekroju pionowego tych form. Jedną z tych cech jest brak wyraźnych, „ostrych” załamań linii przekroju. Ta cecha charakterystyczna przekroju poprzecznego zaznacza się w przypadku form obserwowanych zarówno na polach ornych (a więc tam, gdzie działalność gospodarcza człowieka może w dużym stopniu modyfikować kształty naturalne), jak też i w obszarach leśnych (tzn. w obszarach, w których istnieją najlepsze warunki dla zachowania kształtów naturalnych) ¹⁶⁾. Można wobec tego uważać, że jest to cecha naturalna kształtów wertebów rodzaju wymoków.

Z brakiem wyraźnych załamań linii przekroju pionowego związane jest słabe wyodrębnianie się elementów formy, tzn. zboczy i dna.

¹⁵⁾ Przy pomiarze długości osi zagłębienia — wtedy, gdy nie posiada ono wyraźnych konturów zewnętrznych — można stosować przynajmniej dwa następujące kryteria:

- 1) pomiar wykonujemy w poziomie odpowiadającym najniższemu punktowi na linii grzbietowej, która otacza werteb (byłyby to więc wymiary największej możliwej powierzchni zwierciadła wody wypełniające werteb);
- 2) pomiar wykonujemy w poziomie średnim pomiędzy najniższym i najwyższym punktem na linii grzbietowej otaczającej werteb.

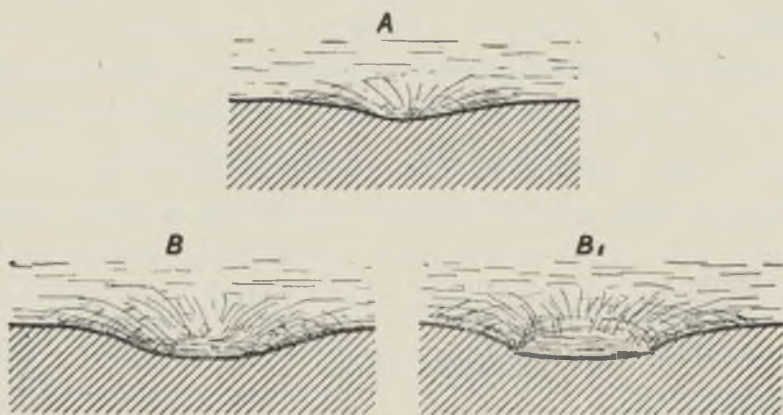
Stosowanie kryterium pierwszego nie nastręcza żadnych wątpliwości. Natomiast przy stosowaniu kryterium drugiego można mieć wątpliwości wtedy, gdy najniższy i najwyższy punkt linii grzbietowej znajdują się w znacznej odległości poziomej.

¹⁶⁾ Należy jednak tutaj podkreślić, że formy występujące w obszarach leśnych mają wyraźniej zarysowane kształty, a przede wszystkim charakteryzują się większą głębokością. Do zagadnienia tego powrócimy jeszcze w odpowiednim miejscu III-ciej części niniejszej pracy.

Z punktu widzenia różnicowania formy na elementy możemy jednak wyodrębnić wśród wymoków dwie odmiany, a mianowicie:

- 1) formy ze zboczami przechodzącymi stopniowo w dość wyraźnie wklęsłe dno (formy miseczkowate);
- 2) formy ze zboczami oddzielonymi dość wyraźnie od prawie płaskiego dna (formy talerzykowate).

Do odmiany pierwszej należą mniejsze zagłębienia (średnica od kilku do kilkunastu-kilkudziesięciu metrów), a do odmiany drugiej — większe (średnica od kilkudziesięciu do stukilkudziesięciu metrów).



Ryc. 4.

Werteby rodzaju wymoków: A) forma miseczkowata, B) forma talerzykowata, B₁) forma talerzykowata zmodyfikowana orką.

Pfannensenken: A) Schüsselform, B) Tellerform, B₁) Tellerform durch ackern modifiziert.

Zagłębienia odmiany drugiej gromadzą większe ilości wody, która często stagnuje w nich przez dłuższy okres czasu. W związku z tym dna tych zagłębień pozostają — w obrębie pól ornych — przeważnie nietknięte pługiem. W takich przypadkach może czasem powstać — na granicy dna i zboczy zagłębienia, czyli na linii zasięgu orki — skarpa o wysokości do kilku decymetrów, uformowana przez glebę spychaną pługiem ze zboczy wertebu. Przy wertebach z kształtami wyraźnie zmodyfikowanymi w ten sposób orką mogą się zaznaczyć nawet dość ostre załamania linii profilu.

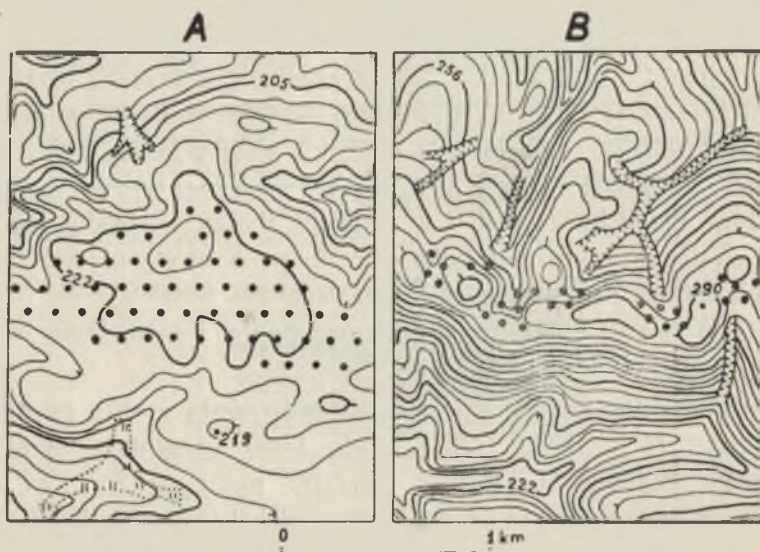
Na ryc. 4 przedstawione są schematycznie przekroje obu wyodrębnionych odmian wertebów rodzaju wymoków (z uwzględnieniem opisanej modyfikacji kształtu profilu typowego dla odmiany drugiej).

Nachylenia zboczy opisywanych wertebów są przeważnie nieznaczne — do kilku stopni zaledwie. Zbocza o nachyleniach rzędu kilkunastu stopni można spotkać bardzo rzadko; tak znaczne nachylenia występują zresztą tylko na niewielkich odcinkach zboczy poszczególnych form. Różnice w nachyleniu zboczy w obrębie jednej formy mogą być duże; nie zaznacza się przy tym jakaś wyraźna, typowa asymetria kształtów. Zjawisko asymetrii w rozwoju zboczy wertebów tego rodzaju występuje wyraźniej tylko przy formach występujących w osi płytkich dolinek denudacyjnych. Mogą wówczas zaznaczyć się różnice w rozwoju zboczy wertebów w osi prostopadłej i równoległej w stosunku do osi dolinki denudacyjnej.

Przy określaniu głębokości wymoków często można mieć duże wątpliwości (z powodów tych samych, które utrudniają określenie wymiarów poziomych). Formy odmiany pierwszej (*miseczko-wate*), a więc mniejsze wymoki, mają głębokości od kilku decymetrów do 2—3 metrów. Natomiast formy odmiany drugiej (*talerzykowate*), jako większe, mają także — z reguły — większe głębokości. Przy małych głębokościach (i małych nachyleniach zboczy) wymoki są przeważnie trudno „uchwytne“ dla obserwatora. Obecność ich łatwo można stwierdzić dopiero wówczas, gdy wypełnia je — przy pozbawionej roślinności glebie — woda atmosferyczna, tzn. przede wszystkim w okresie roztopów wiosennych (vide fot. 7—10).

Obszary występowania. Werteby rodzaju wymoków występują zarówno w obszarach silnie urzeźbionych i o znacznych wysokościach względnych, jak też w terenach słabo urzeźbionych i o małych wysokościach względnych. Jednakże w obszarach swego występowania wymoki pojawiają się zasadniczo tylko na powierzchniach wykazujących nieznaczne nachylenia (do 2°), tzn. na różnego rodzaju spłaszczeniach i poziomach (z wyjątkiem poziomu terasy zalewowej), bez względu na ich położenie hipsometryczne. Na zboczach o nachyleniach powyżej 2° występują zupełnie wyjątkowo i wyłącznie tylko w osi dolinek denudacyjnych (formy takie znajdują się czasem w pobliżu wierzchołków sieci wąwozowej) (ryc. 5). Wszystkie powierzchnie swartego występowania tych form są nietknięte przez erozję skoncen-

trowaną (tzw. „linijną“). Jedynymi formami rzeźby — poza wymokami — w obrębie tych powierzchni są płytkie, nieckowate w przekroju poprzecznym, dolinki denudacyjne ze słabo nachylonymi zboczami.



Ryc. 5.

Rzeźba obszarów występowania wertebów rodzaju wymoków (obszar występowania — ewentualnie potencjalnych możliwości rozwoju wymoków — zakropkowany)

A) spłaszczenie wierzchwinowe, B) wąski grzbiet wododzielny.

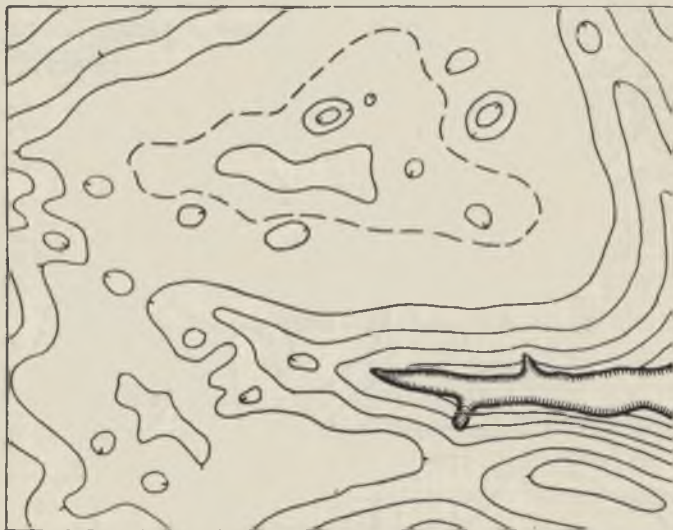
Relief der Gebiete, auf denen Pflansensenken auftreten (das Gebiet auf dem die Pfannen auftreten — eventuell potenciale Möglichkeiten zur Entwicklung haben — ist punktiert): A) Höchstniveau-Verflachung,

B) schmaler Wasserscheidekamm.

Najbardziej charakterystycznymi makroelementami rzeźby Wyżyny Lubelskiej, w obrębie których występują tego rodzaju wertebry, są: 1) wysoko wzniesiony ponad dna dolin (do około 100 m) poziom wierzchwinowy i 2) znacznie niżej położony w stosunku do den dolinnych (5—15 m) poziom terasy nadzalewowej.

Na poziomie wierzchwinowym wymoki występują najczęściej w miejscach, w których osiąga on znaczną rozległość. Poziom taki przedstawia wówczas prawie zupełnie płaską powierzchnię, która tylko w peryferycznej strefie urozmaicona jest wierzchołkowymi częściami dolinek denudacyjnych; w obrębie takiego poziomu wymoki (o ile

w ogóle występują) są jedynymi formami rzeźby monotonnej powierzchni (ryc. 5 i 6). Należy jednak podkreślić, że wymoki mogą występować także na stosunkowo bardzo wąskich grzbietach, posiadających tylko skromne resztki spłaszczeń wierzchwinowych. W obrębie takich szczątków poziomu wierzchwinowego zagłębienia wertebowe występują prawie wyłącznie w wierzchołkach sieci dolinek denudacyjnych. (ryc. 5).



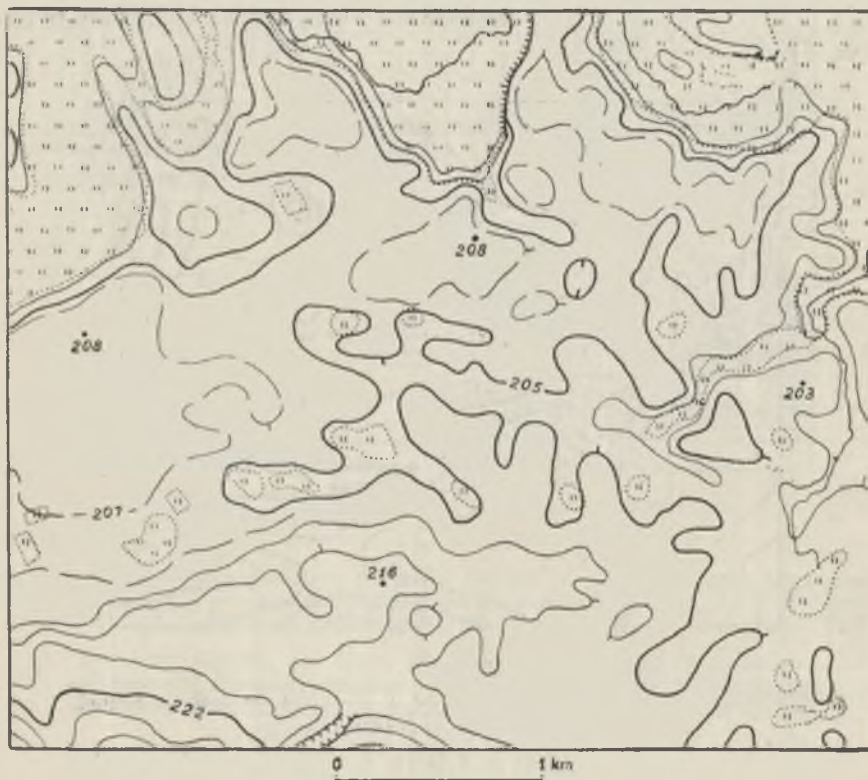
Ryc. 6.

Położenie wertebów rodzaju wymoków w stosunku do małych dolinek denudacyjnych i wąwozów.

Die Lage der Pfannensenken in Relation zu kleinen Denudationstäler (Dellen) und Schluchten.

Najlepsze warunki przestrzenne (ze względu na rozległość powierzchni płaskich) dla rozwoju wertebów rodzaju wymoków istnieją w obrębie poziomu pierwszej terasy nadzalewowej większych rzek Wyżyny Lubelskiej. Terasa ta najwspanialej rozwinięta jest na terenie Padołu Zamojskiego, ciągnąc się tutaj szerokim pasem wzdłuż rzeki Wieprza i dwu znaczniejszych jej dopływów, tzn. Poru i Labuńki. Na obszarze dziesiątków kilometrów kwadratowych monotonnej pod względem hipsometrycznym powierzchni tej terasy wymoki należą do pospolitych form rzeźby. Większe z nich zaznaczają się czasem nawet w ry-

sunku poziomicowym na „Mapie Taktycznej Polski“ 1:100.000 (np. na arkuszu „Krasnystaw“ pomiędzy Sułowem i Deszkowicami — w widłach Wieprza i Poru — na ESE od punktu 208 m i na N od wsi Nawóz, położonej nad rzeką Por w pobliżu jej ujścia do Wieprza).



Ryc. 7.

Werteby rodzaju wymoków, występujące na terasie nadzalewowej i niskich wododziałach, często zaznaczone są na mapach topograficznych w postaci małych „wysepek łąkowych“.

Pfannensenken, die auf Terrassen und niedrigen Wasserscheiden auftreten, sind auf topographischen Karten oft als kleine „Wieseninseln“ verzeichnet.

Znacznie większe ilości tych zagłębień zaznaczają się na tej mapie w postaci drobnych płątów (wysepek) oznaczonych sygnaturą „łąki“ (ryc. 7). Te wysepki łąkowe często występują na mapach w odległości kilku kilometrów od łąk teras zalewowych (szczególnie dużo jest oznaczonych tych „wysepek“ w obszarze pomiędzy Złojcem i Wielacją,

w widłach Wieprza i Łabuńki, na arkuszu „Krasnystaw“ i „Zamość“). W podobny zresztą sposób zaznaczają się na mapie 1:100.000 także wertoby obszarów położonych poza (ponad) terasą nadzalewową i w innych częściach Wyżyny Lubelskiej (np. w okolicach Nałęczowa).

Wertoby, występujące na terasie nadzalewowej, należą w niektórych obszarach do najważniejszych — obok dolinek denudacyjnych — form rzeźby tej terasy. Bardzo często powiązane są one przestrzennie z wspomnianymi dolinkami denudacyjnymi, występując w osi dna tych dolinek względnie w bezpośrednim sąsiedztwie ich wierzchołków.

4. Charakterystyka geologiczna wertebów i obszarów ich występowania

a. Wertoby rodzaju kotłów

Wertoby rodzaju kotłów występują w obrębie pokryw typowych lessów eolicznych (tzn. niewarstwowanej, subaeralnej odmiany skał lessowych), względnie lessów deluwialnych (tzn. wyraźnie warstwowanej, namywanej ze zboczy przez wody atmosferyczne, odmiany skał lessowych). Autor nie obserwował dotychczas tych form w aluwialnych odmianach skał lessowych. Wydaje się, że w takich odmianach lessów, zalegających na terasach rzecznych, brak jest warunków dla rozwoju „kotłów“ nie tyle ze względu na właściwości samej skały, ile ze względu na małe nachylenia powierzchni obszarów jej zalegania.

Według Z a b o r s k i e g o (67, str. 124) cechą charakterystyczną pokryw lessowych, w których wertoby tego rodzaju występują, jest ich litologiczna dwudzielność; w stropowej części pokryw lessowych zalega odmiana lessu nie wykazująca warstwowania, a natomiast w spągowej części występuje często odmiana wyraźnie warstwowana. Różna przepuszczalność obu tych odmian lessów — według Z a b o r s k i e g o — decyduje (pośrednio oczywiście) o rozwoju interesujących nas form rzeźby. Ta dwudzielność lessów nie jest oczywiście warunkiem koniecznym rozwoju „kotłów“. Bardzo często bowiem można obserwować te formy w lessach eolicznych, zalegających bezpośrednio np. na marglach lub opokach.

Omawiane formy nie wykazują wyraźnej zależności od charakteru podłoża pokryw lessowych. Występują one nad podłożem skał nieprzepuszczalnych, takich jak np. gliny zwałowe plejstoceńskie (56, str. 75),

a także i przy podłożu skał przepuszczalnych takich jak piaski¹⁷⁾ W południowej części Wyżyny Lubelskiej i na Roztoczu podłożem pokryw lessowych są przede wszystkim margle i opoki wieku kredowego, czyli skały z jednej strony (ze względu na swe właściwości fizyczne) nieprzepuszczalne, a z drugiej strony (ze względu na silne spękania pionowe) charakteryzujące się głęboko zalegającymi wodami gruntowymi.

Kotły lessowe mogą wykazywać pewną zależność od spękania skał podłoża pokryw lessowych. S. D Ź u ł y ń s k i (14, str. 433) np. widzi taką zależność w przypadku wertebów występujących w południowej części Wyżyny Krakowskiej.

Dość wyraźną natomiast zależność wykazują werteby rodzaju kotłów od grubości pokryw lessowych. Rozwijają się one mianowicie tylko wtedy, gdy osady lessowe osiągną odpowiednią miąższość; przy miąższościach rzędu 1—2 m formy takie w ogóle nie występują.

b. Werteby rodzaju wymoków

Werteby tego rodzaju znajdujemy głównie w obrębie pokryw lessów eolicznych. Stwierdzenie takie odnosi się przede wszystkim do form występujących na poziomach wierzchowinowych. Lessy tych poziomów na Wyżynie Lubelskiej z reguły wykazują wszelkie cechy tzw. „lessów typowych“; dopiero na bardziej stromych zboczach tych poziomów less typowy przechodzi w inne odmiany skał lessowych (np. w deluwia lessowe).

Natomiast wymoki terasy nadzalewowej występują nie tylko w obrębie osadów aluwialnych. Na terenie Padolu Zamojskiego np. bardzo często można znaleźć wymoki w osadach posiadających równocześnie cechy akumulacji fluwialnej i eolicznej (albo nawet w osadach wyraźnie eolicznych). W niektórych bowiem częściach tej terasy występują w stropie utworów terasowych osady pylaste o wszelkich cechach lessów eolicznych. Warstwa tych lessów kończy niejako serię piaszczysto-pylastych osadów fluwialno-eolicznych. Na występowanie takich utworów pylastych akumulacji eolicznej w obrębie terasy nadza-

¹⁷⁾ Wiadomość o występowaniu „kotłów“ w pokrywach lessowych podścielonych piaskami zawdzięczam koledze mgr. A. Kęsиковi, który obserwował takie formy w okolicach Kazimierza nad Wisłą.

lewowej na obszarze Wyżyny Lubelskiej zwracał uwagę jeszcze N. I. K r i s z t a f o w i c z (28, str. 148—152), a następnie Lk. S a w i c k i (60, str. 128) i A. J a h n (22, str. 447) stwierdzili w utworach terasowych występowanie typowego lessu eolicznego przykrytego warstwą piasków aluwialnych.

W obszarach występowania form tego rodzaju pokrywy lessowe zalegają na bardzo różnorodnym podłożu. Na poziomach wierzchwinowych podłoże tworzą albo luźne utwory czwartorzędowe (gliny morenowe i piaski), albo masywne skały wieku kredowego (opoki, margle i wapienie). Natomiast na terasie nadzalewowej w podłożu lessu występują przeważnie piaski warstwowe lub aluwia piaszczysto-pylaste. Te skały podłoża mogą być z zasady niespękane (piaski, gliny), albo też pocięte gęstą siecią szczelin picinowych (opoki, margle, wapienie).

Zależność rozmieszczenia zagłębień rodzaju wymoków od miąższości pokryw lessowych przedstawia się nieco inaczej niż w przypadku kotłów lessowych. Na poziomach wierzchwinowych wertebry występują zasadniczo tylko w pokrywach lessowych, których miąższość wynosi przynajmniej 5—6 m. W innych położeniach mogą jednak wymoki występować w pokrywach lessowych o mniejszej miąższości. Ma to miejsce przede wszystkim na terasie nadzalewowej, gdzie wertebry często spotykamy w warstwach lessu o miąższości 1—3 m. Warto jednak zauważyć, że na terasie nadzalewowej występują zagłębienia, o kształtach bardzo podobnych do wymoków, w utworach piaszczystych.

W tych częściach Wyżyny Lubelskiej, gdzie rozwinięty jest kras wapienny i występują miseczkowate wertebry „wapienne“ (66), można znaleźć także wertebry w obrębie cienkich pokryw lessowych zalegających bezpośrednio na wapieniu. Oczywiście, że w takich przypadkach mamy wszelkie podstawy do przypuszczania, że wertebry w pokrywie lessowej odzwierciadla tylko rzeźbę podłoża, a więc że nie można wiązać go bezpośrednio z lessami i ich właściwościami.

5. Charakterystyka hydrograficzna wertebów i obszarów ich występowania

Zmienność przestrzenna stosunków opadowych na Wyżynie Lubelskiej jest tak nieznaczna, że nie można stwierdzić żadnej zależności rozmieszczenia i zróżnicowania omawianych form rzeźby od wysokości

czy charakteru opadów. W każdym razie można podkreślić, że formy te występują w obszarach, w których średnie roczne sumy opadów wynoszą od 500—550 do 650—700 mm.

a. Warteby rodzaju kotłów

Warteby rodzaju kotłów z reguły są formami „bezwodnymi“. Cecha ta charakterystyczna jest przede wszystkim i w najwyższym stopniu dla pierwszych stadiów rozwojowych tych form. „Bezwodność“ uwarunkowana jest często faktem połączenia kotłów z podziemnymi kanałami, wypreparowanymi przez wody atmosferyczne, wsiąkające w głąb pokryw lessowych. Wody spływające do takich kotłów znikają szybko w czeluściach kanałów podziemnych podobnie jak w ponorach krasu wapiennego. W dalszych stadiach rozwojowych, w związku z wypełnianiem kanałów podziemnych przez obrywające się bloki lessowe, szybki i bezpośredni odpływ wody może być przerwany. Woda może wówczas wypełniać zagłębienia, jednakże stan taki trwa zwykle bardzo krótko, gdyż woda — gromadząca się w niezbyt dużych ilościach ze względu na małą pojemność form — szybko wsiąka w świeżo odsłonięte, niezwiędnięte poziomy lessu. Z tych samych powodów woda nie utrzymuje się dłużej także w wartebach, które od momentu swego powstania nie posiadają połączenia z podziemnymi kanałami.

Kotły lessowe związane są zawsze ze strugami okresowych wód powierzchniowych lub podziemnych (płynących podziemnymi kanałami). Obecność tych strug wodnych decyduje zresztą o powstaniu kotłów lessowych.

Obszary występowania form tego rodzaju charakteryzują się ubóstwem (a często omal że zupełnym brakiem) stałych wód powierzchniowych stojących i bieżących. Jest to zresztą zjawisko dość znamienne dla obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej w ogóle i uwarunkowane jest dużą przepuszczalnością (porowatością) lessów i spękaniem podłoża wieku kredowego. Te same czynniki warunkują głębokie zaleganie wód gruntowych. Wody te występują zwykle na znacznej głębokości (przynajmniej kilkanaście metrów), tak że dna „kotłów“ nigdy nie sięgają do poziomu zwierciadła wód gruntowych.

h. Werteby rodzaju wymoków

Wymoki cechuje dość duża różnorodność stosunków wodnych. Wśród form tego rodzaju, obserwowanych na Wyżynie Lubelskiej, można wyodrębnić wymoki: 1) z wodą stałą, 2) z wodą okresową i 3) z wodą chwilową.

Do zagłębień z wodą stałą należą nieliczne tylko formy o większych rozmiarach (wymiary poziome rzędu kilkudziesięciu metrów), posiadające równocześnie większe — od przeciętnych — zlewnie¹⁹⁾. Formy z wodą stałą występują zarówno na poziomie wierzchowinowym (stosunkowo bardzo rzadko), jak też i na terasie nadzalewowej (częściej). Ze względu na stałą obecność wody w zagłębieniach takich rozwija się charakterystyczna roślinność wodna (ziemno-wodna).

Zagłębienia z wodą okresową, charakteryzujące się także większymi wymiarami własnymi i zlewni, gromadzą wodę na dłuższy okres czasu tylko po roztopach wiosennych. Woda nagromadzona w tym czasie może przetrwać w zagłębieniu przez kilka tygodni (do 2-ch miesięcy). Okres ten jest zbyt krótkotrwały, aby w wymokach mogła rozwinąć się roślinność wodna. Niemniej jednak, ze względu na specyficzne stosunki wodne, roślinność wyraźnie różni się składem florystycznym od otoczenia. Wśród pól ornych wyodrębniają się one albo składem roślinności synantropijnej (chwastów), albo też rodzajem roślinności uprawnej.

Najliczniejsze są zagłębienia z wodą chwilową; są to formy o niewielkich wymiarach. Woda, gromadząca się w nich w niewielkich ilościach (małe zlewnie i mała pojemność zagłębień), paruje i wsiąka tak szybko, że nie jest w stanie spowodować poważniejszych zmian w rozwoju szaty roślinnej.

Werteby rodzaju wymoków stosunkowo rzadko wykazują powiązania z okresowymi strugami wód powierzchniowych. Większa część form tego rodzaju występuje w strefach rozproszonego (powierzchniowego) spływu wód. W obszarach występowania tych form brak jest także wyraźnych strug wód podziemnych, formujących sobie własne kanały. Pewne powiązania z kanałami podziemnych strug wodnych mogą wykazywać prawdopodobnie jedynie wymoki występujące przy

¹⁹⁾ Najlepiej wykształcone (największe) zlewnie mają formy występujące w osi dolinek denudacyjnych.

wierzchołkach sieci wąwozowej. Autor pracy nie ma na razie jednak żadnych obserwacji, które potwierdzałyby bezpośrednio takie przypuszczenia.

Wody gruntowe w obszarach występowania wymoków znajdują się na różnych głębokościach. Na poziomach wierzcholinowych są to głębokości rzędu kilkunastu (w płn. części Wyżyny Lubelskiej) i kilkudziesięciu (w płd. części Wyżyny Lubelskiej) metrów, a na terasie nadzalewowej kilka do kilkunastu metrów. Tak więc nawet w wertebach wypełnionych wodą stałą mamy do czynienia wyłącznie z wodami atmosferycznymi. Jedynie na terasie nadzalewowej wody gromadzące się w wertebach mogą się łączyć — za pośrednictwem wód kapilarnych — z wodami gruntowymi, jeśli te występują stosunkowo płytko. Zasoby wód gruntowych nie odgrywają jednakże nigdy poważniejszej roli w zaopatrywaniu wertebów w wodę.

Z j a w i s k o w y s y c h a n i a w e r t e b ó w r o d z a j u w y m o k ó w. Wertebry tego rodzaju ze stałą wodą na obszarze Wyżyny Lubelskiej znaleźć można obecnie raczej wyjątkowo. Przed kilkudziesięciu jeszcze laty wertebów takich było znacznie więcej. Z relacji mieszkańców wielu okolic można się dowiedzieć, że liczne zagłębienia, obecnie zaorane i wypełniające się wodą na przeciąg stosunkowo krótkiego okresu czasu, jeszcze przed 20—30 laty należały do form z wodą stałą, względnie występującą przez znaczną część roku. W zagłębieniach tych pławilo się i topiło bydło, hodowano ryby i pływano łodziami. Proces wysychania postępował stopniowo i w miarę tego jak zaorywano obszary znajdujące się uprzednio w użytkowaniu leśnym albo pastwiskowym (bardzo często były to obszary znajdujące się we wspólnym posiadaniu całych gromad).

W procesie ewolucji stosunków hydrograficznych wertebów decydującą rolę odegrało karczowanie lasów. Nie należy jednak wyobrażać sobie, że wszystkie wertebry występujące w lasach były wypełnione wodą. Przed wykarczowaniem lasów niektóre tylko i nieliczne wertebry, większe i posiadające większe zlewnie, mogły być wypełnione wodą. Gromadzenie większej ilości wody w małych wertebach leśnych jest niemożliwe chociażby ze względu na to, że spływ powierzchniowy w lasach (naturalnych!) odgrywa znikomą rolę i może występować tylko na powierzchniach o znacznie większym nachyleniu. Jeżeli jednak woda zgromadzi się w wertebach, to w warunkach mikroklimatu leśnego może zachować się przez dłuższy czas.

Wydaje się, że najlepsze warunki dla gromadzenia się wody w wymokach istniały bezpośrednio po wykarczowaniu lasu, gdy poręby leśne znajdowały się w użytkowaniu pastwiskowym. Mogło to mieć miejsce dzięki temu, że na porosłych krzewami pastwiskach w okresie zimy w zagłębieniach gromadził się w znacznych ilościach śnieg, a stosunki mikroklimatyczne okresu letniego sprzyjały parowaniu w znacznie mniejszym stopniu niż na polach ornych.

Zjawisko wysychania wertebów rodzaju wymoków jest częścią składową procesu ogólnego wysychania („stepowienia“) Wyżyny Lubelskiej. Proces ten, wyraźnie zaznaczający się już od kilkudziesięciu lat, zaczyna przybierać coraz groźniejsze rozmiary, prowadząc do stopniowego zaniku stałych wód powierzchniowych oraz wyraźnego obniżania się poziomu wód gruntowych. Zjawiska te powodują bardzo poważne i wysoce niekorzystne z gospodarczego punktu widzenia, zmiany w środowisku geograficznym Wyżyny Lubelskiej (36, str. 147—151).

6. Rola wertebów w krajobrazie obszarów lessowych

Przy omawianiu roli wertebów w krajobrazie należy zwrócić uwagę przede wszystkim na fakt, że dzisiejszy krajobraz, czyli tzw. „krajobraz kulturalny“, „wyznacza“ wertebom inną rolę niż pierwotny „krajobraz naturalny“.

W krajobrazie pierwotnym Wyżyny Lubelskiej (a więc i obszarów lessowych tego regionu) panującym typem formacji roślinnej był — według ujęcia J. Motyki (23, str. 8—9 i 18; 44, str. 198—205) — las właściwy, czyli „grund“ („grond“), z dobrze rozwiniętym podszyciem i runem. Ponieważ przy takiej naturalnej szacie roślinnej erozja „wąwozowa“ nie mogła się rozwijać, więc można przypuszczać, że nie istniały wówczas także i wertebry rodzaju kotłów, jako formy wyraźnie związane ze wspomnianą odmianą erozji. Wobec tego można przyjąć, że w krajobrazie pierwotnym istniały na Wyżynie Lubelskiej tylko wertebry rodzaju wymoków. Jednakże nawet wertebry tego rodzaju, pomimo stosunkowo znacznych rozmiarów, nie mogły odegrać jakiegokolwiek poważniejszej roli w krajobrazie. Wprawdzie niektóre z nich (większe) „wprowadzały“ niewątpliwie do krajobrazu obok wody także obcą dla gruntu roślinność ziemno-wodną, jednakże promień „oddzia-

lywania“ tych elementów musiał być bardzo mały. Stan ten zmienił się zasadniczo dopiero po wykarczowaniu lasów. Warteby rodzaju wymoków wyszły wówczas niejako „na światło dzienne“, a w miarę rozwoju erozji wąwozowej pojawiły się także warteby rodzaju kotłów.

Pierwotne stosunki w nieskażonej postaci na obszarze Wyżyny Lubelskiej prawdopodobnie nigdzie nie dotrwały do chwili obecnej (brak lasów naturalnych, niekniętych ręką człowieka). Jednakże nawet przy obecnym stanie naszych lasów, które w dużym stopniu należą już do „kulturalnych“ formacji roślinnych, istnieją dość duże różnice w znaczeniu krajobrazowym wertebów w obszarach polnych i łąkowych z jednej strony oraz w obszarach leśnych z drugiej strony. W obszarach leśnych dzisiaj także na ogół nie spotykamy kotłów lessowych (chyba że mamy do czynienia z lasami zniszczonymi rabunkową gospodarką), a wymoki leśne różnią się od wymoków polnych (vide odsyłacz nr 16). Ze względu na to jednak, że warteby w obszarach leśnych odgrywają stosunkowo niewielką rolę, a obserwowanie ich jest znacznie utrudnione, wszelkie poniższe uwagi o znaczeniu krajobrazowym wertebów będą się odnosiły przede wszystkim do obszarów pozostających w użytkowaniu rolniczym (pola orne i łąki).

Warteby rodzaju kotłów, pomimo „ostrości“ zarysu kształtów tych form, odgrywają stosunkowo niewielką rolę w krajobrazie. Fakt ten uwarunkowany jest: 1) małymi rozmiarami tych form i 2) wyraźnym ich powiązaniem z młodymi rozcięciami erozyjnymi (a przede wszystkim z wąwozami). Wydaje się przy tym, że bardziej decydującym czynnikiem jest ten drugi. Kotły lessowe nie występują bowiem „samodzielnie“ w większych ilościach i w zwartym zasięgu; powiązane są one z rynnami erozyjnymi tak, że można je traktować wprost jako elementy składowe tych form (wąwozów szczególnie). Wąwozy lessowe jako formy znacznie większe i posiadające „ostro“ zarysowane kształty typowe dla form szybko rozwijającej się erozji wgłębnej, do tego stopnia decydują o charakterze krajobrazowym obszarów swego występowania, że to, co mogą wnieść do tego krajobrazu kotły lessowe, odgrywa już stosunkowo niewielką rolę.

Znacznie większą rolę w krajobrazie odgrywają warteby rodzaju wymoków. W 1892 r. D o k u c z a j e w w następujący sposób określił rolę stepowych bludiec — a więc form podobnych do wymoków — w krajobrazie powiatu połtawskiego: „Miestami oni piestrili... stiep (w obszczem sowierszenno rownuju), kak ospa — lico“ (12, str. 44).

To poglądowe określenie dobrze ilustruje charakter rzeźby obszarów zwartego występowania większej ilości zagłębień tego rodzaju. Rola tych form w krajobrazie jest szczególnie duża ze względu na to, że występują one zasadniczo na względnie płaskich powierzchniach. Natomiast stosunkowo małe ich rozmiary decydują o tym, że wpływ ich na krajobraz zaznacza się tylko w niewielkim promieniu.

W rozmieszczeniu przestrzennym wymoków zaznacza się bardzo duże zróżnicowanie. Charakterystyczną cechą rozmieszczenia jest występowanie tych form w izolowanych zgrupowaniach przestrzennych¹⁹⁾. Zgrupowania takie z natury rzeczy są bardziej izolowane i obejmują stosunkowo małe obszary (do paru km²) na poziomach wierzchowinowych. Słabsza izolacja, większe rozproszenie, ale także znacznie większy zasięg przestrzenny (do kilkunastu km²) charakteryzuje zgrupowania terasy nadzalewowej. Ze zjawiskiem występowania wertebów tego rodzaju poza zgrupowaniami, samotnie, można się zetknąć raczej wyjątkowo. Fakt występowania tych form w zespołach przestrzennych decyduje o ich znaczeniu w krajobrazie (tym bardziej, że „zagęszczenie“ form w zespołach jest dość duże).

Zagęszczenie wymoków w zgrupowaniach może być bardzo różne. Odległości pomiędzy sąsiednimi formami na ogół są mniejsze na poziomach wierzchowinowych niż na terasie nadzalewowej. Na poziomach wierzchowinowych, gdzie przeważają ilościowo zagłębienia niewielkie, odległości te mogą być nawet rzędu kilkudziesięciu — stukilkudziesięciu metrów. Na terasie nadzalewowej, z przeważającymi formami o większych wymiarach, odległości między nimi są przeważnie rzędu stukilkudziesięciu — kilkuset metrów. Tak więc „gęstość“ wymoków może wynosić od kilku do kilkudziesięciu, a nawet stukilkudziesięciu (ale tylko na niewielkim obszarze) w przeliczeniu na 1 km² (vide odsyłacz Nr 13).

Największą rolę w krajobrazie odgrywają oczywiście zagłębienia z wodą stałą ze względu na to, że obok osobliwości rzeźby „wnoszą“ do krajobrazu dodatkowy element, tzn. wodę i charakterystyczną roślinność ziemnowodną (otaczającą wieńcem odkryte zwierciadło wodne w środku zagłębienia albo też pokrywającą całe dno zagłębienia i osłaniającą całą powierzchnię wodną). Stała obecność wody uniemożliwia

¹⁹⁾ Dla stepowych błudiec także charakterystyczne jest występowanie w zgrupowaniach. Zwracał na to uwagę Dokuczajew (12, str. 44).

zajęcie tych zagłębień pod uprawę, wobec czego tworzą one w krajobrazie kulturalnym pól wysepki mające charakter pozornie naturalny.

Zagłębienia z wodą okresową i chwilową odgrywają, oczywiście, znacznie mniejszą rolę w krajobrazie; obecność ich zaznacza się jednak zupełnie wyraźnie. Większe z nich wypełnione wodą okresową, występującą w przeciągu kilku tygodni po roztopach wiosennych, wyodrębniają się wśród pól ornych przeważnie „łakowym“ charakterem szaty roślinnej. Mniejsze — o ile występują w obrębie pól ornych — z reguły zajęte są pod uprawę. Wyodrębniają się wtedy często odmiennym typem uprawy; najczęściej uprawiane są w wymokach rośliny takie jak kapusta, względnie czasem także inne warzywa, albo konopie. Jeśli nie obserwujemy w nich zmiany typu uprawy (przy formach najmniejszych) to wyodrębniają się one późniejszym na ogół dojrzewaniem uprawianej rośliny. Dzięki temu w okresie żniw np. możemy obserwować na dnie zagłębień — po ścięciu zboża — obok snopów ustawionych w sterty, kępy niedojrzałego zboża „na pniu“.

Szczególnie duża jest rola wymoków w krajobrazie poziomów wierzchwinowych. Bardzo często na płaskich ich powierzchniach werteby tego rodzaju tworzą najważniejsze, a nawet jedyne formy urozmaicające monotonię rzeźby. Takie poziome wierzchwinowe tworzą niewątpliwie jedną z najoryginalniejszych odmian krajobrazów lessowych Wyżyny Lubelskiej. Jeśli jeszcze werteby wypełnione są wodą, to widok ich na najwyższych poziomach stanowi dla nieprzygotowanego obserwatora dużą niespodziankę. Widok jest tym bardziej nieoczekiwany, że wypełnione wodą małe zagłębienia występują w bezpośrednim sąsiedztwie stromych zboczy „suchych“, głębokich do kilkudziesięciu metrów dolinek.

Znacznie mniejszą rolę odgrywają werteby w krajobrazie terasy nadzalewowej. Przyczyną tego jest to, że w urozmaicaniu rzeźby tego poziomu konkurują z wymokami inne formy, a przede wszystkim nieckowate (w przekroju poprzecznym) dolinki denudacyjne, czyli formy o znacznie większych wymiarach. Poza tym ważnym momentem „zmniejszającym“ rolę wertebów w krajobrazie terasy nadzalewowej jest fakt, że występują one w sąsiedztwie łąk terasy zalewowej.

III. Geneza i rozwój wertebów obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej

A. Werteby rodzaju kotłów

1. Geneza wertebów rodzaju kotłów

Formy suffozji mechanicznej. Genezę wertebów tego rodzaju stosunkowo łatwo i bez zasadniczych wątpliwości można ustalić na podstawie prostych obserwacji terenowych (bez stosowania do tego celu jakichkolwiek przyrządów). Dlatego też odnośnie tego zagadnienia nie ma różnic zdań pomiędzy autorami opisującymi formy kotłów i studzien lessowych. Tak też jest w przypadku obu autorów (Kriechbauma i Zaborckiego) dających opis takich form z obszaru Wyżyny Lubelskiej.

Kriechbaum, który opisywał kotły lessowe z okolic Wojsławic (k. Chełma), w następujący sposób charakteryzował proces powstawania tych form: „...woda wsiąka w porowaty loess, zanim dotrze w postaci wodospadu do dna parowu. Z czasem woda wymywa podziemne kanały i chodniki, rozszerzające się z roku na rok; z wąskiego kanału powstaje duża jaskinia, powierzchnia loessu tworzy nad nią most, wreszcie piękny łuk zapada się, powstaje zapadlisko, podobne do wertepu krasowego, często oddzielone jeszcze od górnego końca parowu, wkrótce jednak łączące się z nim“ (26, str. 3).

Nieco wnikliwszy opis tego procesu dał Zaborcki. Według tego autora „Wielka część wody deszczowej, a bardziej jeszcze wody z topniejących śniegów na wiosnę, nie spływa po powierzchni lessu, lecz wsiąka i wpływa w ich masę istniejącymi szczelinami. Pod poziomem lessów niewarstwowych zalegają bardzo często lessy wyraźnie uwarstwione. Poszczególne warstwy różnią się przepuszczalnością wody. Części wsiąkającej wody z opadów, dotarłszy do warstwy mniej przepuszczalnej, zmieniają kierunki przenikania na zbliżone do poziomego; wreszcie woda spolyka (przecina) powierzchnię topograficzną i wypływa w postaci perjodycznego potoku, mętnego od zawiesiny. Przenikanie wody poprzez masę lessu nie odbywa się równomiernie; pewne kierunki uzyskują przewagę nad innymi, prowadzą większe partje wody. Wynosząc materiał, woda żłobi podziemne korytarze, podobne do kanałów krasowych w wapieniu. Z biegiem czasu korytarze rozszerzają się; w niektórych, gdzie powierzchnia ich zbliży

się zbytnio do powierzchni topograficznej lessu, kanał zapada się: powstają otwory o stromych ścianach, średnicy do kilku metrów i podobnej głębokości" (67, str. 124—125).

Widzimy więc, że obaj wspomniani autorzy są całkowicie zgodni odnośnie tego, że opisywane przez nich wertebry rodzaju kółków powstają pod wpływem mechanicznego działania wód podziemnych (wód atmosferycznych wsiąkających w osady lessowe). Jest więc to proces *suffozji* w ujęciu *Pawłowa* (vide str. 4); ze względu na to, że „podkopywanie” odbywa się w następstwie mechanicznego działania wody, wyodrębniamy tę odmianę procesu morfogenetycznego jako *suffozję mechaniczną*.

Proces *suffozji* mechanicznej rozwija się w lessach szczególnie łatwo i szybko dzięki osobliwym właściwościom tych skał. Wśród tych właściwości na uwagę zasługują przede wszystkim: 1) porowatość, 2) spękania pionowe, 3) warstwowanie i oddzielność pozioma i 4) skład granularny (struktura skały).

Lessy należą do skał o największej porowatości (wskaźnik porowatości lessów może nawet przekraczać 50%). Uwarunkowane to jest nie tylko właściwościami strukturalnymi skały (małe wymiary ziarn), ale także obecnością różnego rodzaju por astrukturalnych (jak np. kanaliki fito- i zoo-geniczne). Duża porowatość sprzyja szybkiemu wsiąkaniu wód opadowych, dzięki czemu znaczne ilości wody „przepływają” przez skałę, co jest podstawowym warunkiem rozwoju *suffozji* mechanicznej. Podobną rolę odgrywają szczeliny pionowe różnego typu. Obecność tych szczelin jest szczególnie doniosłym momentem ze względu na to, że woda przepływająca szczelinami może rozwinąć odpowiednio dużą szybkość, która decyduje o efekcie jej działania wypłukującego. Powstawanie kanałów podziemnych możliwe jest tylko wtedy, gdy obok warunków dla rozwoju pionowych ruchów zastępujących wody, istnieją także możliwości rozwoju ruchów poziomych. Sprzyjające warunki dla rozwoju takich ruchów istnieją przy zróżnicowaniu porowatości w profilu pionowym, tzn. wtedy, gdy lessy wykazują wyraźne warstwowanie, albo też podścielone są warstwą osadów o wyraźnie mniejszej porowatości.

Warstwowanie lessów (ze względu na zmienność właściwości fizycznych, a szczególnie porowatości, w poszczególnych warstwach) może mieć znaczenie już wtedy, gdy jest ono bardzo niewyraźne, a na-

wet zaznacza się tylko jako oddzielność pozioma (o przeważającej składowej poziomej) pomiędzy warstwami o podobnej porowatości. Szczególnie sprzyjające warunki dla powstawania kanałów podziemnych istnieją wówczas, gdy lessy zalegają na skałach nieprzepuszczalnych (np. glinach); wody gromadzące się nad powierzchnią tych skał i spływające w większych ilościach, wypłukują szybko drobnoziarnistą masę lessową (56, str. 74—75).

Skład granularny (struktura) lessu jest ważnym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi suffozji mechanicznej. Małe rozmiary ziarn skalnych ułatwiają transport materiału wypłukanego (przy nieznacznym nawet szybkości przepływu wód podziemnych).

Na rozwój suffozji mechanicznej duży wpływ mają — obok odpowiednich właściwości lessów — także i inne warunki. Obserwacje obszarów występowania wertebów rodzaju kotłów wskazują, że wśród tych warunków na pierwszy plan wysuwa się nachylenie zboczy. Czynnikiem decyduje o: 1) szybkości przepływu podziemnych strug wodnych, 2) rozwoju nierówności powierzchni (np. rowki erozyjne) ułatwiających wsiąkanie wód powierzchniowych. Przy większych nachyleniach powierzchni wzrasta szybkość przepływu wód podziemnych, a w związku z tym i ich „zdolność“ do wypłukiwania. Duże znaczenie może mieć rozwój rowków i rynien erozyjnych na zboczach. Rowki te, rozcinając słabo przepuszczalny dla wód poziom lessu zglinionego, odsłaniają niezwiertzałą i łatwiej przepuszczalną skałę lessową.

Czynnikiem sprzyjającym rozwojowi suffozji mechanicznej mogą być także korzenie drzew rozluźniające zwartość pokrywy lessowej (35, str. 138).

Wśród wertebów omawianego rodzaju, rozwijających się w wyniku działania suffozji mechanicznej, można wyodrębnić dwa podtypy, a mianowicie: 1) wertebry powstające w następstwie zapadania się sklepień pokrywy lessowej nad kanałami i komorami podziemnymi i 2) wertebry powstające w następstwie obsypywania się i wmywania lessu w szczeliny istniejące w skałach podłoża pokryw lessowych.

Formy podtypu pierwszego mają wszystkie charakterystyczne cechy właściwe kotłom lessowym. Wśród nich można by wyodrębnić jeszcze dwie odmiany, a mianowicie: a) wertebry nad kanałami istniejącymi w pokrywie lessowej i b) wertebry nad kanałami i szerokimi szczelinami podłoża (przede wszystkim wapiennego lub gipsowego) pokryw lessowych. Na podstawie dotychczasowych obserwacji i litera-

tury (26, 56, 67) można stwierdzić, że na Wyżynie Lubelskiej występują głównie formy odmiany „a”. Dotychczas nie spotkałem ani jednej formy, którą można byłoby bez wahania zaliczyć do odmiany „b”. Form takich należałoby szukać w obszarach występowania podłoża wapiennego, wykazującego skłonność do krasowienia. Warto zauważyć, że o występowaniu form odmiany „b” na Wyżynie Krakowskiej wspomina S. D ż u ł y ń s k i (14, str. 433).

Dotychczas nie udało się także autorowi stwierdzić występowania na Wyżynie Lubelskiej form podtypu drugiego. W niniejszym zestawieniu wertebry te wyodrębniono na podstawie notatki opublikowanej w 1935 r. przez A. M a l i c k i e g o. Autor ten, pisząc o występowaniu wertebów w pokrywie lessowej podścielonej gipsami, dał następujący zarys genezy tych form: „Mikroskopijne początkowo pęknięcie (w gipsach — nawias mój, H. M.), ługowane przesiąkającą z łatwością przez less wodą, rozszerza się coraz bardziej i przekształca w szczelinę, która dochodzi z czasem do pokaźnych rozmiarów. Szczelinami temi w okresie posuchy usypuje się less, a podczas okresu słotnego niesie go tędy woda (w innym miejscu notatki jest mowa o obserwowanych w pokładach gipsowych szczelinach wypełnionych nadległym lessem — nawias mój, H. M.). Nad górnym otworem szczeliny zaznacza się na powierzchni lessowej początkowo słaba wklęsłość, która powiększając się przez osiadanie lekkiego materiału lessowego, zmienia się na regularne, lejkowate zagłębienie”. (33, str. 330). Na podstawie opisu M a l i c k i e g o można stwierdzić, że formom tego podtypu brak jest jednej ważnej cechy, typowej dla kotłów lessowych, a mianowicie stromych, obrywistych ścian (zboczy). Wydaje się, że możliwości rozwoju takich form w lessach są bardzo ograniczone właściwościami tych skał. Lessy nie są bowiem typowymi skałami luźnymi; w skałach lessowych obok powiązań koloidalnych istnieją często silne powiązania poszczególnych elementów strukturalnych lepiszczem węglanowo-wapiennym. Dlatego też less nie obsypuje się łatwo, a przy wypłukiwaniu tworzą się w jego pokładach komory, nad którymi istnieje sklepienie wykazujące skłonność raczej do szybkiego zapadania się niż powolnego osiadania.

F o r m y e r o z y j n o - e w o r z y j n e. Obok wertebów rodzaju kotłów, powstających w następstwie rozwoju procesu suffozji mechanicznej, można spotkać na Wyżynie Lubelskiej „kotłowate” zagłębienia na dnie erozyjnych rynien (od małych rowków do dużych wąwozów) oraz na stromych zboczach (fot. 4).

Nie ulega wątpliwości, że formy te powstanie swoje zawdzięczają erozyjno-eworzyjnemu działaniu wody. Proces ten rozwija się wówczas, gdy strumień wody napotyka na swej drodze stromą ścianę lessową. Woda, spadająca ze znaczną siłą, wypłukuje intensywnie drobnoziarnisty materiał lessowy, „wybijając“ niejako siłą uderzenia kotłowate zagłębienie u podnóża stromej ściany (i w samej ścianie), względnie na dnie rynny erozyjnej w miejscach wyraźnego załamania spadku. W związku z pewnymi różnicami kształtów form: a) zboczowych (wyraźniejsza asymetria i większa głębokość) i b) dennych (mniej wyraźna asymetria i mniejsza głębokość) — można wyodrębnić je jako podtypy.

Kotły lessowe tego typu mają wyraźnie powierzchniowy odpływ wód (wtedy, gdy wypełniają one formę i przelewają się przez jej próg); odpływ podziemny ma miejsce w zasadzie tylko na drodze wsiąkania. Oczywiście, że przy intensywniejszym wsiąkaniu może dojść po pewnym czasie do uformowania się dróg bezpośredniego odpływu podziemnego. Wtedy o rozwoju formy może zacząć decydować suflozja mechaniczna.

Na zakończenie tego rozdziału podajemy zestawienie wyodrębnionych wyżej typów i podtypów wertebów rodzaju kotłów. Podkreślamy, że zestawienie to obejmuje wyróżnione dotychczas typy, znane autorowi z badań terenowych i literatury.

Rodzaj	Typ (genetyczny)	Podtyp
„Kotły” lessowe	Mechaniczno-suffozyjne	zapadliskowe { a) kanałów lessowych b) kanałów podłoża lessowego
		szczelinowe
	Erozyjno-eworzyjne	zboczowe
		denne

2. Zarys cyklu rozwojowego wertebów rodzaju kotłów

Poniższy zarys cyklu rozwojowego wertebów rodzaju kotłów opracowany został przy założeniu, że procesy morfogenetyczne działają w warunkach fizjograficznych podobnych do obecnie istniejących na

Wyżynie Lubelskiej. Dla warunków tych — z interesującego nas punktu widzenia — najbardziej charakterystyczną cechą jest: a) brak naturalnej szaty roślinnej i b) opad średni roczny w wysokości 500—700 mm. W innych warunkach fizjograficznych wertebry tego rodzaju w ogóle nie rozwijają się (przy istnieniu zwartej, naturalnej szaty roślinnej), albo też ich cykl rozwojowy będzie przebiegał w szybszym lub powolniejszym tempie (przy większych albo mniejszych opadach). Tempo to w ogóle zresztą jest stosunkowo b. szybkie; przy obecnie istniejących stosunkach fizjograficznych na Wyżynie Lubelskiej rozwój cyklu może się odbywać w okresie zaledwie kilku — kilkudziesięciu lat (w przypadku małych, efemerycznych form okres ten będzie znacznie krótszy). W pierwszych stadiach rozwojowych zmiany zachodzą zwykle szybko i gwałtownie — po jednej ulewie letniej wertebry może zupełnie zmienić swoje oblicze.

Zasadniczym warunkiem powstania wertebry rodzaju kotłów jest zaistnienie stanu umożliwiającego stosunkowo łatwy i szybki dostęp wód opadów atmosferycznych do wnętrza pokryw lessowych. Prawdopodobieństwo zaistnienia takiego stanu jest największe wtedy, gdy pokrywa lessowa nie jest chroniona przed dostępem wód opadowych zwartą, naturalną szatą roślinną; szata roślinności uprawnej zabezpiecza lessy w bardzo małym stopniu (choćby ze względu na okresowe „uprzątanie” tej szaty). Przy odpowiednim kącie nachylenia powierzchni mogą się wówczas rozwinąć w pokrywie lessowej „rany” w postaci podziemnych i powierzchniowych kanałów, zbierających większe ilości wód opadowych. Dopiero przy odpowiednim zaawansowaniu rozwoju tych kanałów mogą zaistnieć zjawiska zapadania się sklepień nad kanałami podziemnymi i „przegłębiania” na dnie kanałów powierzchniowych. W ten sposób dochodzimy do stadium inicjalnego rozwoju wertebry rodzaju kotłów. Stadium to cechują zwykle niewielkie wymiary oraz „ostrość” zarysów kształtów i strome (obrywiste) ściany interesujących nas form rzeźby.

Powstała w ten sposób forma zaczyna się rozwijać w kierunku poziomym (oba typy genetyczne kotłów) i pionowym (przede wszystkim kotły erozyjno-eworzyjne)²⁰). W tym stadium rozwoju

²⁰) Rozwój pionowy kotłów suffożyjnych odbywa się głównie na drodze uprzątania, przez wody podziemne, materiału oberwanego sklepień. W rozwoju pionowym forma w zasadzie dochodzi do poziomu dna kanału podziemnego. Dalsze pogłębianie możliwe jest tylko wtedy, jeśli taki kocioł otrzymuje dopływ wód powierzchniowych (pogłębianie to odbywa się wobec tego pod wpływem procesu erozyjno-eworzyjnego).

poziomego i pionowego kotły zachowują ostrość zarysów i stromość ścian, czyli mają kształty typu studzien lessowych.

W momencie, gdy forma osiągnie poważniejsze rozmiary poziome, siła wody jest już niewystarczająca dla usuwania materiału obrywającego się ze stromych ścian kotła. Wówczas u stóp tych ścian zaczynają się tworzyć stożki obrywkowe — forma kształtem swym zaczyna upodabniać się do lej a. W przypadku kotłów nad kanałami podziemnymi może nastąpić teraz „zatkanie” kanału przez obrywające się bloki lessowe. Dotychczasowy odpływ podziemny może być zastąpiony przez wsiąkanie (co może doprowadzić do ponownego rozwoju suffozji mechanicznej) i ewentualnie formujący się odpływ powierzchniowy (jeśli forma wypełnia się wodą „po brzegi”). W stadium tym kotły obu typów często zaczynają się rozwijać w kierunku napływu wód powierzchniowych; „od góry” formuje się niejako własna rynna erozyjna kotła (ma to miejsce przede wszystkim w przypadku form występujących w dnie dolinek zbierających większe ilości wody). Rozwój formy w kierunku pionowym jest już zakończony; głębokość formy raczej zmniejsza się już. Jest to stadium względnej stabilizacji i formowania się zboczy z bardziej trwałą równowagą.

Z chwilą uformowania się własnej rynny erozyjnej, a także i powierzchniowego odpływu (formy nad kanałami podziemnymi), zaczyna się stadium zaniku charakterystycznych cech kształtu kotła. Stopniowe rozcinanie przez erozję progu od strony „dolnej” kotła doprowadza do „otwarcia” formy — kocioł (jako forma wklęsła zamknięta) przestaje istnieć. Na miejscu kotła rozwija się rynna erozyjna²¹).

²¹) Wydaje się, że w pewnych przypadkach rozwój ostatniego stadium odbywa się także w innym kierunku. Może to mieć miejsce np. wtedy, gdy werteb nad kanałem podziemnym powstaje w znacznej odległości od wierzchołka wąwozu. Jeśli werteb taki do momentu „zatkania” kanału podziemnego osiągnął duże rozmiary, to może gromadzić w całości spływające doń wody, wobec czego nie uformuje się odpływ powierzchniowy (woda będzie rozchodowana przez parowanie i wsiąkanie). W takiej sytuacji werteb nie będzie „włączony” do sieci wąwozowej zachowując swoją indywidualność. Przykładem takiej formy jest prawdopodobnie werteb, który występuje na polach wsi Majdan Sitaniecki w punkcie o współrzędnych topograficznych 372,3 i 688,3 (Mapa Topograficzna Polski 1:100.000, ark. „Krasnystaw”). Werteb ten o wymiarach poziomych kilkanaście i dwadzieścia parę metrów, o głębokości do 5 m i o zboczach nachylonych do 40—45°, występuje na stoku (nachyl. około 5°) poziomu wierzchowinowego w odległości 100 m od wierzchołka wąwozu. Była to jedyna — ustabilizowana — forma wertebu rodzaju

Tak więc wertebry rodzaju kotłów odgrywają dużą rolę w procesie rozrastania się „ku górze“ (erozja wsteczna) wierzchołkowych części sieci erozyjnej (wąwozowej), w rozwoju bocznych odgałęzień sieci erozyjnej (wąwozów) i wreszcie jako pewien etap w procesie obniżania poziomu dna rynien erozyjnych. Rozrastanie się sieci erozyjnej „ku górze“ najintensywniej będzie zachodziło w przypadku rozwoju na dnie denudacyjnych, nieckowatych dolinek — w nieznacznej odległości od wierzchołków sieci — kotłów typu suffożyjnego. Boczne odgałęzienia rynien erozyjnych rozwijają się prawdopodobnie przede wszystkim z kotłów erozyjno-eworzyjnych, powstających w stromych zboczach rynien (wąwozów). Bardzo duże zmiany poziomu i charakteru dna rynien erozyjnych są głównie następstwem rozwoju podziemnych kanałów suffożyjnych i towarzyszących im zapadliskowych wertebów (56, str. 74—75; 67; 68, str. 312—314); kotły eworzyjne są jednak prawdopodobnie bardziej powszechnym czynnikiem „rozwoju wgłębnego“ wąwozów (62).

W powyższym zarysie cyklu rozwojowego wertebów rodzaju kotłów wyodrębniliśmy cztery następujące stadia: 1) stadium inicjalne, 2) stadium rozwoju poziomego i pionowego, 3) stadium względnej stabilizacji zboczy i 4) stadium zaniku formy kotła.

Charakterystyczną cechą cyklu rozwojowego kotłów suffożyjnych jest stopniowe zmniejszanie się roli suffozji mechanicznej jako procesu morfogenetycznego. Już w stadium trzecim tego cyklu dużą rolę zaczyna odgrywać obok suffozji erozja powierzchniowa („rozproszona“) i „linijna“ („skoncentrowana“). W stadium czwartym erozja jest już wyraźnie czynnikiem decydującym o zaniku formy kotła. W przypadku kotłów erozyjno-eworzyjnych obserwujemy — w miarę rozwoju cyklu — stopniowe zmniejszanie się roli eworzji i wreszcie całkowity zanik tego procesu.

kotłów, którą obserwowałem dotychczas w tak znacznej odległości od wierzchołków wąwozów.

Należałoby przypuszczać, że formy takie pod wpływem denudacji będą zmieniały swe kształty; znikną krawędzie — dolna i górna — zboczowe, zbocze stopniowo będzie traciło swą stromość itd. W ten sposób werteb rodzaju kotłów mógłby przeobrazić się w werteb rodzaju wymoków. Dokładniejsze zbadanie wertebów rodzaju wymoków, występujących w wierzchołkach sieci wąwozowej, dostarczy na pewno materiałów pozwalających rozstrzygnąć to zagadnienie.

B. Werteby rodzaju wymoków

1. Poglądy uczonych rosyjskich (radzieckich) na genezę stepowych błudiec

Podobieństwa natury morfograficznej, istniejące pomiędzy lubelskimi wertebami rodzaju wymoków i stepowymi błudcami (zapadnikami), pozwalają przypuszczać, że geneza tych form jest podobna (jeśli nie identyczna). Przypuszczenie takie wydaje się tym bardziej uzasadnione, że błudca znane są także przede wszystkim z obszarów lessowych. Dlatego też, zanim przejdziemy do omawiania genezy wymoków, celowe będzie przedstawienie niektórych (najważniejszych) poglądów uczonych rosyjskich (radzieckich) na genezę błudiec.

Wśród koncepcji dotyczących genezy stepowych błudiec wysuwają się zdecydowanie na pierwsze miejsce koncepcje wiążące genezę tych form rzeźby z procesami ługowania (suffozji chemicznej) z gleby i podglebia rozpuszczalnych soli. Wyrazem takiego stanu interesujących nas poglądów są artykuły omawiające odpowiednie hasła w „Bolszoi Sowietsoj Encikłopedii”²²). Na proces ługowania, jako czynnik powodujący powstanie błudiec, zwracał uwagę jeszcze w XIX wieku T a n f i l i e w²³). Jednakże wówczas pogląd taki pozostawał wyraźnie w cieniu wobec poglądów wiążących genezę zapadin z procesami akumulacyjnymi lub erozyjnymi (69, str. 35).

Pośród wybitnych uczonych radzieckich, wiążących genezę stepowych błudiec z procesami ługowania, można wymienić między innymi L. S. B e r g a i F. B. S a w a r i e n s k i e g o. B e r g,

²²) W artykule omawiającym hasło „błudca stiepnyje” o genezie tych form czytamy: „Priedpołagajut, cztó błudca stiepnyje obrazujutsja w riezultacie wymywania solej sodierzaszczichsja kak w poczwie tak i w podpoczwiennom słoje i woznikajuszczich wsledstwie etogo prosadocznych jawlenij (osiedanija poczwy)”. (B. S. E., tom 5, str. 321).

W innym artykule (hasło „zapadiny”) czytamy, że zapadiny „Woznikajut w riezultacie poczwobrazowatielnych procieessow ili wsledstwie osiedanija grunta ot wyszczelaczianija, wymywania niżeleżaszczich porod.” (B. S. E., tom 16, str. 423).

²³) O procesie ługowania, jako o jednym z procesów morfogenetycznych stepowych błudiec, pisał także już w 1894 r. A. P e n c k w swojej „Morphologie der Erdoberfläche” (51). W rozdziale tego dzieła, zatytułowanym „Die echten Wannen” (str. 251—254) czytamy: „Flachwannen oder Stawoks finden sich in den Steppen Südrusslands... Unregelmässigkeit in der Ablagerung des Steppenstaubes, vielleicht da und dort Auskolkung bereits abgelagerter Massen, ferner das Zusammensitzen derselben infolge der Auslaugung von Salzen dürften die ineinandergreifenden Ursachen für die Bildung dieser Lösswannen sein” (51, str. 253).

opisując błudca w „Gieograficzeskich zonach Sowietskogo Sojuza“, podkreślał, że „Biez somnienija, zapadiny lesostiepjia w bolszinstwie słuczajew objazany prosadkam w lessie“ (2, str. 307), (pod określeniem „prosadki“ Berg rozumie osiadanie gruntu zachodzące w następstwie lęgowania rozpuszczalnych soli). Sawarienski, znany hydrogeolog radziecki, doszedł do takiego samego poglądu na podstawie własnych badań błudiec Zawołża (58, str. 87—93). Według niego „Pri wyszczelacziwaniu wodnorastworimych solej, sodierżanije kotorych inogda dostigajet w gruntach 10%, proischodit umienszenije massy grunta w obiemie i miedlennoje osiedanije“ (58, str. 89).

Obok koncepcji, przyjmujących za główny proces morfogenetyczny stepowych błudiec lęgowanie rozpuszczalnych soli, w ostatnich dwóch dziesiątkach lat coraz większe uznanie uzyskuje koncepcja wiążąca genezę tych form — występujących w obszarach lessowych — ze zjawiskiem osiadania lessów pod wpływem samego tylko nawodnienia. Zjawiska osiadania (deformacji) lessów w następstwie zwiększenia wilgotności tych skał są przedmiotem badań prowadzonych w Z.S.R.R. od 1928 r. (6, str. 14—18). Podstawę dla rozwoju tych badań dały deformacje lessów zachodzące przy prowadzonym na wielką skalę nawadnianiu suchych obszarów stepowych Z.S.R.R. W 1932 roku K. I. Lisicyn, jeden z najwybitniejszych wówczas specjalistów od zagadnień deformacji lessów, opublikował pracę „O dieformacii suglinistych gruntow Priedkawkazja w swjazi s woprosami ob obrazowanii stiepnich błudiec“. Wyniki badań zjawisk osiadania gruntów przy kanałach nawadniających doprowadziły go do wniosku, że stepowe błudca powstają w następstwie osiadania skał lessowych pod wpływem nawodnienia. Osiadanie gliniek lessowych uważał on za naturalne zjawisko właściwe dla tych obszarów Eurazji, w których występują skały powstałe w warunkach suchego klimatu (skały nie podlegające w przeszłości nawodnieniu). Lisicyn doświadczalnie ustalił wskaźnik osiadania gliniek lessowych Przedkaukazia na 1/10 (1/10 miąższości tych gliniek). Podobne poglądy na genezę stepowych błudiec mają także inni, poważni specjaliści od zagadnień „lessowych“ (6, 40). Tak np. najwybitniejszy obecnie w Z.S.R.R. znawca zjawisk deformacji lessów, N. J. Dienisow, uważa, że „Jestiestwiennye prosadki woznikajut w riezultatie powyszenija wlaźnosti porod pod wlijanie m pronikajuszczich w ich tołszczu atnosfiernych osadkow“ (6, str. 82). Te zjawiska osiadania w warunkach naturalnych

„...projawljajuszcziesja w widie stiepnych bludiec, otryzajut pieriechod porod w sostojanije sootwietstwija ich wlažnosti i agriegatnogo sostojanija nowym klimaticzeskim i gidrologiczeskim usłowijam“ (6, str. 61).

W najnowszych pracach radzieckich, poświęconych zagadnieniom genezy form rzeźby rodzaju stepowych bludiec, zwraca się wyraźnie uwagę na to, że formy takie mogą rozwijać się w wyniku działania różnych procesów. Podstaw dla tego rodzaju poglądów dostarczają chociażby takie fakty, jak to, że formy o kształtach typowych dla bludiec występują w różnych utworach skalnych, z których nie wszystkie zawierają sole podatne na lęgowanie, względnie które zdolne są osiadać pod wpływem wzrostu wilgotności. Z tych najnowszych prac szczególnie ciekawe jest opublikowane w 1946 r. studium F. N. Milkowa pt. „Rol suffozji w razwitiu reljefa juga Rjazanskoj oblasti“. Autor tego studium uważa, że stepowe bludca są to pierwotne nierówności powierzchni (Milkow nie charakteryzuje bliżej procesów morfogenetycznych tych pierwotnych nierówności), zmodyfikowane tylko suffozyjnym działaniem wód pochodzenia atmosferycznego. Należy zaznaczyć, że Milkow zwraca uwagę nie tylko na suffozję chemiczną, ale także na mechaniczną, jak to wynika wyraźnie z następującego cytatu: „Woda, skapliwajuszczajasja w zapadinach, prosaczijawajetsja w podpoczwiennyje gorizonty do gorizonta gruntowych wod i uwlekajet za soboj nie tolko rastworimyje czasticy, no i mielczajszije mielkoziernistyje czasticy“ (41, str. 99). W poglądach Milkowa na szczególne podkreślenie zasługuje założenie, że współczesne kształty bludiec rozwijały się w wyniku działania różnych procesów zmieniających się w czasie.

Na zakończenie tego przeglądu warto wspomnieć o pracy G. W. Zanina z 1952 r. „O proischoždienii zapadin oksko-donskoj rawniny“. Praca dla nas jest szczególnie ciekawa ze względu na to, że autor jej na wstępie daje przegląd — zresztą niezbyt wnikliwy — poglądów swoich poprzedników w badaniach nad bludcami (69, str. 35—37). Na badanym przez siebie obszarze wyodrębnia Zanin następujące grupy (genetyczne) bludiec (zapadin): 1) rusłowyje (erozji fluwialnej), 2) pojmiennyje (akumulacji fluwialnej), 3) deflacionnyje (deflacji), 4) prosadocznije (osiadania lessów pod wpływem nawodnienia), 5) suffozjonno-prosadocznije (suffozji i osiadania pod wpływem nawodnienia) i 6) karstowyje (krasowe) (69, str. 54).

2. Obserwacje i badania własne nad genezą wertebów rodzaju wymoków

a. Obserwacje i badania wstępne. Wstępna hipoteza (robocza) genezy wertebów rodzaju wymoków.

W niektórych częściach Wyżyny Lubelskiej obok lessowych wertebów rodzaju wymoków występują wertebry tzw. „krasu wapiennego”. Te ostatnie formy — dość dobrze znane w polskiej literaturze naukowej — kształtami swoimi często są bardzo podobne do wertebów lessowych. Dlatego też obserwator, znający wertebry krasu wapiennego, skłonny jest traktować interesujące nas formy lessowe jako odzwierciadlające rzeźbę wapiennego podłoża pokrywy lessowej. Pogląd taki byłby uzasadniony jedynie wtedy, gdyby udało się nam stwierdzić istnienie zagłębień na powierzchni wapienia zalegającego w podłożu pokryw lessowych, a przynajmniej występowanie, w bezpośrednim sąsiedztwie wertebów lessowych, podobnych form w wapieniach (o ile wapienie te wychodzą na powierzchnię).

Dotychczasowe badania autora pozwalają stwierdzić, że wyniki lessowe występują przede wszystkim w obszarach, w których podłoże wieku kredowego nie wykazuje skłonności do krasowienia. Wśród odmian petrograficznych skał kredowych na Wyżynie Lubelskiej przeważają opoki, które — ze względu na znaczną domieszkę krzemionki budującej niejako szkielet tych skał — nie krasowieją zupełnie. Bloki tej skały nawet po zupełnym wylugowaniu węglanu wapnia — przy czym powstaje tzw. „lekka opoka” — zachowują swoje kształty bez istotnych zmian (55). Obok opoki występują także niekrasowiejące odmiany margli i wapieni (66, str. 246—248). Petrograficzne odmiany krasowiejących skał kredowych poważniejszą rolę odgrywają jedynie w północno-wschodniej części Wyżyny Lubelskiej (a przede wszystkim w obszarach pomiędzy Łęczną i Chełmem oraz pomiędzy Zamościem i Hrubieszowem).

W tej to właśnie północno-wschodniej części wyżyny można spotkać w bezpośrednim sąsiedztwie wertebów krasu wapiennego zupełnie podobne kształtami formy w cienkich pokrywach skał lessowych. Można wobec tego przypuszczać, że wertebry lessowe są tutaj formami odzwierciadlającymi rzeźbę podłoża lessów. Obserwacje wstępne nie dostarczyły jednak na razie żadnych danych, które pozwalałyby bliżej określić

genezę tych form. Takie bliższe określenie genezy wymagałoby przede wszystkim stwierdzenia czy formy te odzwierciedlają zagłębienia krasu wapiennego powstałe przed osadzeniem się lessu, czy też są to formy powstające obecnie w wyniku rozwoju procesów krasowienia podłoża wapiennego. Formami tymi nie będziemy się bliżej zajmowali ze względu na to, że wykraczałoby to poza ramy zakreślone w tytule niniejszej pracy.

Przechodzimy więc obecnie do omówienia wyników obserwacji nad właściwymi lessowymi wertebami rodzaju wymoków, tzn. formami, których genezę należy wiązać z właściwościami lessów oraz z procesami zachodzącymi w pokrywach tych skał.

Z problemem wertebów rodzaju wymoków autor pracy zetknął się bezpośrednio w terenie w czasie wykonywania zdjęcia geomorfologicznego w południowej części Wyżyny Lubelskiej (część S arkusza „Krasnystaw“ i część N arkusza „Zamość“ Mapy Taktycznej Polski 1:100.000). W czasie przeprowadzania badań terenowych w kilku odkrywkach udało się ustalić niektóre osobliwości pokryw lessowych w obrębie wymoków. Niżej podany jest opis jednej najbardziej charakterystycznej z tych odkrywek.

Odkrywka, obserwowana w 1952 roku we wsi Stryjów (wieś położona w odległości 14 km na SSE od Krasnegostawu, nad rzeką Wolicą), u zbiegu drogi wiejskiej i polnej w punkcie o współrzędnych topograficznych 374,9 i 687,2 (M. T. P. 1:100.000, arkusz „Krasnystaw“), odsłaniała następujące profile pokrywy lessowej zbocza doliny Wolicy:

1. Dno płytkiego wertebu (średnica kilkanaście metrów), zniszczonego przez drogę wiejską, wciętą do około 4 m w pokrywę lessową:
 - a) 0 — 0,6 m. Gleba. Warstwa ciemno-szara (prawie czarna) wyraźnie porowata; w spągu o zabarwieniu jaśniejszym z odcieniem brunatnym. Warstwa najgrubsza w środkowej części i wyklinowująca się stopniowo w peryferycznych częściach wklęsłości wymoku.
 - b) 0,6 — 3,5 m. Podglebie. Less zgliniony, w stropie o zabarwieniu ciemno-brunatnym, jaśniejącym ku dołowi. W dolnej części zaznaczają się smugi o zabarwieniu brunatnym i sza-

rawym. Warstwa przesuszona w ścianie wąwozu drogowego rozpadająca się na płytki—okruchy pokryte na powierzchni pyłem krzemionkowym o jasnym szarawo-żółtawym zabarwieniu. W stanie wilgotnym zwięzła. Z kwasem solnym nie reaguje.

2. Poza zagłębieniem wertebowym:

Pod poziomem a) gleby i b) lessu zglinionego występuje niezwięzła less bez wyraźnych śladów warstwowania. Zabarwienie żółtawo-szare. Z kwasem solnym reaguje.

W innych odkrywkach, przedstawiających zupełnie podobne profile, można było stwierdzić, że less zgliniony pod dnem zagłębienia wykazywał wyraźnie większą zwięzłość niż niezwięzła less typowy poza zagłębieniem (zaznaczało się to wyraźnie tylko wtedy, gdy oba te utwory wykazywały mniej więcej podobną wilgotność). Te różnice zwięzłości można bardzo łatwo uchwycić już przy pierwszych próbach kopania przy pomocy łopaty. Stwierdzono także, że pomiędzy lessiem zglinionym pod wklęsłością powierzchni topograficznej, a lessiem typowym niezwięzłym brak jest wyraźnej granicy. Sądząc na podstawie zabarwienia i opierając się na próbach przy pomocy kwasu solnego, można ustalić, że jeden utwór przechodzi w drugi (w kierunku poziomym) stopniowo.

Dla sprawdzenia tych obserwacji wykonano, w różnych obszarach występowania wertebów, wiercenia świdrem glebowym do głębokości 3 metrów. Wyniki tych wierceń potwierdziły w całej rozciągłości zaobserwowany w odkrywkach fakt odwapnienia i „zgliwienia“ lessu w obrębie den wymoków. To charakterystyczne zjawisko wylugowania węglanu wapnia stwierdzono nawet w przypadku bardzo małych wymoków (formy o średnicy długości zaledwie kilku metrów i o głębokości rzędu decymetrów).

Wyniki wstępnych obserwacji i badań pozwoliły opracować roboczą hipotezę genezy wertebów rodzaju wymoków. Hipoteza ta przedstawiała się wówczas, w krótkim zarysie, następująco: Wody atmosferyczne gromadzące się w zagłębieniach wertebowych, wsiąkając powoli w głąb pokrywy lessowej, powodują wylugowanie z niej węglanu wapnia. Proces ten prowadzi do zmniejszenia masy, a w następstwie także i objętości osadów lessowych. Zmiana objętości skały

powoduje jej „osiadanie“, co wyraża się zmniejszeniem miąższości pokrywy lessowej. Proces osiadania lessu uwarunkowany jest zapewne nie tylko zmniejszeniem masy skały. Wylugowanie węglanu wapnia powoduje zmiany teksturalno-strukturalne, w związku z czym równoległe z osiadaniem zmienia się wzajemne położenie poszczególnych elementów — prawdopodobnie przy udziale w tym procesie zstępujących ruchów wody — tak, że układają się one bardziej zwarcie („ciaśniej“). Wzrasta przy tym zwięzłość skały — opór stawiany przez nią naciskom mechanicznym.

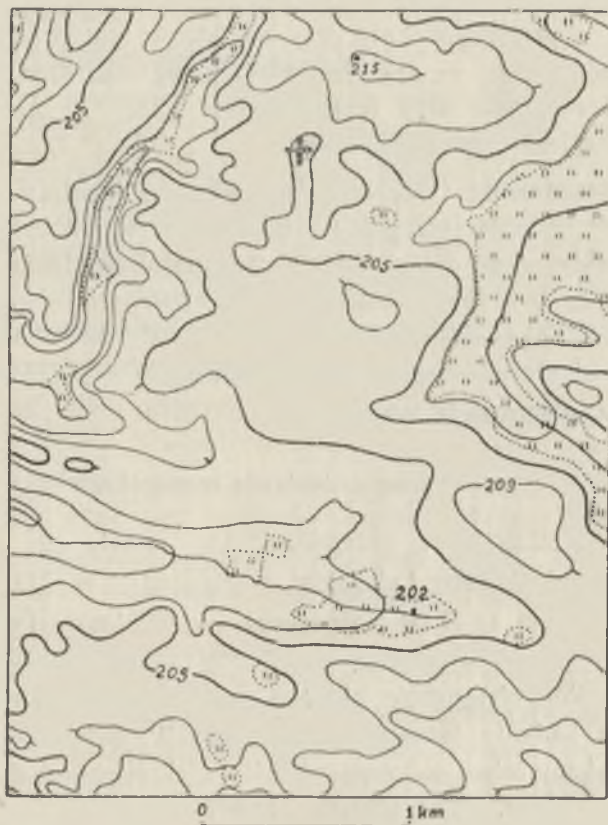
Dla uzasadnienia i rozwinięcia powyższej hipotezy przeprowadzono dalsze badania szczegółowe. Celem tych badań było uzyskanie materiału faktycznego dla określenia rozmiarów osiadania skał lessowych w następstwie ługowania węglanu wapnia. Określenie ilościowe zmian objętości skał lessowych miało dostarczyć także okazji do skontrolowania hipotezy roboczej przez porównanie rozmiarów zjawiska osiadania z głębokością wertebów.

b. Obserwacje i badania szczegółowe

Badania szczegółowe przeprowadzone zostały na razie tylko w dwu punktach Wyżyny Lubelskiej, a mianowicie w Ożarowie (wieś w odległości 6 km na E od Nałęczowa) i w Wisłowcu (wieś w odległości 10 km na N od Zamościa). W miejscowościach tych przeprowadzono ogólne obserwacje obszaru występowania wertebów oraz szczegółowe badania jednego z wertebów. W wybranych punktach wykonano wkopy celem pobrania próbek dla określenia metodami laboratoryjnymi składu granularnego, zawartości CaCO_3 i porowatości odpowiednich poziomów pokrywy lessowej w obrębie wertebów i poza wertebami. Dla badania porowatości pobrane zostały próbki — przy pomocy pierścieni Kopeck'y'ego (średnica 7,25 cm, wysokość 6,05 cm, objętość 250 cm^3) — o nienaruszonej teksturze.

W y n i k i b a d a ń w e r t e b ó w n a p o l a c h w s i O ż a r ó w. Werteby rodzaju wymoków na polach wsi Ożarów należą do pospolitych form. Formy te występują tutaj na grzbiecie wododzielnym rzeki Bystrej (dopływ Wisły) i Ciemięgi (dopływ Bystrzycy) (ryc. 8). Dział ten pomiędzy Marianką Ożarowską i Sadurkami wznosi się zaledwie do ok. 10 m ponad poziom dna doliny Ciemięgi

(dno doliny Ciemiegi wzniesione jest tutaj do ok. 200 m, a najwyższe punkty na dziale wodnym do ok. 210 m n. p. m.). Ogólne nachylenie stoków wododziału jest nieznaczne ($1-2^\circ$); powierzchnie

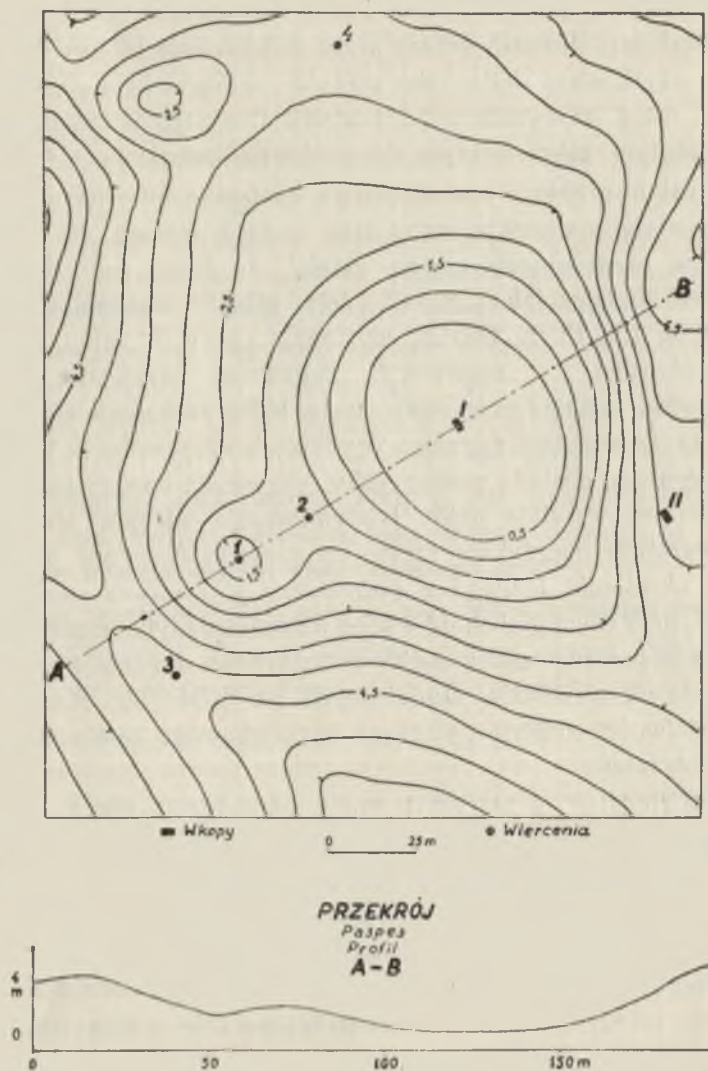


Ryc. 8.

Rzeźba garbu wododzielnego pomiędzy Ożarowem i Sadurkami (badania szczegółowe przeprowadzono w punkcie oznaczonym sygnaturą +)

Relief des Wasserscheidekammes zwischen Ożarów und Sadurki (eingehender Untersuchung unterzogen wurde die Stelle, welche mit der Signatur + versehen ist).

o większych nachyleniach występują jedynie na zboczach dolin w pobliżu den. Największe nachylenia obserwujemy od strony zachodniej działu, gdzie rozcięty on jest przez trzy dolinki łączące się pomiędzy Cynkowem i Bochoćnicą w prawe odgańczenie Bystrej. Dolinki te;



Ryc. 9.

Szkic hipsometryczny i przekrój badanego wertebu (rodzaju wymoków) w Ożarowie.
Hipsometrische Skizze und Profil der untersuchten Pfannensenke in Ożarów.

o nieckowatym kształcie przekroju poprzecznego, są stosunkowo wąskie i głębokie (szczególnie środkowa z nich), w związku z czym nachylenia ich zboczy dochodzą miejscami do kilkunastu stopni.

Dział wodny pomiędzy Ożarowem i Sadurkami obecnie jest zupełnie bezleśny. Jednak jeszcze przed kilkudziesięciu laty część tego obszaru użytkowana była jako po-leśne, zakrzewione pastwisko ²⁴⁾. Warteby mają najwyraźniejsze kształty i występują w największej liczbie na tym zakrzewionym do niedawna terenie.

Na całym grzbiecie wododzielnym występuje tutaj na powierzchni less posiadający wszelkie cechy tzw. lessu typowego. Na podstawie wywiadów studziennych można ustalić, że lessy (określane przez właścicieli studzien jako „głina“, „żółta glina“) występują do głębokości około 12—13 m. Poniżej występuje „siwy il“, albo — według innych określeń — „żygawiec“. Żygawcem nazywany jest tutaj zwięzły utwór pylasty przesycony wodą, która zachowuje się jak woda adhezyjna (z warstwy żygawca wypływa bardzo wolno). W związku z tym żygawiec posiada pewne cechy typowe dla bardzo gęstej cieczy i dlatego też wszelkie próby kontynuowania wkopów studziennych w tej warstwie napotykają często na nieprzewyciężone przeszkody. Według określenia jednego z gospodarzy w żygawcu można kopać kilka dni, przy czym głębokość wkopu nieznacznie tylko może wzrosnąć. Warstwa ta posiada więc wszelkie cechy typowe dla tzw. kurzawek ²⁵⁾. Na podstawie wywiadów studziennych nie udało się określić bliżej ani właściwości utworu pylastego kurzawkowego poziomu, ani też jego miąższości.

Brak studzien, w których byłby przekopany poziom kurzawkowy, uniemożliwia także rozpoznanie utworów podłoża tej warstwy. Można jedynie przypuszczać, że w podłożu znajduje się, na bliżej nie dającej się określić głębokości, warstwa nieprzepuszczalna, na której zbierają się wody gruntowe, nasycające utwór pylasty poziomu kurzawkowego. Jedyne głębsze wiercenie, wykonane na interesującym nas dziale wodnym w 1894 r., bardzo lakonicznie opisane, dostarczyło danych, pozwalających przypuszczać, że poziom wodonośny tworzą tutaj margle wieku kredowego. Lakoniczność notatki nie pozwala

²⁴⁾ Na mapach topograficznych z XIX w. („Topograficzna Karta Królestwa Polskiego“ 1:126.000 i „Nowaja Topograficzeskaja Karta Zapadnoj Rosji“ 1:84.000) obszar ten oznaczony jest sygnaturą „krzaki“. Pastwisko, porośnięte krzewami, istniało tutaj jeszcze przed 20—30 laty. Warteby wypełnione były wówczas wodą przez znaczną część roku tak, że „pławiło się w nich i topiło“ bydło.

²⁵⁾ Do zagadnienia „kurzawki“ powrócimy jeszcze przy dalszych naszych rozważaniach, dlatego też dokładniejszą charakterystykę właściwości kurzawkowych odkładamy do odpowiedniego momentu.

jednak zorientować się czy poziom ten występuje dopiero na dnie otworu (35,65 m), czy też już na mniejszej głębokości (39, str. 399).

Do badań szczegółowych wybrano werteb położony w punkcie o współrzędnych topograficznych 421,7 i 620,0 (M. T. P. 1:100.000, arkusz „Puławy“). Werteb ten wyróżnia się wśród sąsiednich form tego typu swymi rozmiarami oraz dość wyraźnymi zarysami kształtów (ryc. 9). Jest to typowy werteb rodzaju wymoków, o kształcie owalnym i z prawie płaskim (lekko tylko wklęsłym) dnem dość dobrze oddzielającym się od zboczy. Długość osi dłuższej dna wynosi 65 m, a osi krótszej 50 m. Głębokość wertebu (liczona jako różnica wysokości między najniższym punktem dna i linii grzbietowej otaczającej zagłębienie) wynosi 3,2 m. Nachylenie zboczy waha się przeważnie w granicach od 1 do 4° i tylko od strony wschodniej dochodzi do 8°. Charakterystyczną osobliwością wertebu jest występowanie na jego zboczach dwu małych wertebów tego samego rodzaju; są to formy o kształcie miseczkowatym (bez płaskiego dna).

Werteb położony jest przy samej linii wododzielnej dorzecza Bystrej i Ciemięgi. Zlewnia wertebu tworzy obszar bezodpływowy pomiędzy wspomnianymi dorzeczami. Ze względu na to, że linia grzbietowa otaczająca zagłębienie obniża się wyraźnie od strony dorzecza Ciemięgi, werteb można traktować jako część składową tego dorzecza. Woda gromadząca się w zagłębieniu w największych ilościach w okresie roztopów wiosennych, wznosi się maksymalnie do około 2,0 m ponad poziom dna, tak że odpływ powierzchniowy nigdy nie ma miejsca. Okres wiosenny występowania wody w zagłębieniu trwa zwykle kilka tygodni i jedynie w latach wyjątkowo suchych jest na tyle krótkotrwały, że możliwe jest wtedy wykonanie w odpowiedniej porze zasiewów roślin uprawnych.

Wkopy dla pobrania próbek do badań laboratoryjnych wykonano na dnie wertebu oraz na grzbiecie oddzielającym zagłębienie od dorzecza Ciemięgi²⁶⁾. Przechodzimy obecnie do opisu profili obu wkopów.

²⁶⁾ Przy wykonywaniu wkopów współpracował ze mną mgr Stefan Nakoneczny, który zainteresował się wertebami, spodziewając się znaleźć w nich profile interesujące z punktu widzenia badań zmian florystycznych, jakie zachodziły na obszarze Wyżyny Lubelskiej od okresu powstania tych form rzeźby. Obecnie korzystam z okazji, aby złożyć koledze Nakonecznemu podziękowanie za koleżeńską pomoc i współpracę.

I. Wkop na dnie wertebu (głębokość wkopu 2,5 m).

- a) 0—0,2 m. Warstwa orna gęsto przelkana korzeniami; część mineralna składa się z pylastego materiału o zabarwieniu szarym. Zwięzłość materiału słaba. Z kwasem solnym nie reaguje ²⁷⁾.
- b) 0,2—0,7 m. Warstwa materiału pylastego o zabarwieniu szaro-zielonkawym z drobnymi przeważnie pionowymi smugami rdzawymi. Warstwa wyraźnie oddzielona od następnej. Zwięzłość materiału słaba. Z kwasem solnym nie reaguje ²⁷⁾.
- c) 0,7—2,5 m. Less zgliniony. Ogólne zabarwienie brunatno-szaro-żółtawe; od powierzchni stropowej do głębokości kilku centymetrów wyraźnie ciemniejsze (brunatno-szare) ²⁷⁾ — niżej stopniowo coraz jaśniejsze. W części stropowej występują pionowe smugi o klinowatym, nieregularnym zarysie, zabarwione szaro-niebieskawo. Od poziomu 1,5—2,0 m aż do dna wkopu zaznaczają się wyraźnie poziome smugi o zabarwieniu brunatnym, żółtawym i szaro-niebieskawym. W całej odsłoniętej części warstwy występują w dość dużych ilościach drobniutkie konkrecje (manganowo-żelaziste?) o ciemnobrunatnym zabarwieniu. W części stropowej (do głębokości około 1,7 m) materiał mocno zwięzły, stawiający przy kopaniu łopatą duży opór (wbicie łopaty na „cały sztych“ nastroczało duże trudności); w części dolnej wkopu materiał mniej zwięzły — wyraźnie wilgotniejszy i lepący się do łopaty. W części dolnej pod wpływem obciążenia (np. ciężar osoby kopiącej) następowało „wyciskanie“ materiału (buty wyciskały wyraźnie wgłębiony do 2—3 cm ślad); na powierzchni poddawanej obciążeniu występowała po pewnym czasie cieniuteńka powłoczka wodna (powierzchnia matowa przed obciążeniem).

²⁷⁾ Warstwy „a“ i „b“ miały wszelkie cechy warstw materiału namytego. Takie właśnie genetyczne określenie tych warstw nie zostało włączone do opisu profilu ze względu na pewne wątpliwości, jakie się nasuwają przy takiej interpretacji. Wątpliwości te wynikają z tego, że poniżej obu tych warstw brak jest wyraźnie wykształconego poziomu gleby powstałej „in situ“ przed akumulacją wyżej wymienionych warstw (akumulacja materiału warstw „a“ i „b“ miała miejsce zapewne w ostatnim okresie rozwoju wertebu, tzn. po wycięciu lasu). Za glebę powstałą „in situ“ należałoby uznać stropową część warstwy „c“; byłaby to wobec tego bardzo słabo wykształcona gleba nalessowa — gleba brunatna.

otrzymywała połysk powierzchni wodnej). Z kwasem solnym nie reaguje.

Na dnie wkopu wykonano wiercenie ręcznym świdrem glebowym do głębokości (licząc od powierzchni dna wertebu) 5,2 m. Do samego dna otworu występował less zgliniony; w górnej części otworu (do głębokości około 3,5 m) zaznaczało się — podobnie jak i w dolnej części wkopu — smugowanie (smugi brunatnawo-żółtawe i szaroniebieskawe) stopniowo zanikające. Od 3,5—4,0 m do dna otworu występował materiał o jednolitym zabarwieniu brunatno-żółtawym stopniowo coraz jaśniejszym. Z głębokością otworu wzrastała także wilgotność; przy końcu wiercenia wyciągano „papkę“ silnie przesyconą wodą (świder można było wcisnąć bez wkręcania). Materiał do samego dna otworu z kwasem solnym nie reagował.

Próbki do badań laboratoryjnych pobrano z poziomów 1) 0,50—0,55 m, 2) 1,00—1,05 m i 3) 2,30—2,35 m.

II. Wkop na grzbiecie oddzielającym werteb od dorzecza Ciemięgi (głębokość wkopu 2,0 m).

Wkop ten wykonano w odległości 66 m w kierunku na E od wkopu pierwszego, w punkcie wzniesionym 3,5 m ponad poziom dna wertebu.

- a) 0 — 0,2 m. Warstwa orna; materiał pylasty o zabarwieniu szarym z odcieniem brunatnawym. Z kwasem solnym nie reaguje.
- b) 0,2—1,6 m. Less zgliniony (odwapniony). Warstwa o niewyraźnej dolnej granicy — za dolną granicę przyjęto poziom zasięgu odwapnienia. Ogólne zabarwienie takie, jak i w analogicznym poziomie genetycznym wkopu pierwszego (warstwa „c“). W części stropowej zabarwienie ciemniejsze — brunatno-szare — z zaznaczającymi się plamami ciemniejszymi i jaśniejszymi²⁸⁾. Od głębokości 0,8 m zaznacza się charakterystyczne, poziome smugowanie (smugi brunatnawe i żółtawo-szarawe), zanikające stopniowo w dolnej części warstwy. W poziomie 1,1—1,3 m pojawiają się pionowo przeważnie zorientowane rdzawe „zacieki“, powstające zapewne w następ-

²⁸⁾ Część stropową warstwy „b“ należy uznać za dolny poziom gleby pierwotnej, która pod uprawą uległa przeobrażeniom i wyraźnemu zróżnicowaniu w następstwie wydzielania się warstwy ornej.

stwie strącania się wodorotlenków żelaza dookoła sięgających do tych głębokości korzeni. Stropowa część warstwy silnie zwięzła; jednakże — jeśli sądzić na podstawie stopnia trudności wbijania łopaty — zwięzłość ta zaznacza się wyraźnie słabiej niż w analogicznym poziomie wkopu pierwszego. Podobnie też wilgotność tej warstwy znacznie mniejsza niż we wkopie pierwszym. Z kwasem solnym nie reaguje.

- c) 1,6—2,0 m. Less niezwięzłały (wapnisty) bez śladów warstwowania. Ogólne zabarwienie żółtawo-szare; smugowanie nie występuje. Jednolitość zabarwienia zakłócają jedynie rdzawe „zacieki“ (jak i w spągowej części warstwy „b“), ku dołowi występujące coraz rzadziej i charakteryzujące się mniejszymi wymiarami (mniejszą szerokością). Zwięzłość i wilgotność wyraźnie mniejsza niż na dnie wkopu pierwszego. Z kwasem solnym reaguje dość silnie.

W wierceniu wykonanym na dnie wkopu i sięgającym do głębokości 4,8 m (czyli 1,3 m poniżej poziomu dna wertebu), stwierdzono less o jednolitym zabarwieniu (z wzrastającym ku dołowi odcieniem żółtawym), reagujący dość silnie z kwasem solnym. Od głębokości 3,5—4,0 m wilgotność wyraźnie wzrastająca, ale znacznie mniejsza niż w dolnej części otworu wiertniczego wkopu pierwszego.

Próbki do badań laboratoryjnych pobrano z poziomów: 1) 0,50—0,55 m i 2) 2,00—2,05 m.

Poza wkopami wykonano jeszcze cztery wiercenia świdrem ręcznym (do głębokości 3,0 m). Ze względu na duże podobieństwo profili tych wierceń do profili odpowiednich wkopów, załączamy tylko skrócony opis niektórych, podając zasadniczo tylko określenie genetyczne warstw (i ewentualnie krótką charakterystykę uzupełniającą).

Wiercenie Nr 1 — w środku małego, drugorzędnego wertebu na zboczu badanego wertebu głównego — wykonane w odległości 73 m w kierunku na SW od wkopu na dnie wertebu, w punkcie wzniesionym 1,2 m ponad poziom wspomnianego wkopu:

- a) 0 —0,8 m. Warstwa humusowa namyta.
- b) 0,8—1,0 m. Poziom humusowy gleby „in situ“ (vide odsyłacz nr 27); zwięzłość duża.
- c) 1,0—3,0 m. Less zgliniony, w stropie wykazujący znaczną zwięzłość.

Wiercenie Nr 2 — na grzbiecie, oddzielającym zagłębienie drugorzędowego wertebu od wertebu głównego — wykonane w odległości 50 m w kierunku na SW od wkopu na dnie wertebu, w punkcie wzniesionym 1,8 m ponad poziom wspomnianego wkopu:

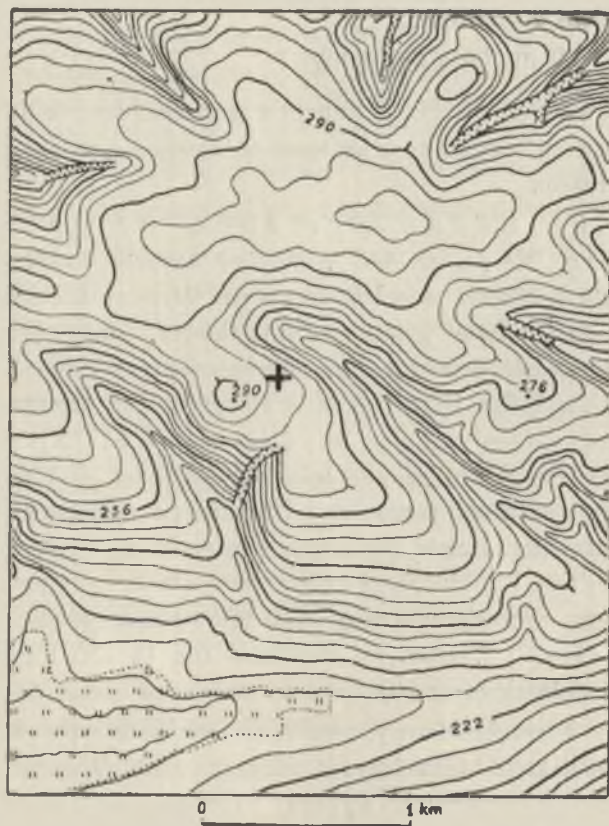
- a) 0 —0,4 m. Warstwa humusowa o zabarwieniu szarym z odcieniem brunatnym.
- b) 0,4—3,0 m. Less zgliniony.

Profile wierceń Nr 3 i 4 zupełnie podobne do profilu wkopu II: less wapnisty — reagujący z kwasem solnym — występuje na głębokości 1,5—1,6 m.

Wyniki badań wertebów na polach wsi Wisłowiec. Na polach wsi Wisłowiec werteby rodzaju wymoków występują na poziomie wierzchwinowym Wyżyny Lubelskiej w bezpośrednim sąsiedztwie Padołu Zamojskiego (przy krawędzi płn. Padołu). Wysokość bezwzględna tego poziomu wynosi 285—295 m, a wysokość względna 100—110 m w stosunku do poziomu dna doliny rzeki Wieprz (przepływającej w odległości około 13 km na W od Wisłowca) i 75—80 m w stosunku do poziomu dna bezimiennego potoku przepływającego przez wieś Udrycze (w odległości około 2 km na S od Wisłowca). Dzięki znacznym wysokościom względnym istnieje wyraźny kontrast i dość dobrze zaznaczona granica pomiędzy powierzchnią poziomu wierzchwinowego, charakteryzującego się małymi nachyleniami (1—2°) i stromymi zboczami (do 15—30°) głęboko wciętych dolin i dolinek (ryc. 10).

Poziom wierzchwinowy, wyraźnie wykształcony w tej części Wyżyny Lubelskiej, która leży w widłach rzek Wieprza i Wolicy. w Wisłowcu jest szczególnie wyraźny i rozległy; szerokość jego (mierzona po wsch. stronie wsi w kierunku z SW na NE) wynosi tutaj około 1,5 km. Na tym rozległym spłaszczeniu na wsch. od Wisłowca gęsto rozrzucone werteby tworzą bardzo charakterystyczny element rzeźby. Formy te występują tutaj zarówno na polach ornych, jak i w lesie. Kształty i zarysy form występujących na polach ornych są niemniej wyraźne, niż u form występujących w lesie, który pokrywa w tych okolicach znaczną część poziomu wierzchwinowego. Tłumaczy się to tym, że jeszcze przed kilkudziesięciu laty na miejscu dzisiejszych pól ornych istniały tutaj piękne lasy bukowe. Po wycięciu lasów werteby przez dłuższy okres czasu wyodrębniały się — wśród po-

wierzchni pastwiskowych lub ornych — zwierciadłem wypełniających je wód, w związku z czym ludność miejscowa nazywała je jeziorami. Nazwa ta przetrwała do dzisiaj, pomimo że olbrzymia część wierzchołków została już zupełnie zaorana.



Ryc. 10.

Rzeźba poziomu wierzchowinowego na wschód od Wisłowca (badania szczegółowe przeprowadzono w punkcie oznaczonym sygnaturą +).

Relief des Höhengniveaus östlich von Wislowiec (eingehender Untersuchung unterzogen wurde die Stelle, welche mit der Signatur + versehen ist).

Na powierzchni scharakteryzowanego wyżej poziomu wierzchowinowego zalega tutaj wyłącznie (w okolicy na E od Wisłowca) less typowy. Na podstawie wywiadów studziennych można ustalić, że tworzy on pokrywę, o grubości 8—10 m, spoczywającą bezpośrednio

na marglach (względnie opoce) wieku kredowego. Silnie spękany margiel nie tworzy tutaj poziomu nieprzepuszczalnego, na skutek czego poziom wód gruntowych występuje na głębokości kilkudziesięciu metrów. Głębokości studzien (kopanych) wahają się tutaj przeważnie w granicach od 30—50 m i sięgają w wyjątkowych przypadkach nawet do 70 m!

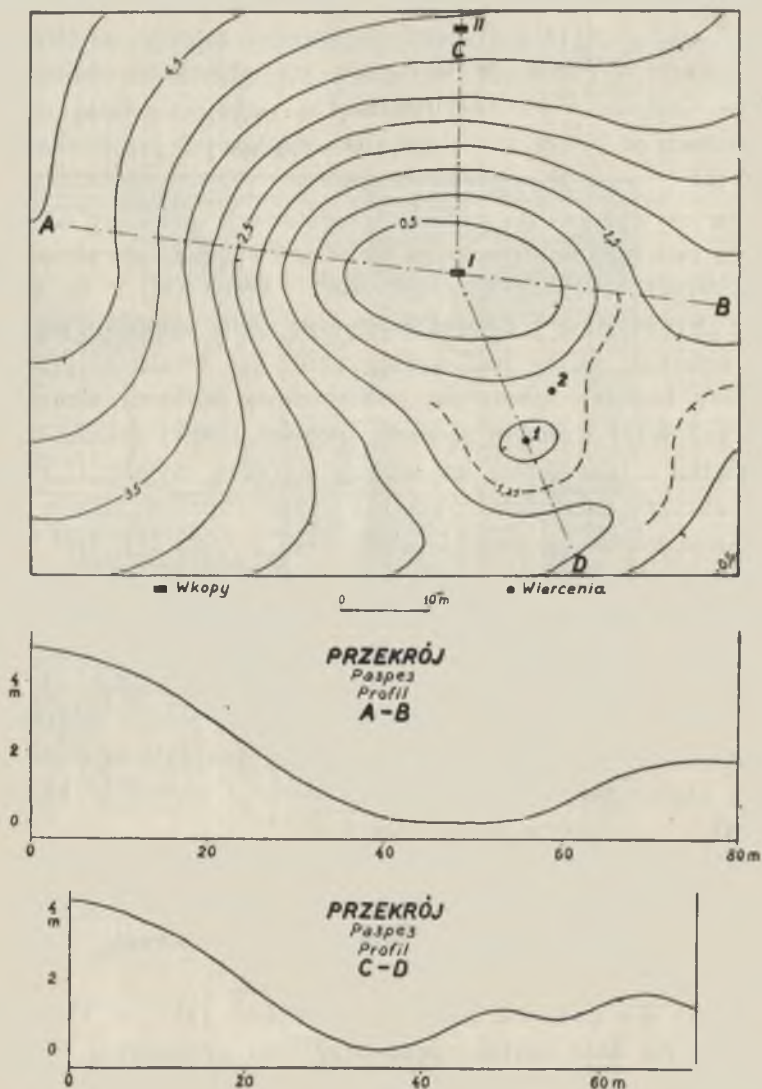
Werteb wybrany do badań szczegółowych, położony na peryferii obszaru zwartego występowania tych form²⁹⁾, znajduje się w punkcie o współrzędnych topograficznych 368,7 i 689,0 (M. T. P. 1:100.000, arkusz „Krasnystaw“). Charakterystyczną cechą położenia topograficznego wybranej formy jest występowanie jej w strefie przejściowej pomiędzy łagodnie nachyloną powierzchnią poziomu wierzchowinowego (od W) i stromym zboczem głęboko wciętej dolinki (od NE). W związku z tym werteb ten cechuje wyraźna asymetria: zbocza od strony poziomu wierzchowinowego są wyższe i bardziej strome (do 10°) niż zbocza od strony dolinki (około 5—6°) (ryc. 11). Jest to forma o kształcie eliptycznym — wyraźnie wydłużona w jednym kierunku. Dno lekko wklęsłe i niezbyt wyraźnie oddzielone od zboczy; długość osi dłuższej dna wynosi około 20 m, a osi krótszej około 10 m. Najniższy punkt na linii grzbietowej otaczającej zagłębienie wznosi się do około 1,4 m ponad poziom dna. Na grzbiecie oddzielającym werteb od stromego zbocza dolinki (od NE) znajduje się małe, drugorzędne zagłębienie (średnica kilka metrów i głębokość kilka decymetrów).

Ze względu na małe rozmiary zlewni wertebu (zaledwie około 0,5 ha) gromadzi się w nim na wiosnę stosunkowo mała ilość wody, tak że w ostatnich latach możliwe było zaoranie nawet dna zagłębienia³⁰⁾.

Wkopy dla pobrania próbek — podobnie jak i w Ożarowie — wykonano na dnie wertebu oraz przy linii grzbietowej otaczającej zagłębienie.

²⁹⁾ Do badań szczegółowych wybrano celowo werteb położony peryferycznie, mając na uwadze prawdopodobieństwo wystąpienia osobliwych cech w rozwoju form wertebowych.

³⁰⁾ Z informacji mieszkającego w bezpośrednim sąsiedztwie wertebu ob. Szali wynikało, że jeszcze przed kilkudziesięciu laty cały przyległy obszar użytkowany był jako poleśne, porośłe krzakami pastwisko. Przez większą część roku zagłębienie było wypełnione wówczas wodą tak, że dla zabezpieczenia przed przypadkami tonięcia bydła zatapiano w wodzie całe krzewy specjalnie wycinane w tym celu



Ryc. 11.

Szkic hipsometryczny i przekroje badanego wertebu (rodzaju wymoków) w Wisłowcu.
Hipsometrische Skizze und Profil der untersuchten Pfannensenke in Wisłowiec.

I. Wkop na dnie wertebu (głębokość wkopu 2,0 m).

- a) 0—0,4 m. Warstwa humusowa namyta: materiał pylasty o za barwieniu szarym z odcieniem brunatnawo-żółtawym; dolna

granica warstwy wyraźna. Zwięzłość materiału słaba. Z kwasem solnym nie reaguje.

- b) 0,4—1,0 m. Gleba „in situ”. Ogólne zabarwienie w stropowej części ciemnoszare (prawie czarne). W tej części warstwy zwraca uwagę obecność znacznej ilości korzeni (szczególnie w stropie) i kanalików zwierzęcego pochodzenia. Ścianki dużych por pokryte rdzawymi strąceniami tlenków żelaza. W części spągowej zabarwienie wyraźnie jaśniejsze; zaznaczają się tutaj drobne smugi o zabarwieniu szarym i szaro-żółtawym. Poziome smugi miejscami wyraźnie nieregularnie powyginane. Materiał zwięzły — stawiający znaczny opór przy kopaniu. Z kwasem solnym nie reaguje.
- c) 1,0—2,0 m. Less zgliniony. Ogólne zabarwienie brunatno-żółtawe; w całej odsłoniętej części warstwy zaznaczają się wyraźnie plamy ciemniejsze i jaśniejsze. Ciemnobrunatne drobnitkie konkrety (manganowo-żelaziste?) występują w dość dużych ilościach podobnie jak i w Ożarowie. Na dwu przeciwnych ścianach wkopu można było prześledzić pionowo skierowane smugi zwężające się ku dołowi i wyglądające pozornie jak ślad po wiązce cienkich korzeni. Smugi te, w stropie rozszerzające się, przechodziły stopniowo w warstwę nadległą. Środkiem smug przebiegała pajęczynowata siatka „nitek” ciemnoszarych, występujących na tle szarym (jasnoszarym) z odcieniem żółtawym. Obie smugi przeciwnych ścian wkopu połączone były podobną smugą, która biegła w poprzek dna wkopu. Charakter smug i ich przebieg nasuwał przypuszczenie, że powstały one w wyniku procesu przenikania wody — niosącej ze sobą substancję humusową (ciemnoszare pajęczynowate nitki) z warstwy nadległej i równocześnie bieliącej substancję warstwy opisywanej — w pionową szczelinę przecinającą warstwę lessu zglinionego. Zwięzłość materiału znaczna — szczególnie w stropowej części warstwy. Z kwasem solnym nie reaguje.

Na dnie wkopu wykonano wiercenie do głębokości 4,8 m. W wierceniu stwierdzono występowanie lessu zglinionego (o zabarwieniu brunatno-żółtawym z plamami ciemniejszymi i jaśniejszymi) do głębokości 4,2 m. W poziomie od 4,2 do 4,5 m występował utwór pylasty

o zabarwieniu szaro-niebieskawym (procesy glejowe?) z żółtawo-rdzawymi plamami, a od 4,5 do 4,8 utwor ilasty o zabarwieniu siwym przewarstwiony żółtymi i rdzawymi piaskami³¹). Od poziomu około 4,0 m zaznaczył się wyraźny wzrost wilgotności. W całym profilu wiercenia nie stwierdzono obecności węglanu wapnia.

Próbki do badań laboratoryjnych pobrano z poziomów:
1) 0,60—0,65 m, 2) 1,20—1,25 m i 3) 2,00—2,05 m.

II. Wkop na grzbiecie zamykającym werteb od płn.-zach. (głębokość wkopu 2,0 m).

Wkop ten wykonano w odległości 28 m na W od wkopu pierwszego, w punkcie wzniesionym 3,9 m ponad poziom dna wertebu.

a) 0—0,35 m. Warstwa humusowa gleby uprawnej; materiał pylasty o zabarwieniu szarym z odcieniem brunatnawym. Z kwasem solnym nie reaguje.

b) 0,35—1,5 m. Less zgliniony (odwapniony). Ogólne zabarwienie w stropowej części szaro-brunatne z ciemnymi i jasnymi plamami. W spągowej części zabarwienie stopniowo coraz jaśniejsze — przechodzące w żółto-szare, typowe dla lessu niezwiętrzałego. Ciemnobrunatne, drobne konkracje w całej warstwie. Zwięzłość znaczna w stropowej części. Z kwasem solnym nie reaguje.

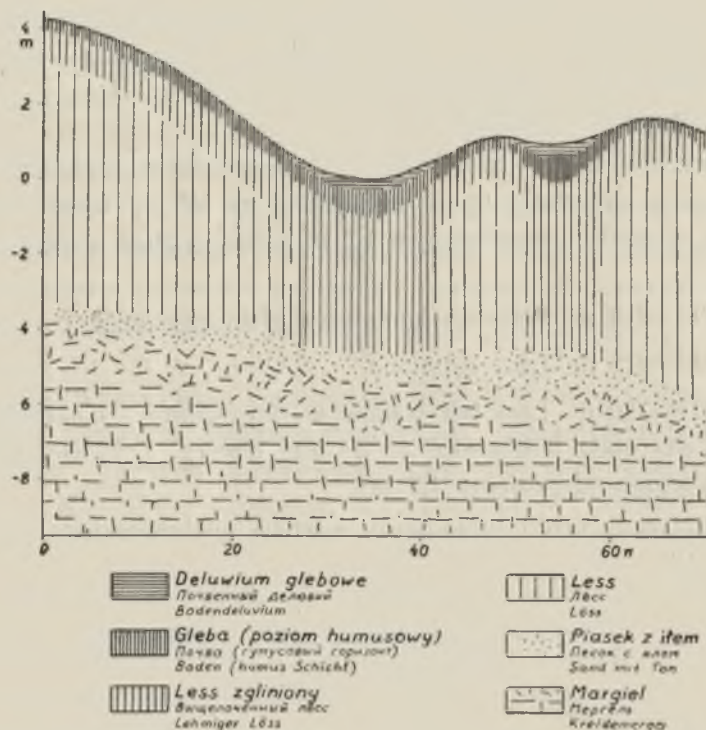
c) 1,5—2,0 m. Less bez śladów warstwowania. Ogólne zabarwienie żółto-szare. Ciemnobrunatne, drobne konkracje występują w większych ilościach niż w warstwie nadległej. Przy samym dnie wkopu (1,8—2,0 m) występują rdzawe „zacieki” niewielkich rozmiarów (do 1 cm średnicy). Zwięzłość wyraźnie mniejsza niż w części stropowej warstwy nadległej. Z kwasem solnym reaguje od poziomu 1,6 m.

Wiercenie, wykonane na dnie wkopu do głębokości 4,8 m, nie wykazało poważniejszych zmian w warstwie lessu niezwiętrzałego. Z głębokością wzrastało nieznacznie natężenie żółtego odcienia za-

³¹) Z informacji wspomnianego w poprzednim odsyłaczu ob. Sz a l i wynikało, że przy kopaniu studni w jego zagrodzie przebito (na głębokości 7—8 m) pomiędzy „gliną” (lessem) i „kamieniem” (marglem) cienką warstwę „siwego ilu” z rdzawym poziomem. Można więc przypuszczać, że wiercenie, wykonane na dnie wkopu, sięgnęło w bezpośrednie sąsiedztwo powierzchni stropowej margla wieku kredowego.

barwienia. W poziomie od 2,5 do 4,0 m wilgotność mniejsza niż w dolnej części wkopu; wyraźny wzrost wilgotności zaznaczył się od 4,5 m. Reakcja z kwasem solnym nieco silniejsza niż na dnie wkopu

Próbki do badań laboratoryjnych pobrano z poziomów: 1) 0,60—0,65 m i 2) 2,00—2,05 m.



Ryc. 12.

Przekrój litologiczny, wykonany wzdłuż linii CD (vide ryc. 11), badanego warteby (rodzaju wymoków) w Wisławcu.

Litologisches Profil durchgeführt längs der Linie CD (siehe Abb. 11) der untersuchten Pfannensenke in Wislawiec.

Wiercenia świdrem ręcznym (do głębokości 3,0 m) wykonane zostały także i poza wkopami, na grzbiecie zamykającym warteby od strony płn.-wsch. Opis dwu wierceń (jedno w środku małego, drugorzędnego zagłębienia i drugie poza tym zagłębieniem) podajemy niżej.

Wiercenie Nr 1 — w środku małego, drugorzędnego zagłębienia — wykonane w odległości 21 m w kierunku na ENE od wkopu na dnie

wertebu, w punkcie wzniesionym 0,8 m ponad poziom wspomnianego wkopu:

- a) 0—0,4 m. Warstwa humusowa namyta.
- b) 0,4—0,9 m. Gleba „in situ“.
- c) 0,9—3,0 m. Less zgliniony; w dolnej części otworu zabarwienie dość jednolite — w niektórych poziomach podobne do zabarwienia lessu niezwięzłego. Wilgotność niewielka, wzrastająca wyraźniej dopiero od poziomu 2,4 m. Z kwasem solnym nie reaguje.

Wiercenie Nr 2 — poza małym, drugorzędnym zagłębieniem — wykonano w odległości 18 m w kierunku na NE od wkopu na dnie wertebu, w punkcie wzniesionym 1,2 m ponad poziom wspomnianego wkopu:

- a) 0 —0,3 m. Warstwa humusowa gleby uprawnej.
- b) 0,3—0,9 m. Less zgliniony.
- c) 0,9—3,0 m. Less bez śladów warstwowania. Charakterystyczna mała wilgotność aż do dna otworu. Z kwasem solnym reaguje od poziomu 1,2 m.

Syntetyczny profil litologiczny wertebu wiślowieckiego przedstawia ryc. 12.

c. Zestawienie wyników badań terenowych w Ożarowie i Wiślowcu

Przedstawione wyżej profile litologiczne wkopów i wierceń świadczą o istnieniu daleko zaawansowanych zmian diagenetycznych osadów lessowych w obrębie wertebów. Wprawdzie zmiany takie zaznaczają się w profilach lessowych wyraźnie i poza wertebami (obecność lessu zglinionego), jednakże zasięg ich jest niewielki (nie przekracza zwykle 1,5 m). W obrębie wertebów natomiast procesem diagenetyzacji objęta jest pokrywa lessowa w całej swojej miąższości (przynajmniej w przypadku wertebu wiślowieckiego). Ponieważ fakt ten stwierdzono wierceniami sięgającymi maksymalnie tylko do 5,3 m, więc można mieć jedynie wątpliwości czy twierdzenie takie odnosi się do grubych pokryw lessowych. Wydaje się jednak, że w przypadku dużych wertebów — gromadzących odpowiednie ilości wody — zmiany

te zaznaczają się niewątpliwie w całej miąższości najgrubszych nawet pokryw lessowych ³²⁾.

Zmiany w pokrywach lessowych pod wertebami wyraziły się przede wszystkim przez zupełne usunięcie z całego profilu najbardziej podatnej na ługowanie części składowej lessów, tzn. węgłanu wapnia.

Bardzo wyraźne są także ślady „uruchomienia” żelaza. Pierwiaszek ten, w niezwiędzających lessach wchodzący w skład glinokrzemianów, pod wpływem procesów wietrzenia w obecności tlenu, wody i materii organicznej (choćby tylko w postaci mikroorganizmów), tworzy wodorotlenki żelazowe nadające skale brunatnawe zabarwienie tzw. lessu zglinionego.

Obecność jasnych plam (szaro-żółtawych) lub smug w obrębie poziomów humusowych i lessu zglinionego dowodzi, że proces ługowania zaczyna wkraczać w stadium bielcowe. W żadnym jednakże z profili nie stwierdzono wyraźnego poziomu bielcowego; najwyraźniej zaznaczał się on w warstwie „b” dennego profilu wertebu wiśowieckiego. Wskaźnikami bielcowania mogą być także drobne, ciemno-brunatne konkrecje żelazisto-manganowe, charakterystyczne przede wszystkim dla gleb bielcowych oraz dla tzw. czarnych ziem (46, str. 173—174). Konkrecje te występują w profilach dennych w nieco większych ilościach niż w profilach z poza dna wertebów.

Obecność wodorotlenków żelazowych (z trójwartościowym żelazem) oraz konkrecji żelazisto-manganowych dowodzi, że pokrywa lessowa w obrębie wertebów (przynajmniej stropowa jej część) podlegała procesom diagenetycznym w warunkach „tlenowych” (przy dostatecznej ilości wolnego tlenu). Z tego stwierdzenia wypływają jeszcze dalsze — ważne z punktu widzenia naszych rozważań — wnioski, a mianowicie, że pokrywa lessowa w strefie dennej wymoków tworzyła środowisko przewietrzane, a więc nie nasycone wodą (przynajmniej okresowo). Przemawia za tym także fakt słabego rozwoju procesów glejowych, po których pozostały tylko nieznaczące ślady. Jak wiadomo procesy glejowe rozwijają się w środowisku bagiennym — przy peł-

³²⁾ F. P. Sawariński w „Gidrogeologiczeskom oczerkie Zawółża” podaje opis wierceń wykonanych w związku z badaniami limanów (zagłębienia typu stepowych bludiec), z którego wynika, że gips, występujący poza limanami na głębokości 20—25 m, w obrębie dna limanu został zupełnie wylugowany. W obrębie dna limanu występowała woda słodka do głębokości 33,5 m, podczas gdy poza limanem tuż pod powierzchnią topograficzną występowała woda słona (58, str. 90).

nym nawodnieniu; mikroorganizmy, żyjące w takim środowisku z niedostateczną ilością wolnego tlenu, pobierają tlen ze związków bogatych w ten pierwiastek. W ten sposób właśnie trójtlenek żelaza pozbawiony zostaje jednego atomu tlenu, przy czym zmienia się jego barwa z rdzawej na niebieskawą (typową dla gleju). Z opisu profili wkopów wiemy, że w czasie badań terenowych nie stwierdzono obecności wyraźnego poziomu o takim zabarwieniu (może z wyjątkiem poziomu na głębokości 4,2—4,5 m pod dnem wertebu wisłowieckiego).

Charakterystyczną cechą „dennych” profili litologicznych wertebów jest obecność powierzchniowych warstw materiału namytego, pochodzącego ze zboczy zagłębień. Dowodów na istnienie procesów deluwialnych (zmywów zboczowych) w obrębie wertebów dostarczają także niektóre profile zboczowe (np. profil wkopu Nr II w Ożarowie i wiercenia Nr 2 w Wisłowcu), które robią wrażenie wyraźnie „skröconych” przez procesy zmywne. Obecność powierzchniowych warstw materiału posiadającego cechy produktów namytych ze zboczy stwierdzono także na dnie innych wertebów (raczej małych, bo o wymiarach rzędu kilku-kilkunastu metrów) w Budach Dzierżyńskich, Łopatkach, Majdanie Sitanieckim, Ożarowie i Wisłowcu. Grubość warstwy namytej wahała się w granicach od 0,3 do 0,8 m. Stwierdzone w ten sposób procesy denudacji zboczy (akumulacji zdenudowanego materiału na dnie) wertebów należą do najmłodszych procesów przekształcających pokrywę lessową w obrębie omawianych form rzeźby. Procesy te rozwinęły się dopiero po zaoraniu karczunków leśnych; wykazały to badania Żółcińskiego, prowadzone przede wszystkim w obszarach lasostępu (70). Stwierdził on mianowicie, że stepowe bludca („muldy” według terminologii Żółcińskiego) w obrębie pól ornych mają znacznie grubszą warstwę humusową na dnie niż na zboczach; natomiast identyczne formy występujące w lesie mają warstwę humusową mniej więcej takiej samej grubości na zboczach i na dnie (70, str. 257—265).

W następstwie rozwoju procesów deluwialnych wertebę „wypełniają się” stopniowo i nieuchronnie. O zjawisku tym musimy pamiętać przy ocenie pierwotnej głębokości wertebów. Zjawisko wypełniania wertebów powoduje także i to, że gleba macierzysta dna wertebów zaoranych jest obecnie w pewnym sensie glebą kopalną.

Gleby macierzyste (gleby „in situ“) dna badanych wertebów cechuje duże zróżnicowanie charakteru oraz miąższości warstwy humusowej. W profilach ożarowskich (wkop Nr I i wiercenie Nr 1) warstwa humusowa wykształcona jest słabo — miąższość jej wynosi zaledwie 0,1—0,2 m. Szaro-brunatne (a nawet bardziej brunatne niż szare na dnie głównego wertebu) zabarwienie tej warstwy wskazuje na niewielką rolę substancji organicznej w procesie glebotwórczym. Opierając się na opracowanym przez J. Tomaszewskiego (64, str. 11) schemacie klasyfikacji gleb nalessowych Wyżyny Lubelskiej, należałoby glebę taką określić mianem „szarobrunatnej“ (a nawet może „brunatnej“) gleby leśnej. Według wspomnianego autora gleba taka powstaje z pierwotnej nalessowej gleby brunatnej³³⁾ w środowisku leśnym ze słabo rozwiniętym runem trawiasto-zielnym. Natomiast w profilach wisłowieckich (wkop Nr I i wiercenie Nr 1) warstwa humusowa ma cechy dobrze wykształconej — miąższość jej wynosi (jeśli odliczymy spągowe, słabiej shumifikowane i zbielicowane poziomy warstw „b“ wspomnianych wyżej profili) 0,3—0,4 m. Ciemnoszare zabarwienie tej warstwy wskazuje na poważny udział w jej składzie substancji humusowej. Jeśli zechcemy określić tę glebę według schematu Tomaszewskiego, to musimy ją traktować jako dobrze rozwiniętą (głęboką), leśną glebę szarobrunatną (powstałą w lesie z bogatym runem trawiasto-zielnym) albo raczej jako ciemnoszarą glebę (powstałą na śródleśnej polanie łąkowej) znajdującą się w początkowym stadium degradacji.

Zupełnie podobne profile glebowe (albo typu ożarowskiego, albo wisłowieckiego) stwierdzano przy pomocy wierceń także i w innych

³³⁾ Według Tomaszewskiego (64) pierwotna gleba brunatna powstaje na lessach w pierwszym stadium rozwoju procesu glebotwórczego. Rozwój tego procesu w obszarach lessowych Wyżyny Lubelskiej, według poglądów wyżej wymienionego autora, przedstawiał się następująco:

Wzrost wilgotności (zmiany klimatyczne) w środowisku, w którym odbywała się akumulacja pyłu lessowego, spowodował zahamowanie procesu akumulacji tego pyłu oraz rozwój procesów diagenetycznych w lessach. Procesy te w pierwszym stadium prowadziły — ze względu na małą rolę materii organicznej w ich rozwoju — do „brunatnienia“ powierzchniowych części pokryw lessowych. Dopiero w miarę rozwijania się na tej pierwotnej glebie bujniejszej szaty roślinnej powstawały w pełni już wykształcone gleby brunatne, szarobrunatne i bielicowe (w środowisku leśnym) oraz ciemnoszare i czarne ziemie (w środowisku stepowo-łąkowym). Dalsza ewolucja gleb nalessowych, przebiegająca w różnych warunkach bioekologicznych, doprowadziła do jeszcze większego zróżnicowania pokrywy glebowej, w związku z czym wykształciły się odmiany gleb degradowanych i — w ostatnim okresie rozwoju — gleb upranych.

wertebach rodzaju wymoków. W żadnym z badanych wertebów lessowych (występujących na wyższych — ponad terasą nadzalewową — poziomach Wyżyny Lubelskiej) nie stwierdzono występowania osadów organogenicznych (typu torfowego). Brak tych osadów w zestawieniu z obserwacjami wymoków wypełnionych wodą może wydawać się pewnego rodzaju niespodzianką. Jednakże cała, przeprowadzona wyżej, analiza geologiczno-gleboznawcza profili pokryw lessowych w obrębie wymoków wskazuje na to, że w warunkach naturalnych (pierwotnych) wertebry poziomów wierzchowinowych i wododzielnych istniały w środowisku z szatą roślinną leśną. W pewnych przypadkach w obrębie samych wertebów mogła występować roślinność o charakterze łąkowym, ale prawdopodobnie nie bagiennym. Jest to jeszcze jeden dowód na wysunięte wyżej twierdzenie, że wertebry rodzaju wymoków w warunkach naturalnych nie były wypełnione stałą wodą; woda mogła występować w nich tylko okresowo.

d. Wyniki badań laboratoryjnych ³⁴⁾

Jak już wyżej podkreślano, badania laboratoryjne przeprowadzone zostały z myślą uzyskania danych, które pozwoliłyby bliżej określić (ilościowo) rozmiary procesów morfogenetycznych stwierdzonych badaniami terenowymi.

Ze względu na to, że w hipotezie roboczej zwrócono uwagę na proces ługowania węglanu wapnia oraz zmiany strukturalno-teksturalne, jako czynniki powodujące zmniejszenie objętości (i miąższości) pokrywy lessowej, należało przede wszystkim przeprowadzić badanie zawartości węglanu wapnia i składu granularnego. Analizę zawartości węglanu wapnia przeprowadzono metodą *P a s s o n a*, a składu granularnego metodą *C a s a g r a n d e - P r ó s z y ń s k i e g o*. Wyniki tych analiz zestawiono w tabeli I.

Z liczb podanych w tabeli I wynika, że procesem ługowania węglanu wapnia w obrębie wertebów objęte było około 10% masy pokrywy

³⁴⁾ Wszystkie analizy laboratoryjne wykonane zostały w Zakładzie Gleboznawstwa UMCS, dlatego też korzystam obecnie ze sposobności złożenia serdecznego podziękowania kierownikowi tego Zakładu, prof. dr. B. Dobrzańskiemu, za udostępnienie odpowiedniej aparatury. Tą drogą chciałbym także przekazać wyrazy wdzięczności Kolegom Asystentom tego Zakładu — a szczególnie mgr inż. S. Zawadzkiemu — za udzieloną mi pomoc, a mgr. inż. K. Orzechowskiej za wykonanie analiz.

Tabela I.

Zawartość węgla wapnia i skład granulacyjny próbek pobranych z wkopów wykonanych w wertebach w Ożarowie i Wiślowcu.

Miejscowość	Polożenie wkopu, z którego pobrano próbki	Poziom. z którego pobrano próbki. Głębokość w m	Zawartość CaCO_3 w % wagowych *)	Skład granulacyjny w % **, Średnica ziarn w mm:					
				1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	poniżej 0,002
O Ż A R O W	I. Na dnie wertebu	1. 0,50-0,55	—	3	12	41	23	7	14
		2. 1,00-1,05	—	3	10	45	21	5	16
		3. 2,30-2,35	—	1	10	54	20	2	13
	II. Poza dnem wertebu	1. 0,50-0,55	—	1	10	40	22	4	23
		2. 2,00-2,05	10,5	3	13	47	22	3	12
W I Ś L O W I E C	I. Na dnie wertebu	1. 0,60-0,65	—	2	15	47	19	3	14
		2. 1,20-1,25	—	2	11	46	19	4	18
		3. 2,00-2,05	—	1	15	52	13	5	14
	II. Poza dnem wertebu	1. 0,60-0,65	—	1	11	40	21	5	22
		2. 2,00-2,05	9,5	1	11	51	18	5	14

*) Zawartość CaCO_3 określona metodą Passona.

**) Skład granulacyjny określony metodą Casagrande-Prószyńskiego.

lessowej³⁵⁾. Stwierdzenie takie jest równoznaczne ze stwierdzeniem zmniejszenia miąższości pokrywy lessowej o podobny odsetek (o ile objętość por skalnych pozostałaby przy tym bez zmian). Czy usunięcie tak znacznej części składowej lessu mogło pozostać bez wpływu na skład granularny skały? Z porównania odpowiednich liczb wynika, że skład granularny lessu wapnistego poza wertebami jest mniej więcej taki sam, jak i lessu zglinionego w obszarze dna wertebów. Jednakże z porównania tego nie można wyciągać wniosku, iż ługowanie węgla wapnia nie powoduje zmian składu granularnego. Wyraźne różnice odsetka frakcji koloidalnej (przede wszystkim) w próbce lessu zglinionego i lessu niezwiertzałego (wapnistego) z wkopów poza dnem wertebów, pozwalają przypuszczać, że ługowaniu węgla wapnia towarzyszy „rozdrobnienie” ziarn pyłu lessowego. Rozdrobnienie to mogło nastąpić jedynie w następstwie rozpadu agregatów składających się z koloidalnych cząstek skoagulowanych węglanem wapnia. Wobec tego można przypuszczać, iż w lessie zglinionym pod dnem wertebów nastąpiły — po wylugowaniu węgla wapnia — zmiany składu granularnego, które, wyraziły się głównie zmniejszeniem ilości cząstek koloidalnych.

Należałoby jeszcze zastanowić się, jakie przyczyny mogły spowodować wtórne zmniejszenie odsetka frakcji koloidalnej lessu zglinionego pod dnem wertebów. Wydaje się, że zjawiska tego nie można tłumaczyć: 1) różnicowaniem ilości agregatów w pokrywie lessowej (musielibyśmy wówczas przyjąć, że w obrębie wertebów agregatów tych było mniej, co wydaje się mało prawdopodobne), 2) różnicowaniem stopnia zaawansowania peptyzacji agregatów (zaawansowanie to bowiem powinno być większe pod dnem wertebów), 3) ponowną koagulacją (brak jest odpowiedniego koagulatora). Najbardziej prawdopodobne wydaje się tłumaczenie tego zjawiska mechanicznym wypłukiwaniem cząstek koloidalnych przez wodę. W obrębie wertebów istnieją warunki dla rozwoju takiego procesu. O istnieniu tych warunków decydują następujące czynniki: a) zstępujący ruch wody wsiąkającej w pokrywę lessową w ilościach znacznie większych niż poza wertebami i b) właściwości lessów, tj. znaczna porowatość i spękania pionowe (ten

³⁵⁾ Ze względu na to, że w wertebie ożarowskim nie przewiercono całej pokrywy lessowej, można mieć pewne wątpliwości czy rzeczywiście węglan wapnia został całkowicie usunięty poza obręb tej pokrywy. Mogła bowiem nastąpić koncentracja tego związku w spągowej części osadów lessowych.

drugi czynnik występuje zresztą w wyższym stopniu w lessach niezglinionych, czyli poza wertebami). Na razie poprzestajemy na tych uwagach, ponieważ do zagadnienia prawdopodobieństwa rozwoju procesu wypłukiwania cząstek koloidalnych w obrębie wertebów powrócimy jeszcze niżej.

Przechodzimy z kolei do omówienia wyników analiz kapilarnej pojemności wodnej i porowatości próbek o nienaruszonej teksturze poabranych przy pomocy pierścieni Kopeck'y'e'go. Analizy te przeprowadzone zostały dla stwierdzenia oraz ilościowego określenia, zakładanego w hipotezie roboczej, zjawiska „osiadania“ lessów w następstwie ługowania węglanu wapnia. Wyniki analiz przedstawia tabela II.

Przy przeglądaniu liczb tabeli II nasuwają się pewne uwagi natury ogólnej, a mianowicie:

- 1) próbki pochodzące z tego samego poziomu, mogą wykazywać dość duże różnice objętości wody kapilarnej i por (różnice te mogą dochodzić do około $\frac{1}{10}$ objętości wody kapilarnej i do około $\frac{1}{13}$ objętości por);
- 2) różnice pomiędzy próbkami z różnych poziomów nie zawsze są wyraźne, a w ogóle nie są zbyt duże (jeśli pominiemy poziom „I“ z dna wertebów — jako poziom materiału namytęgo — to różnice te dochodzą do około $\frac{1}{4}$ objętości wody kapilarnej i do około $\frac{1}{6}$ objętości por).

Jeśli ktoś osobiście, kopiąc łopatą, stwierdził duże różnice zwiększości poszczególnych poziomów, to różnice porowatości istniejące pomiędzy tymi poziomami oceni jako małe. Te względnie duże różnice badanych współczynników pomiędzy próbkami z tego samego poziomu oraz względnie małe różnice pomiędzy próbkami z różnych poziomów, należałoby tłumaczyć różnymi przyczynami w pewnym sensie przypadkowymi (czynnikami pochodzącymi z zewnątrz i nie mającymi nic wspólnego z właściwościami samej skały). Do przyczyn tych należy zaliczyć przede wszystkim obecność korzeni, kanalików po korzeniach, por pochodzenia zwierzęcego (różne korytarze i chodniki) i in. Czynniki te występują przede wszystkim w stropowych częściach pokrywy lessowej, przyczyniając się do zwiększenia objętości por. Dlatego też przy małej porowatości „strukturalnej“ (uwarunkowanej strukturą skały), a więc dużej zwiększości skały, może ona wykazywać stosunkowo dużą

Tabela II.

Współczynniki kapilarnej pojemności wodnej i porowatości próbek o nienaruszonej teksturze pobranych z wkopów wykonanych w wertebach w Ożarowie i Wiśloczu.

Miejscowość	Położenie wkopu, z którego pobrano próbki	Poziom, z którego pobrano próbki. Głębokość w m	Próbka *)	Ciężar objętościowy w g/cm ³	Ciężar właściwy w g/cm ³	Współczynnik kapilarnej pojemności wodnej w % wag.	Współczynnik porowatości w % wag.
O Ż A R Ó W	I. Na dnie wertebu	1. 0,50—0,55	1	1,45	2,63	28,10	44,86
			2	1,38	2,64	30,34	47,72
			3	1,36	2,64	30,69	48,48
			S	1,40	2,64	29,71	47,02
		2. 1,00—1,05	1	1,70	2,65	20,81	35,84
			2	1,64	2,67	22,06	38,57
			3	1,70	2,66	20,02	36,08
			S	1,68	2,66	20,96	36,84
		3. 2,30—2,35	1	1,55	2,65	24,13	41,50
			2	1,57	2,65	23,98	40,75
			3	1,64	2,66	22,39	38,34
			S	1,59	2,65	23,50	40,21
W I Ś Ł O W I E C	I. Na dnie wertebu	1. 0,60—0,65	1	1,49	2,67	24,66	44,19
			2	1,52	2,67	23,52	43,07
			S	1,51	2,67	24,09	43,63
		2. 2,00—2,05	1	1,51	2,66	26,75	43,23
			2	1,51	2,68	26,58	43,65
			3	1,52	2,68	27,30	43,20
			S	1,51	2,67	26,88	43,39
	II. Poza dnem wertebu	1. 0,60—0,65	1	1,46	2,64	27,54	44,69
			2	1,46	2,64	26,87	44,69
			3	1,45	2,64	28,38	45,06
			S	1,46	2,64	27,60	44,82
		2. 1,20—1,25	1	1,66	2,67	21,50	37,82
			2	1,67	2,64	22,99	36,74
			3	1,70	2,65	21,16	35,84
			S	1,68	2,65	21,88	36,81
		3. 2,00—2,05	1	1,67	2,64	22,34	36,74
			2	1,69	2,66	21,40	36,46
			3	1,69	2,63	21,70	35,74
			S	1,68	2,64	21,81	36,32
	II. Poza dnem wertebu	1. 0,60—0,65	1	1,57	2,66	22,31	40,97
			2	1,59	2,64	22,93	39,77
			3	1,58	2,67	24,92	40,82
			S	1,58	2,66	23,39	40,52
		2. 2,00—2,05	1	1,49	2,65	28,92	43,77
			2	1,47	2,66	30,80	44,73
			3	1,53	2,65	28,36	42,26
			S	1,50	2,65	29,36	43,60

*) 1, 2, 3 — numery kolejne próbek pobranych z danego poziomu.

*) S — średnia z wyników analiz trzech (dwóch) próbek.

porowatość ogólną (na którą składa się obok porowatości „strukturalnej” także porowatość „przypadkowa”).

Po tych uwagach wstępnych łatwiej będzie zrozumieć, dlaczego np. współczynnik porowatości zwięzłej warstwy lessu zglinionego może być nawet większy od takiegoż współczynnika w mniej zwięzłym i w tym samym profilu występującym poziomie lessu „węglanowego” (wkop Nr II przy wertebie ożarowskim).

Porównanie badanych wskaźników lessu „bezwęglanowego” (zglinionego) w obszarze dna wertebów i lessu „węglanowego” z poza wertebów wskazuje wyraźnie na to, że ługowaniu wapnia towarzyszy zmniejszenie kapilarnej pojemności wodnej i porowatości. Dla dalszych naszych rozważań szczególnie ważne jest nie tyle samo stwierdzenie tego faktu, ile określenie ilościowe tych zjawisk, a przede wszystkim zmian porowatości (będzie to bowiem równoznaczne z określeniem rozmiarów zmniejszenia miąższości pokrywy lessowej). Na podstawie wyników analiz laboratoryjnych stwierdzamy więc, że porowatość lessów w obrębie wertebów zmniejszyła się prawdopodobnie o 3,2—6,5% (werteb ożarowski), względnie o 6,8—7,3% (werteb wiśłowiecki).

Warto jeszcze zwrócić uwagę na dużą kapilarną pojemność wodną i porowatość próbek poziomu „1” z dna obu wertebów. Próbki te pobrane były z powierzchniowych warstw materiału, który określono — przy interpretacji profili dennych — jako namyty ze zboczy wertebu (z podkreśleniem pewnych wątpliwości odnośnie genezy tej warstwy w przypadku wertebu ożarowskiego). Wydaje się, że wyniki omawianych tutaj analiz laboratoryjnych dobrze świadczą o „obcości” tych warstw w stosunku do niższych — „miejscowych” części profili.

3. Procesy morfogenetyczne wertebów (rodzaju wymoków) poziomów wierzchwinowych i wododziałowych

a. Suffozja chemiczna jako podstawowy proces morfogenetyczny wertebów rodzaju wymoków.

Badania szczegółowe wykazały, że wymoki poziomów wierzchwinowych rozwijają się w wyniku działania procesów warunkowanych dużą wilgotnością i infiltracją wód atmosferycznych w obrębie dna tych form. Procesy te powodują diagenetyczne zmiany pokrywy lessowej

pod dnem wertebrów, wyrażające się przede wszystkim „osiadaniem“ lessu (zmniejszaniem miąższości pokrywy lessowej). Osiadanie jest bezpośrednim następstwem: 1) ubytku masy skalnej (ługowania węglanu wapnia) i 2) zmniejszenia objętości por skalnych. Istota zjawiska ubytku masy skalnej (ługowania) jest dobrze znana i nie wymaga wyjaśnień. Należałoby tylko bliżej scharakteryzować zjawisko zmniejszania porowatości, które z geomorfologicznego punktu widzenia na ogół mało jest znane.

Zmiany porowatości lessów związane są z ogólnymi zmianami strukturalno-teksturalnymi, jakie zachodzą w tych skałach pod wpływem działania wody.

Lessy charakteryzują się pewną określoną spójnością (pomimo że zaliczane są do skał luźnych), którą zawdzięczają obecności znacznej ilości cząstek koloidalnych i (przede wszystkim!) węglanu wapnia. Węglan wapnia występuje w lessach nie tylko w postaci okruchów i kryształów kalcytu, ale także i w charakterze lepiszcza; cementującego poszczególne elementy strukturalne oraz koagulatora agregatów składających się z najdrobniejszych cząsteczek skalnych (6, str. 31; 61, str. 74—76; 65, str. 255—256). Dzięki obecności tego lepiszcza osady lessowe mogą przez długi czas (po uformowaniu się skały) zachowywać swoją pierwotną dużą porowatość. Może to mieć jednak miejsce zasadniczo tylko w warunkach suchego klimatu. W klimacie wilgotnym, równoległe ze wzrostem ilości wody w skale, następuje zmniejszanie porowatości w wyniku działania wody neutralizującej niejako cementujące właściwości węglanu wapnia.

O zjawiskach zmniejszania porowatości (osiadania) lessów w następstwie wzrostu wilgotności pisał ostatnio N. J. Dienisow, który w pracy pt. „Stroitielnyje svojstwa lessa i lessowidnych suglinkow“ (6) podsumował wyniki badań prowadzonych w Z.S.R.R. od 25 lat. Zjawiska osiadania lessów, o których pisze Dienisow, „...są to szybko i bardzo nierównomiernie przebiegające procesy zagęszczania cząstek skalnych (samouplotnienija porod), ...przy wzroście wilgotności...“. „Osiadanie w kanałach często rozwija się już w kilka dni po wypełnieniu kanału wodą. Uzewnętrznia się ono przez stopniowe obniżanie się dna kanału i jego zboczy, przy czym powstają schodkowate terasy osiadania, porozdzielane szczelinami“

(6, str. 19) ³⁶⁾. Jednakże „Osiedaniu ziemi przy kanałach nie zawsze towarzyszy powstawanie szczelin na powierzchni“ (6, str. 22). Dienisow podkreśla, iż „Niegdyś przypuszczano, że zmiany te sprowadzają się do ługowania soli, wypłukiwania drobnych cząstek itp. Jednak badania terenowe i laboratoryjne nie potwierdziły słuszności takich założeń“ (6, str. 27). Szybkość rozwoju zjawiska (w warunkach polowych i laboratoryjnych) ma być dowodem na to, że osiadanie zachodzi jeszcze przed usunięciem (wylugowaniem) z lessów cementującego lepiszcza. Według Dienisowa główną rolę w rozwoju zjawiska grają „procesy rozsadzania cementującego lepiszcza (tzn. w przypadku naszych lessów przede wszystkim węglanu wapnia — nawias mój, H. M.) przez cienkie błonki wody przenikającej w jego mikroszczeliny“ (6, str. 60). Nie wyklucza on rozpuszczającego (cementującego lepiszcze) działania wody, ale uważa jednak, że „Procesy ługowania, rozwijające się po zjawisku rozsadzającego działania (raskliniwajuszczonego diejstwija) wody, prowadzą do zmniejszenia siły cementujących powiązań (scieplenija uprocznienija) tylko w następstwie stosunkowo długotrwałego działania większej ilości wody“ (6, str. 60) ³⁷⁾. Działanie wody, niszczącej powiązania cementującego lepiszcza, ma charakter procesu fizyczno-chemicznego i chemicznego, a nie mechanicznego; Dienisow wyraźnie to podkreśla (6, str. 60).

Należy zaznaczyć, że zjawiska osiadania opisywane przez Dienisowa rozwijają się tylko w lessach o stosunkowo dużej porowatości. Wspomniany autor podaje, że w następstwie osiadania porowatość zmniejsza się od 48—52% do 38—42%. Niezwietrzale lessy lubelskie na ogół wykazują porowatość rzędu 40—45% (9); możemy wobec tego przyjąć, że ich zdolność do zmniejszania porowatości w następstwie wzrostu wilgotności obecnie jest już niezbyt duża. Tak też jest w przypadku lessów ożarowskich i wiśowieckich. Fakt ten uwarunkowany jest niewątpliwie warunkami hydroklimatycznymi panującymi na Wyżynie Lubelskiej. Nie ulega wątpliwości, że pierwotnie, bezpośrednio po okresie akumulacji, porowatość lessów była większa niż obecnie.

³⁶⁾ Wszystkie cytaty z rozprawy Dienisowa (6) podane są w tłumaczeniu autora niniejszej pracy.

³⁷⁾ Dienisow nie wyjaśnia bliżej czy po zmniejszeniu porowatości (osiedaniu lessów) pod wpływem „raskliniwajuszczonego“ działania wody na cementujące lepiszcze mogą jeszcze zachodzić dalsze jej zmiany (dalsze osiadanie) w następstwie ługowania lepiszcza (węglanu wapnia).

Omówione wyżej procesy morfogenetyczne wertebrów rodzaju wymoków mają charakter procesów chemicznych (fizyczno-chemicznych). Ponieważ powodują one „podkopywanie” (osiadanie) powierzchni pokryw lessowych, więc procesy te możemy określić mianem *suffozji chemicznej*³⁸⁾.

Postaramy się jeszcze określić ilościowo rozmiary osiadania (zmniejszania miąższości) pokrywy lessowej w obrębie wertebrów, celem porównania tych rozmiarów z głębokością wertebrów. Ponieważ miąższość pokrywy lessowej ustalona została dokładniej jedynie w przypadku wertebru wiślowieckiego, więc odpowiednie obliczenia wykonamy przede wszystkim na przykładzie tego wertebru.

Na podstawie wyników analiz chemicznych możemy przyjąć, że pokrywa lessowa w obrębie wertebru wiślowieckiego zawierała pierwotnie około 9,5% węglanu wapnia³⁹⁾. Całkowite wylugowanie tej soli spowodowało więc zmniejszenie masy pokrywy lessowej o około 9,5%. Gdyby przy takim ubytku masy porowatość skały pozostała bez zmian, to byłoby to równoznaczne ze zmniejszeniem się objętości (a więc

³⁸⁾ Autor niniejszej pracy używa terminu „suffozja chemiczna” dla określania zjawisk (i ich następstw) zmniejszania porowatości i lugowania węglanu wapnia ze skał lessowych z całą świadomością, że takie ujęcie może pozostawać w zupełnej sprzeczności ze stanowiskiem wybitnego specjalisty od zagadnień osiadania lessu, jakim jest Dienisow. Zjawiska zmniejszania porowatości lessów określa on wyłącznie mianem „prosadowość lessów”, nie używając w ogóle określenia suffozja chemiczna. Nie wiadomo wobec tego czy Dienisow, podobnie jak i niektórzy inni autorzy radzieccy, wyraźnie wyodrębnia „prosadowość” obok „suffozji”, czy też określenia te traktuje jako synonimiczne. Przykładów pierwszego ujęcia dostarcza np. praca Z a n i n a (69, str. 36—37 i 54); drugie ujęcie w typowej postaci występuje w podręczniku geomorfologii B o n d a r c z u k a (3, str. 206). Bardzo często w różnych ujęciach zakresy obu tych pojęć nie są wyraźnie sprecyzowane i trudno się zorientować, jakie jest stanowisko poszczególnych autorów. Wynika to z tego, że pojęcie „suffozja” nie jest dokładnie ustalone.

Do uporządkowania nazewnictwa omawianych procesów autor przyjął definicję pojęcia „suffozja” (w interpretacji geomorfologicznej) w najogólniejszej postaci: „Suffozja jest to proces morfogenetyczny uwarunkowany działaniem wód podziemnych” (wód infiltrujących w głąb litosfery). Przy takiej definicji tego pojęcia procesy, określane przez D i e n i s o w a mianem „prosadowość”, należy uznać za odmianę suffozji chemicznej. Wydaje się, że z geomorfologicznego punktu widzenia stanowisko takie jest słuszne. Geomorfologa interesuje bowiem przede wszystkim efekt morfogenetyczny działania procesu. W danym przypadku efekt ten najzupełniej sprowadza się do pojęcia „podkopywanie” powierzchni ziemi (49).

³⁹⁾ Założenie takie niewątpliwie zbytnio upraszcza całe zagadnienie, ponieważ przyjmujemy, że średnia zawartość węglanu wapnia w całym profilu pokrywy lessowej była jednakowa i równa zawartości tej soli na dnie wkopu (2 m głębokości) wykonanego poza dnem wertebru.

i miąższości) skały o taki sam odsetek ⁴⁰⁾. Ponieważ jednak równocześnie z procesem ługowania węgla wapnia następuje zmniejszenie objętości por skalnych o około 7% ⁴¹⁾ w stosunku do ogólnej objętości skały, więc musimy przyjąć, iż miąższość pokrywy lessowej zmniejszyła się o dalszych 7%. Tak więc sumaryczny wskaźnik zmniejszenia miąższości pokrywy lessowej wynosi około 16,5%. Przy założeniu, że pierwotna miąższość pokrywy lessowej w obrębie wertebu wynosiła 7 m (vide opis geologiczny okolic wertebu), obliczymy, iż miąższość ta powinna była zmniejszyć się o około 1,2 m. Równocześnie jednak zjawisko osiadania musiało się rozwinąć także poza wertebami w przypowierzchniowej (sięgającej do około 1,5 m) części pokrywy lessowej; rozmiary tego osiadania należy ocenić na około 0,1—0,2 m. Tak więc „efekt głębokościowy“ suffozji chemicznej w obrębie wertebu wisłowieckiego można ocenić na około 1,0 m.

Otrzymana w ten sposób liczba, być może, wytrzymałaby próbę zestawienia z aktualną głębokością wertebu (ale tylko przy przyjęciu za głębokość wertebu minimalnej różnicy wysokości — czyli 1,2—1,3 m — pomiędzy poziomem dna i linii grzbietowej otaczającej werteb). Musimy przy tym jednak pamiętać, że pierwotna głębokość wertebu była większa i zmniejszyła się dopiero w następstwie osadzenia się na dnie warstwy (grubości około 0,4 m) materiału zmytego ze zboczy.

Dla kontroli wykonamy podobne obliczenie dla wertebu ożarowskiego. Sumaryczny wskaźnik zmniejszenia miąższości pokrywy lessowej w obrębie tego wertebu wynosi prawdopodobnie około 15,5%. Liczb bezwzględnych nie możemy podać ze względu na brak dokładniejszych danych odnośnie grubości pokrywy lessowej. Mając jednak na uwadze znaczną pierwotną głębokość minimalną wertebu (około 4,0 m) dochodzimy do wniosku, że także w tym przypadku prawdo-

⁴⁰⁾ Równość taką możemy założyć, opierając się na fakcie, że ciężar właściwy węgla wapnia jest mniej więcej taki sam, jak i pozostałych elementów składowych lessu.

⁴¹⁾ Jest to założenie także zbyt upraszczające zagadnienie, podobnie jak i w przypadku obliczenia ilości wylugowanego węgla wapnia. Nie mamy jednakże podstaw dla przeprowadzenia dokładniejszego obliczenia.

podobne rozmiary zjawiska osiadania lessu nie wytrzymują porównania z głębokością formy ⁴²⁾).

Tak więc, gdyby założenia, na podstawie których wykonano powyższe obliczenia, okazały się słuszne (vide uwagi w odsyłaczach Nr 39 i 41), to należałoby przyjąć, że zjawiska osiadania lessu, zachodzące w wyniku nawodnienia i ługowania węglanu wapnia, nie są jedynymi procesami morfogenetycznymi wertebów rodzaju wymoków. Przy wyjaśnianiu genezy form tego rodzaju musimy wobec tego uwzględnić jeszcze i inne procesy rzeźbotwórcze.

b. Możliwości rozwoju innych procesów morfogenetycznych wertebów rodzaju wymoków

Wśród procesów, które obok suffozji chemicznej mogą występować jako procesy morfogenetyczne omawianych form rzeźby, należy wyodrębnić: 1) procesy działające przed rozwojem suffozji chemicznej i 2) procesy działające równoległe względnie po rozwoju suffozji chemicznej.

Do grupy pierwszej należą wszystkie te procesy, które mogą powodować powstawanie wszelkiego rodzaju nierówności powierzchni pokrywy lessowej. Takie nierówności (zagłębienia) „pierwotne” powstawały jeszcze w okresie akumulacji pyłu lessowego. Akumulacja ta nie mogła bowiem być zbyt równomierna. Eoliczny proces akumulacji lessu typowego mógł powodować powstawanie, na powierzchni narastającej warstwy osadu, różnego rodzaju form wypukłych typu wydmy i wklęsłych typu zagłębień międzywymowych. Zagłębienia pierwotne mogły powstawać także przy innym rodzaju akumulacji pyłu lessowego. Mogły one powstawać (i zapewne powstają obecnie), już po uformowaniu się pokrywy lessowej, pod wpływem chociażby deflacji. Mogą wreszcie powstawać obecnie w wyniku działalności gospodarczej człowieka. Wydaje się, że obecność takich zagłębień pierwotnych — bez względu na ich pochodzenie — jest warunkiem koniecznym i decydującym o rozwoju wtórnych

⁴²⁾ Aby otrzymać głębokość wertebu równą 4,0 m, należałoby przyjąć, że miąższość pokrywy lessowej w obrębie tego wertebu powinna wynosić 26 m! Dotychczasowy stan znajomości miąższości pokrywy lessowej w tej części Wyżyny Lubelskiej nie daje żadnych podstaw do przyjęcia takiego założenia. Musielibyśmy zresztą wówczas przyjąć także, iż poziom kurzawkowy lessu może zachowywać się zupełnie podobnie jak i stropowa — nienasycona wodą — część pokrywy lessowej.

niejako procesów morfogenetycznych współczesnych wertebów. Głębokość i kształt tych zagłębień pierwotnych w pewnych przypadkach mogły w dość poważnym stopniu zaważyć na charakterze rozwijających się z nich form wertebowych.

Oczywiście, że powyższy przegląd nie wyczerpuje wszystkich możliwości powstania zagłębień pierwotnych; autor pracy nie usiłował zresztą dać takiego wyczerpującego przeglądu uważając to zagadnienie za stosunkowo mało istotne z punktu widzenia głównych, poruszanych w pracy, problemów (problemy te dotyczą w zasadzie tylko procesów określonych wyżej jako wtórne; dotychczasowe obserwacje terenowe autora nie dostarczyły na razie dostatecznej ilości materiałów, które pozwalałyby na bardziej wyczerpujące naświetlenie zagadnienia procesów pierwotnych). Należałoby jedynie zwrócić uwagę, że w ostatnich latach ukazały się w języku polskim dwie rozprawy (17, 24) mogące sugerować pewne możliwości powstania — w końcowej fazie akumulacji względnie po zakończeniu akumulacji lessu — zagłębień określanych w niniejszej pracy mianem pierwotnych. Sugestie te wyrażone zostały w zdecydowanej postaci przez A. Kalniet, która na podstawie studium literatury dochodzi do wniosku, że: „Na obszarach leżących na południe od bałtyckiego zlodowacenia... (do obszarów tych Kalniet zalicza Polskę południową do granic maksymalnego zlodowacenia — nawias mój, H. M.), przeważająca liczba zagłębień bezodpływowych jest ściśle związana z występowaniem krasu termicznego na obszarach objętych wieczną marzłocią w okresie ostatniego zlodowacenia“ (24. str. 351). Opierając się na wynikach szczegółowych badań terenowych, można stwierdzić⁴³⁾, że zagłębienia bezodpływowe (a przy najmniej większa ich część) lessów poziomu wierzchwinowego Wyżyny Lubelskiej nie mają nic wspólnego z formami krasu termicznego. W teksturze lessów pod dnem wertebów nie znalazłem żadnych śladów, które pozwalałyby przypuszczać, że jakiegokolwiek procesy związane z obecnością zmarzliny działały rzeźbotwórczo na powierzchnię pokryw lessowych poziomu wierzchwinowego.

⁴³⁾ Autor niniejszej pracy zabierał już głos w dyskusji nad niektórymi zagadnieniami poruszonymi przez A. Kalniet (vide artykuł „O oczkach lodowcowych i zagłębieniach bezodpływowych”, drukowany w Czasopiśmie Geograficznym, tom XXV, zeszyt 1—2 z 1954 r.).

Do grupy drugiej na podstawie dotychczasowych badań można zaliczyć następujące procesy: a) suffozję mechaniczną i b) „wyciskanie” masy skalnej pod wpływem obciążenia.

Możliwości rozwoju suffozji mechanicznej w takiej postaci, jaką obserwowano w przypadku wertebów rodzaju kotłów, należy z góry odrzucić. Dotychczasowe obserwacje nie dostarczyły bowiem żadnych podstaw do przyjęcia założenia, że w procesie powstawania wymoków mają jakikolwiek udział zjawiska zapadania się lessu. Suffozja mechaniczna może się jednak rozwijać także i w innej postaci.

Z odmianą suffozji mechanicznej, obserwowaną przy wertebach rodzaju kotłów, związane jest ogólne wypłukiwanie wszystkich części skalnych na drodze przepływu strumienia wód podziemnych (tę odmianę procesu podkopywania można nazwać wobec tego generalną suffozją mechaniczną). Strumień wód podziemnych może wypłukiwać także tylko niektóre cząstki skalne na swej drodze. Takim rodzajem wypłukiwania mogą być objęte przede wszystkim najdrobniejsze cząstki skalne, które woda unosi ze sobą przepływając przez pory pomiędzy grubszymi cząstkami. Nie rozwiną się przy tym żadne kanały i pieczary podziemne; nastąpi tylko powolne osiadanie skały w następstwie usunięcia części masy skalnej i ciaśniejszego ułożenia się grubszych cząstek pozostałej na miejscu masy. Taką odmianę procesu podkopywania można nazwać selektywną suffozją mechaniczną.

Koniecznym warunkiem rozwoju tej drugiej postaci suffozji mechanicznej jest obecność w skale dwu wyraźnie zróżnicowanych (pod względem wielkości) frakcji granularnych. Tylko w takim bowiem przypadku istnieją — pomiędzy większymi cząstkami — kanałiki z odpowiednio dużym przekrojem umożliwiającym przepływ wody unoszącej ze sobą cząstki najmniejsze. Stosunek długości średnic cząstek większych i mniejszych powinien być odpowiednio duży; według Boczkowa (53, str. 148—149) stosunek ten dla piasków powinien wyrażać się liczbą większą od 20:1!

Czy właściwości strukturalne lessów stwarzają odpowiednie warunki dla rozwoju selektywnej suffozji mechanicznej? W lessach brak jest na ogół wyraźnie przeciwstawiających się sobie (co do wielkości) frakcji granularnych. Wyniki analiz zestawione w tabeli I wskazują, że

jedynie w lessach zglinionych można dopatrzeć się wyraźniejszego zróżnicowania frakcji. W warstwie lessów zglinionych (wkopy poza dnami wertebów) na pierwszy plan obok frakcji 0,05—0,006 mm wysuwa się frakcja poniżej 0,002 mm (frakcja koloidalna); frakcja pośrednia — znajdująca się co do wielkości ziarn pomiędzy oboma wspomnianymi — reprezentowana jest przez stosunkowo bardzo nieznaczny odsetek ziarn. Można mieć tylko bardzo poważne wątpliwości czy różnica wielkości ziarn obu frakcji jest odpowiednio duża. Powinniśmy jednak pamiętać, że w lessach, charakteryzujących się — w przeciwieństwie do zupełnie luźnych piasków — znaczną „sztywnością“ tekstury, istnieją szczeliny pionowe oraz różnego rodzaju kanaliki fito- i zoo-geniczne. Obecność tych szczelin i kanalików niewątpliwie sprzyja rozwojowi omawianej odmiany suffozji mechanicznej. O prawdopodobieństwie rozwoju takiego procesu wspomniano już przy omawianiu wyników analiz granulometrycznych. Opierano się przy tym na fakcie wyraźnej różnicy w odsetku frakcji koloidalnej lessu zglinionego pod dnem i poza dnem wertebów (vide uwagi na str. 190—191).

Analiza składu granularnego badanych próbek lessu (tabela I) prowadzi do wniosku, że selektywna suffozja mechaniczna rozwija się dopiero po wylugowaniu z lessu węglanu wapnia. Można przypuszczać, że jest to proces rozwijający się tylko w tych częściach pokrywy lessowej, przez które przepływają znaczne ilości wody (obszar dna wertebów). Stwierdzenie powyższe wydaje się początkowo paradoksalne, jeśli zestawimy je z właściwościami lessu zglinionego i niezglinionego. Less węglanowy różni się bowiem od lessu pozbawionego węglanu wapnia większą porowatością oraz dobrze zachowanymi makroporami i szczelinami spękań pionowych. Należy jednak pamiętać, że najdrobniejsze cząstki — podlegające wypłukiwaniu — w lessie niezglinionym związane są cementującymi lepiszczem węglanu wapnia. O możliwościach rozwoju selektywnej suffozji mechanicznej w lessach zglinionych zdaje się świadczyć profil wkopu w dnie wertebu wisłowieckiego (przecięta wkopem pionowa pseudoszczelina wykazuje dość wyraźne ślady „namywania“).

Opierając się na wynikach analiz zestawionych w tabeli I można nawet wykonać próbę liczbowego określenia rozmiarów ubytku masy skalnej w następstwie rozwoju procesu wypłukiwania z lessu zglinio-

nego cząstek koloidalnych. Można bowiem przypuszczać, że rozmiary tego ubytku odpowiadają mniej więcej różnicy odsetków frakcji koloidalnej lessu zglinionego z poza dna i z dna wertebu; różnica ta wynosi 4—8% ⁴⁴⁾.

Podsumowując rozważania nad prawdopodobieństwem rozwoju w lessach selektywnej suffozji mechanicznej, możemy stwierdzić, że przy badaniach nad genezą wertebów rodzaju wymoków należy się liczyć z możliwościami rozwoju tego procesu. Wydaje się, że w pewnych przypadkach rola tego procesu (której wyrazem jest efekt „głębościowy“ wertebów) może być nawet niemniejsza niż rola suffozji chemicznej.

Pozostają jeszcze do omówienia możliwości rozwoju zjawiska „wyciskania“ masy skalnej pod wpływem obciążenia. Zjawisko takie może się rozwinąć tylko wtedy, gdy lessy (względnie osady podścielające pokrywę lessową) charakteryzują się znaczną porowatością i są nasycone wodą, a w związku z tym wykazują wyraźne cechy plastyczności. Najlepsze warunki dla rozwoju zjawiska wyciskania istnieją w obszarach z płytko zalegającym poziomem wód gruntowych. Dolna część pokryw lessowych znajduje się wówczas w zasięgu stałych wód gruntowych; w następstwie nasycenia wodą less nabywa osobliwych cech właściwych tzw. kurzawkom.

Występowanie poziomów kurzawkowych w pokrywach lessowych łatwo można ustalić na podstawie wywiadów studziennych. W świetle tych wywiadów najważniejsze, charakterystyczne właściwości kurzawek lessowych przedstawiają się następująco. Przy kopaniu studzien warstwa kurzawki często stanowi zaporę omal że nie do przebycia. Plastyczna masa „spływa“ powoli ze ścian wkopu uniemożliwiając jego pogłębianie. Nawet wtedy, gdy pogłębiany wkop jest równocześnie betonowany, kopanie napotyka na duże trudności; kurzawkowa masa „podpływa“ wówczas od dna wkopu. Betony zakładane w po-

⁴⁴⁾ Przy obliczeniu tym przyjmujemy założenie — niewątpliwie zbyt upraszczające całe zagadnienie — że ilość cząstek koloidalnych pod dnem wertebu była początkowo (bezpośrednio po wylugowaniu węglanu wapnia) taka sama jak i w lessie zglinionym poza dnem wertebu. Na razie nie mamy jednak żadnych podstaw dla przeprowadzenia poprawniejszej oceny zakładanej hipotetycznie selektywnej suffozji mechanicznej. Należy tutaj podkreślić, że wszystkie uwagi na temat możliwości rozwoju selektywnej suffozji mechanicznej opierają się na niezbyt pewnych podstawach. Mała ilość profili oraz nieznaczna głębokość wkopów nie pozwalają uogólniać odpowiednich wniosków w takim stopniu, w jakim uczyniono to odnośnie wniosków dotyczących zagadnień suffozji chemicznej.

ziomie kurzawkowym często wprost „toną“ (zanurzają się powoli — są „wciągane“ z dużą siłą); to samo dzieje się z innymi ciężkimi przedmiotami pozostawionymi na dnie wkopów. Równocześnie jednak wbicie łopaty „na cały sztych“ wymaga dużego wysiłku; masa kurzawkowa przylega bowiem do łopaty tak silnie, że nie można jej usunąć z narzędzia bez silnego potrząsania. W miejscach poddawanych obciążeniu obserwujemy wyciskanie kurzawki, przy czym na jej powierzchni pojawia się cieniutka warstewka wody ⁴⁵⁾. Pod wpływem obciążenia następuje więc wypieranie części wody kurzawkowej. Pociąga to za sobą zmniejszenie porowatości, a więc i objętości skały, tzn. że następuje przy tym osiadanie skały (15, str. 71—86; 16, str. 365—370; 53, str. 232—245).

Czy proces wyciskania poziomu kurzawkowego może rozwinąć się w warunkach naturalnych (bez ingerencji człowieka) i czy może mieć wpływ na rozwój wertebów? Zagłębienia pierwotne pokrywy lessowej, posiadającej poziom kurzawkowy w spągu, gromadząc wodę stwarzają warunki sprzyjające nasyceniu wodą nadkurzawkowej części pokrywy lessowej. Fakt ten może prawdopodobnie spowodować wzrost ciężaru objętościowego masy skalnej w obrębie zagłębienia w granicach do około 25% (w porównaniu do ciężaru masy skalnej poza zagłębieniem) ⁴⁶⁾. Tak więc, uwzględniając jeszcze ciężar wody wypełniającej werteb, możemy przyjąć, że obciążenie kurzawki wzrośnie o 30—40%. Należałoby sprawdzić doświadczalnie czy taki wzrost obciążenia poziomu kurzawkowego może spowodować zjawisko wyciskania kurzawki. O możliwościach rozwoju takiego zjawiska w warunkach naturalnych mogą świadczyć niektóre obserwacje i badania autora w okolicach Łopatek (wieś położona w odległości 5 km na NW od Nalęczowa).

W wertebach występujących w okolicy wsi Łopatek wykonano wiercenia (do głębokości 3 m) ręcznym świdrem glebowym. Na podstawie tych wierceń stwierdzono, że pod dnem wertebów występują

⁴⁵⁾ Woda z poziomu kurzawkowego wypływa („sączy się“) powoli; ze studni stosunkowo łatwo można wybrać cały zapas wody. Bezpośrednio po wykopaniu studni woda przez dłuższy okres czasu zanieczyszczona jest najdrobniejszymi koloidalnymi cząstkami.

⁴⁶⁾ Maksymalna pojemność wodna lessu prawdopodobnie raczej wyjątkowo może być większa od 30—40% wagowych (7, str. 91; 61, str. 100). Natomiast minimalna pojemność w warunkach suchego klimatu zupełnie wyjątkowo tylko może obniżyć się do około 5% (20, str. 112; 43, str. 79).

utwory pylaste, charakteryzujące się wyraźnie większą zwięzłością i mniejszą wilgotnością niż w bezpośrednim sąsiedztwie poza wertebami. Dla przykładu podajemy niżej skrócony opis serii wierceń (2 wiercenia) wykonanych w punkcie o współrzędnych topograficznych 425,0 i 611,6 (M. T. P. 1:100.000, arkusz „Puławy“):

I. Środek miseczkowatego wertebu o głębokości około 1 m:

- a) 0 — 0,7 m. Warstwa humusowa namyta, zabarwienie szaro-brunatnawe.
- b) 0,7 — 1,3 m. Warstwa humusowa in situ; zabarwienie szare z brunatnymi smugami w spągu.
- c) 1,3 — 3,0 m. Utwór pylasty podobny do lessu zglinionego; w stropie przewarstwienia piaszczyste. Zwięzłość duża. Wilgotność stosunkowo mała.

II. Grzbiet otaczający werteb; punkt odległy o 30 m i wzniesiony 1,5 m w stosunku do punktu ze środka wertebu:

- a) 0 — 1,2 m. Utwór pylasty podobny do lessu zglinionego (poziom humusowy z grzbietu został zupełnie zmyty). Zwięzłość duża.
- b) 1,2 — 3,0 m. Utwór pylasty podobny do lessu typowego; z kwasem solnym nie reaguje. Zwięzłość wyraźnie mniejsza. Wilgotność wyraźnie wzrastająca ku dołowi; od 2,5 m na świdrze wyciąga się płynno-plastyczną masę (matowa jej powierzchnia przy potrząsaniu pokrywa się błyszczącą warstewką wodną). Od 2,7 do 3,0 m świder wbija się pod naciskiem jednej ręki!

Bardzo ciekawych danych dostarczyły także wywiady studzienne przeprowadzone w tejże samej okolicy. Tak np. w studni o głębokości około 8,2 m, położonej (punkt o współrzędnych topograficznych 424,4 i 612,4) w odległości 1 km na ESE od wertebu z opisaną wyżej serią wierceń, przekopane były występujące naprzemian warstwy „gliniaste“ i „piaszczyste“; woda w warstwie piaszczystej. Przed wykonaniem tej studni próbowano kopać w dnie wymoku znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie zagrody (w odległości kilkudziesięciu metrów od opisanej studni). Wkop — w „twardej glinie“ („dźwięczącej jak dzwon

przy kopaniu“) — wykonano do głębokości 15 m; do wody nie doko-
pano się.

Przytoczone wyżej fakty świadczą o tym, że zjawisko wyciskania kurzawkowego podłoża może rozwinąć się w warunkach naturalnych. Dla dokładniejszego określenia roli morfogenetycznej tego procesu — dotychczas wyjątkowo raczej uwzględnianego w pracach geomorfologicznych — należy przeprowadzić bardziej szczegółowe badania. Wydaje się, że badania takie powinny dostarczyć ciekawych wyników. Poziomy kurzawkowe w pokrywach lessowych nie należą do zjawisk wyjątkowych; właściwości tych poziomów mogą mieć wpływ na rzeźbę dość pokaźnej części powierzchni pokryw lessowych.

Wyodrębniamy więc następujące procesy morfogenetyczne wertebów (rodzaju wymoków) poziomów wierzchowinowych i wododziałowych:

- 1) p r o c e s y p i e r w o t n e (zapewne przede wszystkim akumulacja eoliczna);
- 2) p r o c e s y w t ó r n e (suffozja chemiczna i mechaniczna oraz wyciskanie poziomów kurzawkowych).

Procesy pierwotne prowadzą do powstania zagłębień prawdopodobnie przede wszystkim w wyniku mechanicznego oddziaływania na powierzchnię pokryw lessowych. Natomiast procesy wtórne, rozwijające się w obrębie zagłębień pierwotnych, powodują diagenetyczne zmiany pokryw lessowych w całej ich miąższości.

4. P r o c e s y m o r f o g e n e t y c z n e w e r t e b ó w (rodzaju wymoków) terasy nadzalewowej

W badaniach dotychczasowych stosunkowo mało uwagi poświęcano zagadnieniu genezy wertebów rodzaju wymoków występujących na terasach nadzalewowych. Przyczyny takiego stanu badań były różne. Przede wszystkim jednak zaważyło to, że werteby tego poziomu stanowią znacznie mniejszą osobliwość geomorfologiczną (a więc i wzbudzają mniejsze zainteresowanie) niż werteby poziomu wierzchowinowego. Widok wertebów terasy nadzalewowej nie jest dla nas niespodzianką — z punktu widzenia zagadnienia genezy tych form — jeśli

pamiętamy, że terasa ta tworzyła jeszcze stosunkowo niedawno dno dolinne (terasę zalewową), dno które mogło mieć liczne zagłębienia bezodpływowe uwarunkowane nierównomierną akumulacją i erozją fluwialną. Dlatego też w przypadku wertebów tej terasy już a priori nasuwają się pewne sugestie odnośnie genezy przynajmniej niektórych z tych form. Przed rozważeniem tych sugestii podamy wyniki niektórych obserwacji, co pozwoli nam na przedyskutowanie zagadnienia w oparciu o fakty.

Obserwacje nad wertebami terasy nadzalewowej przeprowadzone były przede wszystkim w zachodniej części Padolu Zamojskiego. Jak już wyżej podkreślano, w tej części Wyżyny Lubelskiej terasa nadzalewowa jest bardzo rozległa i pięknie rozwinięta, a wertebry rodzaju wymoków należą do form pospolitych⁴⁷⁾. Terasę tę budują tutaj prawie wyłącznie utwory piaszczyste i pylaste akumulacji fluwialnej i eolicznej. Na powierzchni zalegają utwory pylaste i pylasto-piaszczyste (po obu stronach dolnego biegu Poru i częściowo po lewej stronie dolnego biegu Łabuńki) oraz piaszczyste (w dolnym biegu Łabuńki, a przede wszystkim po prawej jej stronie). Dla dokładniejszej charakterystyki podajemy niżej skrócony opis kilku profili litologicznych.

I. Sułów; zbocze terasy nadzalewowej Poru (punkt o współrzędnych topograficznych 363,9 i 667,6; M. P. T. 1:100.000, arkusz „Krasnystaw“):

- a) 0 — 0,5 m. Poziom humusowy.
- b) 0,5 — 1,0 m. Less zgliniony (w części spągowej reaguje słabo z kwasem solnym).
- c) 1,0 — 4,0 m. Less żółto-szary w stropowej części bez śladów warstwowania; w części spągowej zaznacza się warstwowanie, zjawiają się przewarstwienia piaszczyste. Z kwasem solnym reaguje.
- d) 4,0 — 7,0 m. Piaski warstwowane; niektóre warstwy zawierają materiał pylasty. Miejscami wyraźnie reagują z kwasem solnym.

⁴⁷⁾ Terasa nadzalewowa w Padole Zamojskim (szczególnie w zach. i wsch. jego części) tworzy główny element morfologiczny, decydujący o charakterze krajobrazowym całego tego regionu; w żadnej innej części Wyżyny Lubelskiej terasa ta nie jest tak wspaniale rozwinięta i nigdzie wertebry terasowe nie występują w takiej liczbie.

II. Krzak; wkop drogowy przez wzgórze meandrowe pomiędzy wsią Krzak i Złojec (punkt o współrzędnych topograficznych 366,6 i 678,3; M. P. T. 1:100.000, arkusz „Krasnystaw“):

- a) 0 — 0,4 m. Poziom humusowy.
- b) 0,4 — 1,5 m. Less zgliniony.
- c) 1,5 — 4,0 m. Less żółto-szary; cechy charakterystyczne jak i w odpowiedniej warstwie profilu I.
- d) 4,0 — 5,0 m. Warstwowany materiał piaszczysty i pylasty; niektóre warstwy reagują z kwasem solnym.

III. Chomęciska Duże, zbocze terasy nadzalewowej Łabuńki (punkt o współrzędnych topograficznych 365,4 i 681,6; M. T. P. 1:100.000, arkusz „Krasnystaw“):

- a) 0 — 1,5 m. Piaski przewiane (niewarstwowane).
- b) 1,5 — 3,0 m. Utwór pylasty warstwowany o zabarwieniu żółto-szarym. Z kwasem solnym reaguje.

IV. Wolica Sitaniecka; płytki wkop drogowy na terasie nadzalewowej Łabuńki (punkt o współrzędnych topograficznych 363,6 i 648,9; M. T. P. 1:100.000, arkusz „Krasnystaw“):

- a) 0 — 1,5 m. Piaski niewarstwowane.
- b) 1,5 — 3,5 m. Utwór pylasty w stropie przewarstwiony piaskami; w spągu bez śladów warstwowania, o zabarwieniu żółto-szarym i innych cechach makroskopowych właściwych lessom typowym. Z kwasem solnym reaguje.

Profile III i IV wykazują układ warstw zupełnie podobny do układu warstw stropowych profili terasy nadzalewowej Wieprza, w odcinku między Tarzymiechami i Krasnymstawem, opisanych przez Lk. Sawickiego (60, str. 123—128) i A. Jahnę (22, str. 436—450).

Tekstura utworów stropowych wszystkich czterech profili wskazuje na to, że w końcowym okresie powstawania serii osadów dzisiejszej terasy nadzalewowej dużą rolę odegrały procesy eoliczne (z interesującego nas punktu widzenia nie jest ważne czy była to akumulacja eoliczna materiału przynieszonego z zewnątrz, czy też było to tylko przewiewanie materiału osadzonego przez rzekę). Procesy te zazna-

czyły się zresztą wyraźnie w rzeźbie, dzięki czemu na terasie często można obserwować (w dolnym biegu Łabuńki np.) formy wydymowe (piaski zwydmione).

Przytoczone wyżej fakty nasuwają przypuszczenie, że wśród wertełbów rodzaju wymoków na terasie nadzalewowej mogą odgrywać dużą rolę formy innego typu niż na poziomach wierzchowinowych. Można bowiem przypuszczać, że znaczna część wertełbów należy do form przetrwałych z okresu rozwoju procesów eolicznych (powodujących m. in. powstawanie zagłębień międzywydmowych) w końcowej fazie akumulacji utworów terasowych. Można się zastanawiać czy obok zagłębień akumulacji eolicznej nie zachowały się podobnego typu formy nierównomiernej akumulacji fluwialnej, rozwijającej się na bardzo rozległej plejstoceńskiej terasie zalewowej (formy takie niewątpliwie istniały, ale mogły być zniszczone, a przynajmniej silnie zniekształcone przez procesy eoliczne). Na omawianym terenie mogły także zachować się zamknięte formy wklęsłe erozji fluwialnej (różnego rodzaju przegłębienia, „głęбочki“ — niem. Kolke, Pfühle, Wooge — starorzecza). Formy tego prawdopodobnie typu można obserwować np. w utworach piaszczystych w okolicach Bzitego⁴⁸⁾ (8 km na SW od Rejowca) lub w Milejowie (25 km na E od Lublina). Nie ulega wątpliwości, że obok form wyżej wymienionych typów w utworach pylastych (lessowatych) terasy nadzalewowej mogły zachować się także formy innego pochodzenia. Autor pracy nie ma jednak na razie żadnych obserwacji, które pozwalałyby wyodrębnić dalsze typy genetyczne interesujących nas form rzeźby.

Omówione dotychczas procesy morfogenetyczne formowały zagłębienia pierwotne ówczesnej terasy zalewowej, część tych zagłębień przetrwała — w mniej lub bardziej zmienionej postaci — do okresu obecnego. Nie ulega wątpliwości, że w obszarach występowania utworów pylastych (lessowych) przynajmniej w części zagłębień tego typu musiały rozwinąć się procesy podobne do tych, które rozwijały się w zagłębieniach pierwotnych poziomów wierzchowinowych. Obecność

⁴⁸⁾ Warto zwrócić uwagę, że o małym zagłębieniu bezodpływowym w okolicach Bzitego podał wzmiankę w „Wiadomości o środkowopolskiej morenie czołowej“ Lr. Sawicki (59, str. 26); zaliczył on to zagłębienie do „oczek glacialnych“. Ponieważ zagłębienie występuje na I terasie nadzalewowej, więc trudno się zgodzić na genetyczną interpretację określenia „oczko glacialne“ (tzn. nie można się zgodzić z poglądem wiążącym genezę formy bezpośrednio z lądolodem); można się zgodzić jedynie na wiekową interpretację tego określenia.

węglanu wapnia w utworach terasowych sprzyjała rozwojowi suffozji chemicznej, a piaski podścielające utwory pylaste umożliwiały rozwój suffozji mechanicznej (dzięki obecności piasków suffozja mechaniczna mogła zapewne rozwijać się nawet na większą skalę niż na poziomach wierzchowinowych)⁴⁹). Należałoby tylko ustalić, w jakim stopniu te wtórne procesy mogły przekształcić zagłębienia pierwotne. Wydaje się bardzo możliwe, że rola tych procesów na terasie nadzalewowej była znacznie mniejsza niż na poziomie wierzchowinowym (tzn., że zagłębienia pierwotne w stosunkowo małym tylko stopniu zostały zmienione przez procesy suffozyjne). Przypuszczenie takie opieramy na założeniu, że zagłębienia pierwotne na terasie nadzalewowej były wyraźniejsze, głębsze i większe niż na poziomie wierzchowinowym.

Tak więc wśród procesów morfogenetycznych wertebów (rodzaju wymoków) terasy nadzalewowej należy wyodrębnić: 1) procesy pierwotne (akumulacja fluwialna i eoliczna oraz erozja fluwialna) i 2) procesy wtórne (suffozja chemiczna i mechaniczna). Należy podkreślić, że na rozwój wertebów terasowych właściwości lessów wpłynęły zapewne w znacznie mniejszym stopniu niż w przypadku wertebów wierzchowinowych (choćby dlatego, że miąższość lessów terasowych jest znacznie mniejsza niż lessów wierzchowinowych).

5. G ł ó w n e t y p y g e n e t y c z n e w e r t e b ó w r o d z a j u w y m o k ó w

Z rozdziałów traktujących o procesach morfogenetycznych wertebów rodzaju wymoków wynika dość jasno, że jeśli nie wszystkie, to znaczna większość spośród nich należy do form poligenetycznych. Gdy bowiem nawet pominiemy w naszych rozważaniach procesy, w wyniku których powstały zagłębienia pierwotne, to i tak musimy się liczyć z możliwościami rozwoju dwu lub trzech procesów (a przynajmniej odmian procesów), których łącznemu działaniu zawdzięczają wertebów swoją rozwiniętą postać.

W zespołach procesów kształtujących wertebów prawdopodobnie w większości przypadków występują te same procesy; nie znaczy to jednak, że zespoły te niczym się nie różnią. W poszczególnych zespo-

⁴⁹) Autor pracy nie ma na razie żadnych podstaw do wypowiedzania się na temat roli procesu wyciskania poziomu kurzawkowego w rozwoju wertebów terasy nadzalewowej.

łach uszeregowanie procesów — z punktu widzenia ich znaczenia określonego metodami ilościowymi — może być bardzo różne; prawdopodobnie zwykle jeden z tych procesów wysuwa się mniej lub bardziej wyraźnie na pierwszy plan. Taki pierwszoplanowy proces możemy traktować jako — w pewnym sensie — nadający ton całemu zespołowi. W niniejszej próbie wyodrębnienia głównych typów genetycznych omawianych form rzeźby zastosowane zostało właśnie kryterium procesu pierwszoplanowego. Stan badań dotychczasowych, ze względu na brak dokładniejszej charakterystyki znaczenia wszystkich wyodrębnionych procesów morfogenetycznych, nie pozwala na podjęcie próby wyodrębnienia typów zespołów procesów morfogenetycznych.

Mając na uwadze stan badań (a przede wszystkim brak szczegółowych badań wertebów terasy nadzalewowej) autor z góry zakłada niekompletność i niedoskonałość przedstawionego niżej zestawienia⁵⁰). Można nawet mieć wątpliwości czy niektóre z wyodrębnionych typów

Rodzaj	Typ (genetyczny)	P o d t y p
„Wymoki” lessowe	Fluwialno-akumulacyjne (?)	terasy nadzalewowej
	Eoliczno-akumulacyjne	terasy nadzalewowej
		poziomu wierzchniowego (?)
	Fluwialno erozyjne	terasy nadzalewowej
	Chemiczno-suffozyjne	poziomu wierzchowinowego
		terasy nadzalewowej
	Mechaniczno-suffozyjne *	poziomu wierzchowinowego
		terasy nadzalewowej
		niskich wododziałów
	Wyciskania poziomu kurzawkowego	terasy nadzalewowej (?)

*) Oczywiście jest to typ tej odmiany suffozji, którą wyżej określono mianem selektywnej suffozji mechanicznej.

(podtypów) form w ogóle obecnie są reprezentowane (typy takie oznaczone są znakiem zapytania).

⁵⁰) W zestawieniu tym pominięto formy odzwierciedlające rzeźbę podłoża pokryw lessowych. Zestawienie obejmuje więc tylko formy uwarunkowane właściwościami lessów oraz osobliwościami procesów akumulacji i diagenety tych skał.

Nie ulega wątpliwości, że dokładne rozpoznanie wyodrębnionych tutaj typów genetycznych wertebów w warunkach terenowych może nastęrczać dużo kłopotów (ze względu na trudności określenia ilościowego roli poszczególnych procesów morfogenetycznych danych form). Przy ustalaniu typu genetycznego w warunkach terenowych można jednakże w dużym stopniu opierać się na jakościowych kryteriach geomorfologicznych; już bowiem samo ustalenie genezy poziomu, w obrębie którego występuje werteb, pozwala bliżej określić pierwszoplanowy proces morfogenetyczny badanej formy.

Trzy pierwsze z wyodrębnionych typów obejmują zagłębienia — o kształtach charakterystycznych dla wertebów rodzaju wymoków — które dzisiejszą swą postać zawdzięczają głównie procesom pierwotnym. Procesy wtórne w stosunkowo niewielkim tylko stopniu zmieniły pierwotne kształty i rozmiary tych form. Wszystkie te typy mogą występować na terasie nadzalewowej; na poziomie wierzchowinowym może występować, oczywiście, tylko typ drugi (zagłębienia akumulacji eolicznej⁵¹). Wydaje się jednak, że te trzy typy wertebów w obszarach lessowych w ogóle występują stosunkowo rzadko.

Typy od czwartego do szóstego obejmują formy, których postać dzisiejsza uwarunkowana jest przede wszystkim działaniem procesów wtórnych. Do typu czwartego zaliczamy zagłębienia, które formowały się głównie pod wpływem suffozji chemicznej i zapewne także selektywnej suffozji mechanicznej. Jest to typ panujący na poziomach wierzchowinowych; na terasie nadzalewowej odgrywa zapewne znacznie mniejszą rolę. Formy typu piątego, rozwijające się przede wszystkim pod wpływem selektywnej suffozji mechanicznej (z dużym udziałem suffozji chemicznej), występują znacznie rzadziej niż formy typu czwartego. Głównym obszarem występowania form tego typu jest zapewne terasa nadzalewowa; na poziomie wierzchowinowym do form tego typu należą prawdopodobnie peryferycznie położone wertebry, występujące w pobliżu wierzchołków sieci wąwozowej. Typ szósty,

⁵¹) Zagłębienia pierwotne nierównomiernej akumulacji eolicznej (w mało zmienionej procesami wtórnymi postaci) na poziomach wierzchowinowych mogły się zachować raczej tylko zupełnie wyjątkowo. Gdyby bowiem występowały one w większej liczbie, to należałoby się spodziewać, że rozmieszczenie wertebów na poziomach wierzchowinowych byłoby bardziej równomierne, niż ma to miejsce obecnie.

obejmujący formy, które rozwijają się pod wpływem procesu wyciskania poziomu kurzawkowego (z ewentualnym udziałem suffozji chemicznej i mechanicznej), w klasycznej postaci występuje prawdopodobnie stosunkowo rzadko. Obszary występowania to poziomy o małych wysokościach względnych, z płytko zalegającymi wodami gruntowymi, wykazującymi małą ruchliwość.

6. Ogólne cechy charakterystyczne zjawiska osiadania lessów i ich wpływ na kształt wvertebów rodzaju wymoków

Wszystkie wyodrębnione procesy morfogenetyczne wvertebów rodzaju wymoków (z wyjątkiem procesów powodujących powstawanie zagłębień pierwotnych) prowadzą w końcowym efekcie do zjawiska osiadania lessu. Osiadanie to jest bezpośrednią przyczyną pogłębiania i rozszerzania się zagłębienia pierwotnego — przekształcania się jego we właściwy wverteb. Dlatego też charakter procesu osiadania decyduje o kształtach formy. Jeśli więc stwierdzimy zgodność charakteru procesu osiadania z obserwowanymi kształtami wymoków, to będziemy mieli wówczas pewnego rodzaju praktyczny sprawdzian słuszności koncepcji genetycznych omawianych form rzeźby.

Dienisow, opisując badane przez siebie zjawiska osiadania lessów, podkreśla, że zachodzą one przeważnie szybko i dość gwałtownie, przy czym powstają szczeliny (ale nie zawsze!; vide cytata podany na str. 194). Podane przez niego przykłady osiadania powstają w warunkach stworzonych przez człowieka (a więc w pewnym sensie sztucznych). Dienisow nie wyraża swoich poglądów na temat tego czy w warunkach naturalnych (w procesie powstawania stepowych bludiec) osiadaniu lessów także towarzyszy powstawanie szczelin.

Jak zagadnienie to przedstawia się w przypadku lessów lubelskich? W warunkach ingerencji człowieka lessy Wyżyny Lubelskiej, przy osiadaniu pod wpływem nawodnienia, mogą zachowywać się tak, jak i lessy stepowych oraz półpustynnych regionów ZSRR (pomimo wyraźnie mniejszej porowatości!) Świadczą o tym obserwacje tereno-

we⁵²⁾. Jednakże badania prowadzone przez autora dotychczas nie wykazały żadnych śladów zjawisk gwałtownego osiadania lessu w obrębie wertebów⁵³⁾. Stwierdzenie takie pozostaje w zupełnej zgodzie z rozważaniami teoretycznymi. Wydaje się bowiem, że w warunkach naturalnych zjawisko osiadania lessu nie może rozwijać się gwałtownie ze względu na powolność i stopniowość ogólnych zmian makroklimatycznych. Tempo zmian makroklimatycznych (a więc i zmiany wilgotności lessów) jest niewspółmiernie wolne w porównaniu do tempa rozwoju zjawiska osiadania pod wpływem wzrostu wilgotności.

Tak więc, biorąc pod uwagę wyniki obserwacji oraz rozważań teoretycznych, dochodzimy do wniosku, że osiadanie lessu spowodowane wzrostem wilgotności w warunkach naturalnych odbywa się raczej stopniowo i powoli. Tym bardziej stopniowo i powoli będzie się rozwijało osiadanie uwarunkowane ługowaniem węgla wapnia, wypłukiwaniem cząstek koloidalnych i wyciskaniem podłoża kurzawkowego.

Powolność i stopniowość osiadania powoduje, że w pokrywie lessowej nie powstają przy tym żadne powierzchnie nieciągłości wyraźnie oddzielające części pokrywy lessowej podlegające osiadaniu z różną szybkością⁵⁴⁾. Wynika z tego łagodność kształtów powstających w wyniku osiadania form rzeźby; formom takim brak obrywistych

⁵²⁾ W 1952 roku autor miał możliwość obserwować w Wierchowinie (punkt o współrzędnych topograficznych 373,0 i 659,6; M. T. P. 1:100.000, arkusz „Krasny-staw”), we wkopie o kształcie cylindrycznym — wykonanym w związku z zakładaniem fundamentów pieca cegielni — następujące zjawiska, wskaźniki szybkiego i gwałtownego osiadania lessu pod wpływem nawodnienia:

- 1) dno wkopu, pierwotnie niewątpliwie płaskie, było wyraźnie wklęsłe (zapadła środkiem); ślady pozostałe na murze z cegły, wzniesionym w środkowej części wkopu, wskazywały, że dno osiadło w granicach do około 0,4 m;
- 2) przy ścianach wkopu występowały w dnie, równoległe do ścian, liczne i wyraźne szczeliny o szerokości do 0,1 m.

⁵³⁾ Oczywiście, że ślady takie na powierzchni zostałyby zatarte w czasie długotrwałej ewolucji kształtów wertebów; dla wykazania ich obecności (względnie nieobecności) należałoby wykonać przekopy, celem otrzymania profilu poprzecznego przez pokrywę lessową pod całym wertebem. Wypełniona szczelina, stwierdzona we wkopie dennym (w środku dna!) wertebu wiślowieckiego miała niewątpliwie inną genezę (wąska szczelina podobna do typowych szczelin spękania lessu) i nie może być traktowana jako dowód na powstawanie spękań w czasie osiadania lessu.

⁵⁴⁾ Wydaje się, że zagadnienie to należy postawić w takiej właśnie płaszczyźnie, ponieważ osiadanie (zjawisko natury diagenetycznej) zachodzi w całej pokrywie lessowej; w obrębie wertebów zachodzi ono jednakże niewspółmiernie szybciej niż poza wertebami.

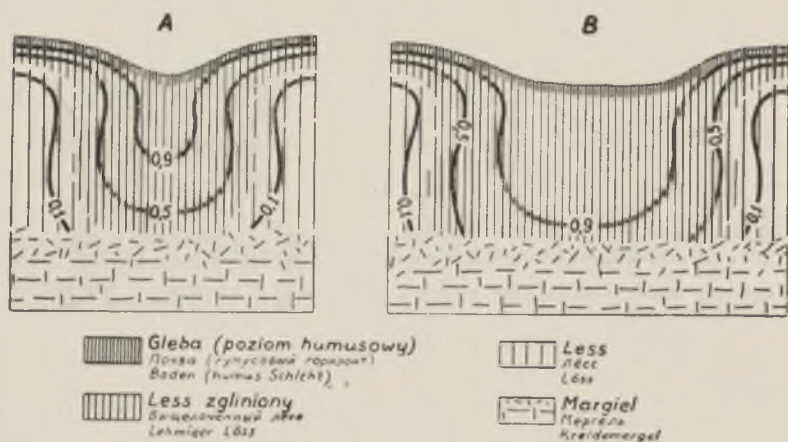
zboczy (typowych dla lessów) i wyraźnych załamów powierzchni (krawędzi). Jest to ważne stwierdzenie, popierające wyniki obserwacji i rozważań nad kształtami wvertebów nietkniętych (albo raczej w małym stopniu zmienionych) działalnością gospodarczą człowieka.

Z rozważań powyższych wynika wniosek, że zjawisko osiadania lessów zachodzi mniej więcej równolegle i w miarę rozwoju procesów suffozji chemicznej i mechanicznej oraz wyciskania kurzawki. Stan zaawansowania tych procesów zależy od ilości wody infiltrującej w głąb pokrywy lessowej i gromadzącej się w zagłębieniach. Woda, gromadząca się w wvertebach, stopniowo „wycofuje” się (wsiąkając i parując) z peryferycznych części wvertebów i najdłużej stagnuje w środkowej ich części. Dlatego też nasilenie procesu morfogenetycznego największe jest w środku formy i zmniejsza się stopniowo ku peryferiom (ryc. 13). Fakt ten decyduje o charakterystycznym kształcie profilu poprzecznego wvertebów. Wydaje się zresztą, że kształt taki wverteb miałby nawet w przypadku, gdyby woda zawsze pokrywała tę samą część powierzchni wvertebu. Wówczas bowiem, po wypełnieniu por lessowych bezpośrednio pod powierzchnią zajęłą przez wodę, pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego i sił kapilarnych woda infiltrowałaby także w pewnym promieniu w kierunku poziomym (6, str. 56—58; 7, str. 11, ryc. 1). Oczywiście, że stopień wypełnienia por wodą zmniejszałby się w tym samym kierunku (odśrodkowym) w związku z czym efekt działania wody także zmniejszałby się stopniowo.

W środkowej części wvertebu proces morfogenetyczny po pewnym czasie dochodzi do kresu swego rozwoju — zjawisko osiadania osiąga maksymalne możliwe rozmiary (wverteb osiąga maksymalną głębokość). Początkowo obszar z maksymalnymi rozmiarami zjawiska osiadania obejmuje nieznaczną tylko część powierzchni wvertebu, który ma do tego momentu kształt miseczkowaty (bez płaskiego dna). Strefa centralna maksymalnego osiadania rozszerza się stopniowo tak, że po pewnym czasie obejmuje już znaczną część powierzchni wvertebu; zjawia się wyraźne, względnie płaskie dno (powstaje w ten sposób wverteb talerzykowaty) (ryc. 13).

Fakt, że nasilenie procesu morfogenetycznego jest największe w środkowej części wvertebu (że proces ten rozwija się niejako od środka) wpływa w pewnym stopniu na kształt wvertebu w planie. Oczywiście, że kształt ten może być zależny w pierwszym rzędzie od

kształtu zagłębienia pierwotnego, a szczególnie środkowej jego części⁵⁵⁾. Wydaje się jednak, że nawet w przypadku dość nieregularnego kształtu formy pierwotnej stopniowy i powolny rozwój odśrodkowy zagłębienia wpływa na zacieranie tych nieregularności. Najlepiej można to objaśnić przy pomocy prostego, schematycznego rysunku (ryc. 14).



Ryc. 13.

Hipotetyczne izolinie stanu zaawansowania procesu suffozji chemicznej i selektywnej suffozji mechanicznej w profilu pokrywy lessowej pod wertebami rodzaju wymoków:

A) werteb miseczkowaty, B) werteb talerzykowaty.

Hypothetische Isolinen des Vorrückungsstandes des chemischen Suffosionsprozesses (und der selektiven mechanischen Suffosion) im Profil der Lössdecke unter dem Boden der Pfannensenken: A) Schüsselform, B) Tellerform.

Warto tutaj zwrócić uwagę, że G. W. Z a n i n wystąpił w 1952 r. z koncepcją abrazyjnego pochodzenia okrągławych kształtów „bludce-obraznych zapadin“ (69, str. 37—38). Uważa on, iż procesy abrazyjne rozwijają się na skalę morfogenetyczną także w małych zbiornikach wodnych. W wyniku rozwoju tych procesów następuje wyrównywanie nieregularności kształtów przez: a) szybkie abradowanie półwyspowatych części zboczy i b) akumulowanie materiału, zdartego przez abrazję ze zboczy, w najniższej części zagłębienia (poniżej zasięgu najniż-

⁵⁵⁾ Zagłębienia pierwotne charakteryzują niewątpliwie: małe głębokości i małe nachylenia powierzchni. Dlatego też wydaje się, że środkowa część takich zagłębień ma z reguły kształt mniej lub bardziej okrągławy.

szego poziomu wody). Wydaje się jednak, że koncepcja taka jest nie do przyjęcia w odniesieniu do form występujących na Wyżynie Lubelskiej. Przeciwko takiej koncepcji przemawiają bowiem następujące argumenty:



Ryc. 14.

Schemat ewolucji kształtów (w planie) zagłębień pierwotnych w wyniku odśrodkowego rozwoju poziomego suffozji chemicznej.

Schema der Formenevolution der ursprünglichen Vertiefungen infolge zentrifugaler horizontaler Entwicklung der chemischen Suffosion.

- a) okrągławe kształty charakterystyczne są nie tylko dla większych wertebów, ale także i dla małych form, w których woda występuje w małych ilościach i w przeciągu bardzo krótkiego okresu czasu;
- b) na zboczach wertebów brak w zasadzie zupełnie jakichkolwiek śladów abrazji (i to zarówno w kształtach zboczy, jak też i w profilach litologicznych);
- c) wykluczone jest, aby abrazja mogła rozwinąć się w wertebach występujących w lasach (ze względu na małą ilość wody i ze względu na osłonę przed wiatrami wprawiającymi wodę w ruch falowy) ⁵⁸⁾.

Powyższy przegląd wykazał więc, że cechy charakterystyczne zjawiska osiadania lessów w zupełności wyjaśniają obserwowane w terenie osobliwości kształtów badanych form rzeźby.

⁵⁸⁾ Należy zresztą w ogóle podkreślić, że możliwości rozwoju abrazji przy istnieniu zwartej, naturalnej szaty roślinnej (nawet nie-leśnej) są znikome; dopiero wprowadzenie sezonowej, „kulturalnej” (uprawowej) szaty roślinnej może zwiększyć szanse rozwoju tego procesu. Wobec tego okrągławe kształty byłyby właściwe tylko wertebom występującym w obszarach zaorywanych systematycznie pod uprawę.

7. Zarys cyklu rozwojowego wertebów rodzaju wymoków

Dotychczasowe badania wertebów rodzaju wymoków dostarczyły materiałów charakteryzujących przede wszystkim proces suffozji chemicznej i jego morfogenetyczną rolę. Dlatego też próbę przedstawienia cyklu rozwojowego badanych form możemy wykonać z pewnym powodzeniem jedynie w odniesieniu do wertebów zawdzięczających swe powstanie głównie temu właśnie procesowi. Zresztą wydaje się, że znaczna większość wertebów rodzaju wymoków należy do form tego właśnie typu.

Podstawowym i decydującym czynnikiem rozwoju procesu suffozji chemicznej jest — obok odpowiednich właściwości skał lessowych (obecność łatwo rozpuszczalnych związków, a przede wszystkim węglanu wapnia) — zstępujący ruch wód atmosferycznych wsiąkających w pokrywę lessową. Dlatego też proces ten może się rozwinąć tylko w klimacie z odpowiednio wysokimi opadami i stosunkowo małym parowaniem (tzn. w warunkach sprzyjających wsiąkaniu w less pokażnej części opadów atmosferycznych). Dalsze rozważania na temat cyklu rozwojowego wertebów wykonamy przy założeniu, że czynniki klimatyczne, decydujące o ilości wsiąkającej w pokrywę lessową wody, nie ulegają istotnym zmianom, a sama ilość tej wody jest wystarczająca dla rozwoju procesu ługowania węglanu wapnia.

W momencie zaistnienia ogólnych warunków hydroklimatycznych sprzyjających rozwojowi ługowania węglanu wapnia, procesem tym może być objęta cała pokrywa lessowa, która powstawała w ogólnych warunkach klimatycznych nie sprzyjających ługowaniu. Gdyby powierzchnia takiej pokrywy była idealnie równa, to rozniary ługowania (a więc i osiadania, czyli zmniejszania miąższości lessu) byłyby w każdym miejscu jednakowe. Jeśli jednak na powierzchni pokrywy lessowej rozwijają się, pod wpływem ługowania węglanu wapnia, zamknięte formy wklęsłe, to musimy przyjąć założenie, że proces ługowania przebiega z różnym natężeniem. Zróżnicowanie takie możliwe jest — przy jednakowej zawartości węglanu wapnia — tylko jako następstwo zróżnicowania stosunków hydroklimatycznych (mikrohydroklimatycznych). Może to mieć miejsce w zasadzie tylko przy istnieniu nierówności powierzchni pokrywy lessowej, tzn. przy obecności form wklęsłych gromadzących wodę i form wypukłych, z których woda spływa. Wynika

z tego wniosek, że koniecznym warunkiem rozwoju wierzchołków jest powstanie na powierzchni lessu zamkniętych form wklęsłych („zagłębień pierwotnych“)⁵⁷). Zagłębienia pierwotne mogły powstawać pod wpływem różnych procesów, ale w każdym bądź razie nie pod wpływem sutflozji chemicznej! O procesach tych pisano już wyżej, obecnie ograniczymy się tylko do podkreślenia, że zagłębienia pierwotne wierzchołków rodzaju wymoków prawdopodobnie charakteryzują się łagodnością kształtów i stosunkowo małymi głębokościami. Wydaje się, że zagłębieniami pierwotnymi nie mogą być formy typu kotłów lessowych.

Powstanie zagłębień pierwotnych powierzchni pokryw lessowych otwiera niejako cykl rozwojowy wierzchołków rodzaju wymoków — tworzy stadium inicjalne tego cyklu. Dla dalszego rozwoju wierzchołków szczególnie duże znaczenie mają rozmiary zagłębień powstających w tym stadium. Rozmiary zagłębień, a właściwie rozmiary ich zlewni, decydują bowiem o ilości gromadzącej się w nich (a więc i wsiąkającej w pokrywę lessową) wody. Zarys dalszego rozwoju wierzchołków wykonamy przy założeniu, że rozmiary zlewni zagłębień pierwotnych są wystarczające dla stworzenia warunków umożliwiających rozwój formy o średnicy rzędu kilkudziesięciu metrów.

Obecność zagłębienia pierwotnego decyduje o tym, że less pod jego dnem może być nasycony wodą wówczas, gdy poza zagłębieniem równocześnie jest on prawie zupełnie suchy. Jeśli zagłębienie występuje w pokrywie lessu eolicznego, charakteryzującego się dużą pierwotną porowatością (rzędu 45—50%), to w następstwie nawodnienia objętość por może ulec dość pokaźnemu zmniejszeniu. Zjawisko to rozwija się szybko i bezpośrednio po nawodnieniu pociągając za sobą szybkie osiadanie lessu, tzn. wzrost głębokości zagłębienia pierwotnego. Ten krótkotrwały okres w rozwoju wierzchołków można określić mianem wstępnego stadium rozwoju pionowego (wzrostu głębokości). Stadium to kończy się w momencie, gdy o osia-

⁵⁷) Obecność takich zagłębień pierwotnych, gromadzących wodę, może umożliwić rozwój procesu ługowania węglanu wapnia nawet przy istnieniu niesprzyjających ogólnych warunków hydroklimatycznych. Dowodem na to mogą być opisane (z okolic Lublina) i zbadane przez Krzysztafowicza (28, str. 122—134), wklęsłe soczewki humusowe z towarzyszącym im od dołu i góry lessiem zglinionym, występujące w obrębie pokładów lessu typowego, zawierającego węglan wapnia. Te soczewki humusowe Krzysztafowicz nazywa „intersubarealnym humusowym lessiem“ i uważa, że powstały one na dnie zagłębień typu stepowych bludiec, istniejących na powierzchni lessu w okresie jego akumulacji.

daniu lessów zaczyna decydować rozwijające się równolegle, ale bardzo wolno, ługowanie węglanu wapnia.

Rozwijający się pod dnem zagłębienia proces ługowania węglanu wapnia powoduje powolne zmniejszanie się masy pokrywy lessowej oraz zmiany właściwości strukturalno-teksturalnych lessu (peptyzacja agregatów i zniszczenie uszływniającego niejako szkielet skalny lepiszcza węglanowego). Usunięcie cementującego lepiszcza węglanu wapnia oraz wzrost ilości cząstek koloidalnych sprzyja rozwojowi selektywnej suffozji mechanicznej (wypłukiwania cząstek koloidalnych). Powoduje to dalsze zmniejszenie masy pokrywy lessowej, co razem z postępującym jeszcze zmniejszaniem porowalności (obecnie w następstwie usunięcia lepiszcza węglanowego) pociąga za sobą powolne osiadanie lessu. Jest to znacznie dłużej trwające niż poprzednie, główne stadium rozwoju pionowego (wzrostu głębokości) wertebu. Stadium to kończy się w momencie, gdy suffozja chemiczna (i mechaniczna) osiągnie maksymalne, możliwe rozmiary w środkowej — najlepiej nawodnionej — części wertebu; zagłębienie osiąga wówczas największą swą głębokość.

Osiągnięcie przez werteb maksymalnej głębokości nie oznacza kresu rozwoju morfogenetycznego procesu suffozji chemicznej (i mechanicznej) w ogóle. W peryferycznych bowiem częściach wertebu nie osiągnął on jeszcze maksymalnych rozmiarów — osiadanie lessu trwa tam nadal. Fakt, że rozwój pionowy ma obecnie miejsce tylko w peryferycznych częściach formy nie wpływa już na wzrost jej głębokości. Rozszerza się jedynie stopniowo, w kierunku odśrodkowym, centralna część wertebu, w której proces osiadania lessu osiągnął kres swego rozwoju. Wykształca się w związku z tym płaskie dno — wzrasta zaś sięg poziomy (promień oddziaływania) suffozji chemicznej (i mechanicznej) i jej następstw. W związku z tym, że głębokość wertebu przestaje wzrastać, akumulowanie w najniższych częściach formy materiału zdenudowanego ze zboczy powoduje bardzo powolne podniesienie poziomu dna⁵⁸). Tak więc dla stadium tego charakterystyczny

⁵⁸) Z rozwojem denudacji na zboczach i akumulacji na dnie należy się liczyć nawet wtedy, gdy mamy do czynienia z formami występującymi wśród leśnych formacji roślinnych. Procesy te mogą się wówczas rozwinąć chociażby pod wpływem grawitacji. Rozmiary zmian powodowanych przez te procesy mogą być omal że niedostrzegalne i dlatego trudne do zaobserwowania.

Proces akumulacji na dnie musiał się rozwijać także i w poprzednich stadiach, jednakże wówczas — przy słabym natężeniu tego procesu — był on rekompensowany z nadmiarem przez osiadanie lessu.

jest wzrost wymiarów poziomych, przy pewnej stabilizacji (a nawet nieznacznym zmniejszaniu) głębokości formy. W związku z tym ten okres rozwoju można określić jako stadium rozwoju poziomego wertebru. Rozwój wertebru w kierunku poziomym odbywał się oczywiście także i w obu poprzednich stadiach. Wówczas jednak ten kierunek ustępował niejako na drugi plan wobec kierunku pionowego. Obecnie sytuacja odwróciła się — kierunek poziomy wysunął się zdecydowanie na pierwszy plan. Stadium to kończy się w momencie, gdy — przy nie wzrastającej powierzchni zlewni i wysokości opadów — woda gromadząca się w zagłębieniu przestaje pokrywać całe dno wertebru. Zasięg poziomy procesu suffozji chemicznej w zasadzie nie rozszerza się już, co jest równoznaczne z zanikaniem samego procesu

O dalszym rozwoju wertebru zaczyna teraz decydować proces denudacji zboczy i akumulacji na dnie. Mogą to być procesy zachodzące bardzo wolno jednakże nieuchronnie. W związku z tym będzie zmniejszała się stopniowo głębokość wertebru (obniżanie poziomu zboczy i podnoszenie poziomu dna). Wypełnianie najgłębszej części formy osadami może wówczas doprowadzić do nieznacznego podnoszenia poziomu zwierciadła maksymalnego wodostanu, w związku z czym zwiększy się nieco powierzchnia pokryta wodą. W peryferycznej części formy mogą w ten sposób ponownie rozwinąć się — na małą jednak skalę — procesy suffozji chemicznej i mechanicznej. Może to być jednak tylko drobnym incydentem odsuwającym na krótki okres czasu kres rozwoju formy. Jest to bowiem już końcowe stadium wypełniania i zaniku wertebru. Zanik formy wertebrów zasadniczo ma miejsce dopiero wówczas, gdy „zamknięta“ dotychczas forma wklęsła zostaje „otworzona“, tzn. gdy denudacja doprowadzi do włączenia wertebru w system dolinny posiadający odpływ powierzchniowy.

W ten sposób doszliśmy do wyodrębnienia w cyklu rozwojowym interesujących nas form pięciu następujących stadiów: 1) stadium inicjalne, 2) wstępne stadium rozwoju pionowego, 3) główne stadium rozwoju pionowego, 4) stadium rozwoju poziomego i 5) stadium wypełniania i zaniku. Jest rzeczą znamioną, że suffozja chemiczna tylko w trzech stadiach środkowych jest procesem decydującym o rozwoju wertebru. W stadium początkowym i końcowym rozwój odbywa się pod wpływem procesów nie mających w zasadzie nic wspólnego z suffozją.

Każdemu z wyodrębnionych stadiów odpowiadają charakterystyczne cechy kształtów, na podstawie których można ocenić stan zaawansowania cyklu rozwojowego. Ten stan zaawansowania rozwoju może być bardzo różny u form bezpośrednio ze sobą sąsiadujących. Zróżnicowaniu stanu zaawansowania rozwoju w poważnym stopniu niewątpliwie zawdzięczamy różnorodność kształtów wertebów obserwowanych na Wyżynie Lubelskiej (vide charakterystyka morfograficzna wertebów rodzaju wymoków). Zresztą w tym względzie bardzo dużą rolę odgrywa nie tylko stan zaawansowania rozwoju, ale także i osobliwości indywidualne (np. uwarunkowane różnym ukształtowaniem podłoża pokryw lessowych) oraz różne zaburzenia cyklu rozwojowego poszczególnych wertebów.

Wyżej podkreślano już, że rozwój wertebów może przebiegać zgodnie z naszkicowanym cyklem zasadniczo tylko przy mniej więcej stałym układzie — co jest w zasadzie nie do przyjęcia — czynników warunkujących (a przede wszystkim przy stałej wysokości opadów i parowania oraz przy niezmienniającej się powierzchni zlewni). Zmiany odpowiednich czynników klimatycznych lub powierzchni zlewni mogą spowodować zahamowanie (zmniejszenie wysokości opadów lub powierzchni zlewni, zwiększenie parowania), albo przyspieszenie czy nawet regenerację (zwiększenie wysokości opadów lub powierzchni zlewni, zmniejszenie parowania) cyklu rozwojowego. Przy zbyt małych rozmiarach powierzchni zlewni może nie rozwinąć się odpowiednio stadium czwarte. W pokrywie lessów o małej porowatości pierwotnej nie rozwija się stadium drugie. Podobnych i innych przykładów zaburzeń, które czasem mogą zupełnie zmienić ogólny charakter cyklu rozwojowego, można byłoby przytoczyć znacznie więcej. Ograniczymy się jednak tylko do podkreślenia roli działalności gospodarczej człowieka; działalność ta może spowodować zasadnicze zaburzenia cyklu rozwojowego. Dla ilustracji wystarczy wspomnieć tylko o zabiegach takich jak: zaorywanie (często równoznaczne z gwałtownym przejściem do końcowego stadium wypełniania wertebów), przekopywanie rowów odwadniających (równoznaczne z włączeniem wertebu do sieci dolinnej z odpływem powierzchniowym), czy wreszcie drenowanie (równoznaczne z radykalnym zmniejszeniem wysokości opadów czy powierzchni zlewni).

8. Czas powstania i wiek wertebów rodzaju wymoków

Rozważania nad rozwojem wertebów rodzaju wymoków doprowadziły nas do wniosku, że omawiane formy rzeźby, występujące na Wyżynie Lubelskiej, znajdują się w różnych stadiach rozwojowych. Fakt ten można tłumaczyć zróżnicowaniem czasu powstania względnie tempa rozwoju wertebów. Obecnie postaramy się ustalić dokładniej granice okresu czasu, w ciągu którego powstawały i rozwijały się werteby.

Wydaje się, że wspomniane już wyżej (vide odsyłacz Nr 57) badania *Kriształowicza* dostarczyły pewnych dowodów na istnienie wertebów w okresie akumulacji pyłu lessowego. Opisane przez tego autora profile jednolitych — nie wykazujących żadnej dwudzielności — pokryw lessu typowego (lessu subaeralnego), zawierającego wklęsłe soczewki humusowe, są zupełnie podobne do profili pokryw lessowych pod współczesnymi wertebami. Największe z tych soczewek osiągały do 34 m długości i do 0.9 m grubości. Pod i nad soczewkami humusowymi występował (także w postaci soczewkowatych warstw) less zgliniony (deluwialny lessowy suglinek), osiągający miąższość do 2,1 m (podległy) i do 1,5 m (nadległy). Podane przez *Kriształowicza* wyniki analiz granulometrycznych i petrograficznych świadczą, że soczewki humusowe i less zgliniony tworzą odmianę diagenezy lessu typowego. Wklęsły kształt soczewek świadczy, że rozwinęły się one na dnie małych zagłębień bezodpływowych⁵⁹⁾. Obecność tych zagłębień stwarzała zupełnie inne, niż w otaczających częściach narastającej pokrywy lessowej, warunki mikrohydroklimatyczne, a więc i bioekologiczne. W związku z tym na dnie zagłębień mógł się rozwinąć — przy ogólnych, niesprzyjających warunkach makrohydroklimatycznych — typowy poziom humusowy oraz proces ługowania węglanu wapnia (w następstwie tego procesu powstał zgliniony less podległy). Ten proces ługowania rozwijał się także jeszcze wtedy, gdy opadający z atmosfery pył lessowy szybko — o czym świadczy przerwanie procesu akumulacji humusu — wypełniał zagłębienie (powstał przy tym zgliniony less nadległy).

⁵⁹⁾ Według *Kriształowicza* zagłębienia te mogły powstać jako formy odzwierciadlające rzeźbę podłoża pokryw lessowych, albo też jako kotlinki deflacyjne („kotły wydumania”) (28, str. 122—123).

Z opisu Kriształowicza wynika więc, że zagłębienia bezodpływowe, w których powstał „less humusowy“, nie były efemerycznymi tylko formami inicjalnego stadium rozwoju. Takie rozwinięte formy „kopalnych wertebów“ obserwował wspomniany autor w pokrywie lessu typowego na różnych głębokościach (od 1,5 do 5,6 m), w częściach spągowych i stropowych pokrywy. Możemy wobec tego przypuszczać, że wertebry powstawały i rozwijały się omal że od początku okresu akumulacji pyłu lessowego.

Jeśli więc przyjmujemy, że odpowiednie warunki dla rozwoju wertebów mogły istnieć w okresie suchego klimatu akumulacji pyłu lessowego, to powinniśmy także zgodzić się z twierdzeniem, iż obecnie warunki takie także istnieją. Współcześnie bowiem ogólne stosunki hydroklimatyczne są znacznie bardziej sprzyjające, a odpowiednie właściwości lessów, warunkujące rozwój procesów morfogenetycznych wertebów, istnieją niewątpliwie przynajmniej w części obszaru pokrywy lessowych. Radykalnej zmianie uległy tylko warunki powstawania zagłębień pierwotnych. W warunkach naturalnych — gdyby takie istniały na obszarze wyżyny — możliwości powstawania zagłębień pierwotnych byłyby (ze względu na obecność szaty roślinności leśnej) znacznie mniejsze niż w okresie akumulacji pyłu lessowego⁶⁰). We współczesnych warunkach „kulturalnych“ zaistniały nowe możliwości rozwoju takich zagłębień w związku z działalnością gospodarczą człowieka.

Dedukcyjny wniosek o istnieniu współcześnie powstających wertebów możemy poprzeć wynikami odpowiednich obserwacji terenowych. Autor pracy dotychczas nie miał możliwości obserwowania wertebów „in statu nascendi“. Możliwe byłoby to zresztą tylko przy kilkuletnich obserwacjach odpowiednio wybranego terenu, ewentualnie na drodze przeprowadzenia eksperymentu terenowego. Mogę jednak powołać się na obserwacje prof. dr. Ziemińskiego, który był uprzejmy podzielić się wynikami swych spostrzeżeń, za co składam Mu serdeczne podziękowanie. Prof. dr S. Ziemiński obserwował powstawanie małych zagłębień bezodpływowych w czasie badań nad erozją gleb, przeprowadzanych od 1950 roku na polach Zakładu Doświad-

⁶⁰) Wydaje się jednak, że możliwości rozwoju zagłębień pierwotnych w warunkach naturalnych, typowych dla ostatniego okresu dziejów Wyżyny Lubelskiej, niewątpliwie istniały. Zagłębienia pierwotne mogły bowiem powstawać chociażby jako wykroty leśne.

czalnego I. U. N. G. w Werbkowicach. Zagłębia te uformowały się na polach ornych na splaszczonym grzbietowym wzniesionym 25—30 m ponad dno doliny Huczwy.

Tak więc stwierdzamy, że wertebry powstawały i rozwijały się na powierzchni pokryw lessowych od okresu formowania się tych pokryw aż do chwili obecnej. Nie ma żadnych pewnych podstaw, które pozwalałyby wyodrębnić w okresie istnienia pokryw lessowych podokresy intensywniejszego i słabszego rozwoju wertebów. Można jedynie przypuszczać, że zmiany klimatyczne (wahania wilgotności) powodowały niewątpliwie zmiany rytmu rozwoju, a zapewne także i ilości wertebów

Znacznie trudniej jest powiedzieć cośkolwiek na temat wieku istniejących wertebów. Czas trwania cyklu rozwojowego tych form może być prawdopodobnie bardzo różny. Na razie nie mamy żadnych podstaw dla określenia czy są to dziesiątki, setki, czy też tysiące lat. Opierając się na wynikach badań radzieckich nad „prosadkami lessow” pod wpływem nawodnienia (6, str. 67—72) można jedynie stwierdzić, że wstępne stadium rozwoju pionowego wertebów może trwać zaledwie kilka lat. Stadium trzecie i czwarte, rozwijające się w wyniku ługowania węglanu wapnia (ewentualnie także wypłukiwania cząstek koloidalnych) wymaga prawdopodobnie znacznie dłuższego okresu czasu.

Ługowanie węglanu wapnia przez wody atmosferyczne odbywa się bardzo wolno. Od czasu zakończenia akumulacji lessu do chwili obecnej odwapnienie objęło poza wertebami tylko powierzchnię część osadów do głębokości około 1,5 m (przy powierzchniach o bardzo małych nachyleniach). Biorąc pod uwagę grubość tej odwapnionej warstwy i wiek pokrywy lessowej, można by próbować obliczyć tempo ługowania węglanu wapnia poza wertebami. Dałoby to podstawę — przy założeniu stosunku ilościowego wody przepływającej przez pokrywę lessową w obrębie wertebów i poza wertebami — do orientacyjnego obliczenia czasu potrzebnego dla odwapnienia lessu w całej miąższości pokrywy lessowej pod dnem wertebów. Obliczenie takie nie dałoby jednak miarodajnych wyników ze względu na duże różnice warunków, w jakich odbywa się ługowanie przy wypukłych i wklęsłych formach rzeźby. Przy formach wypukłych tylko nieznaczna część wód opado-

wych wsiąka w pokrywę lessową. Znaczna część tej wody spływa do form wklęsłych. Woda wsiąkająca w less w nieznacznych ilościach pozostaje w obrębie warstwy osadu w porach kapilarnych (wody przeważnie jest zbyt mało w takich warunkach, aby mogła ona — po wypełnieniu por — przepływać przez pokrywę lessową). W okresie bezdeszczowym woda ta, razem z rozpuszczonym węglanem wapnia, podsiąka ku powierzchni i — parując — pozostawia węglan wapnia w stropowych częściach pokrywy lessowej (tzn. tam, skąd go uprzednio wypłukała!). Zupełnie inaczej natomiast przedstawia się ten proces przy formach wklęsłych (wertebach). Pokrywa lessowa pod dnem wertebów nasycona jest wodą przez znaczną część roku; rozwijają się wówczas tylko zstępujące ruchy wody. Podsiąkanie wody ku powierzchni, rozwijające się w takich warunkach w przeciągu ograniczonego okresu czasu, odgrywa niewielką tylko rolę.

Na razie możemy więc tylko stwierdzić ponad wszelką wątpliwość, że szybkość rozwoju i wiek wertebów rodzaju wymoków może być bardzo różny i zależy przede wszystkim od ilości wody gromadzącej się w zagłębieniach i infiltrującej w głąb pokryw lessowych.

IV. Znaczenie gospodarcze wertebów obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej

Miarą porównawczą znaczenia gospodarczego obu wyodrębnionych rodzajów morfograficznych wertebów (rodzaju „kottłów“ i „wymoków“) Wyżyny Lubelskiej mogłyby być rozmiary zajętej przez nie powierzchni. Nie mamy jednak żadnych danych, które pozwoliłyby ująć liczbowo odpowiednie stosunki powierzchniowe. Opierając się na obserwacjach terenowych możemy tylko stwierdzić, iż przy stosowaniu takiego miernika doszlibyśmy do wniosku, że znaczenie gospodarcze wertebów rodzaju kottłów jest kilkakrotnie przynajmniej mniejsze niż wertebów rodzaju wymoków. Zresztą problem znaczenia gospodarczego wertebów rodzaju kottłów jest właściwie częścią tylko problemu znaczenia gospodarczego rynien erozyjnych (od drobnych żłobków do dużych wąwozów). Dlatego też niżej zajmiemy się tylko omówieniem znaczenia gospodarczego wertebów rodzaju wymoków.

1. Zagadnienie wertebów w rolnictwie

a. Znaczenie wertebów przy obecnym stanie ich zagospodarowania

Wszystkie większe werteby w krajobrazie pól uprawnych wyróżniają się odrębnym przeważnie typem użytkowania ziemi. Najczęściej mają one charakter małych płątów łąkowych, rozrzuconych bezładnie wśród różnych prostokątów łąnów zboża czy innych roślin uprawnych. Wartość gospodarcza tych małych „łączek“ jest zwykle niewielka, gdyż przez znaczną część roku zalane są one wodą. Bardzo często są one zupełnym nieużytkiem ze względu na ich skład florystyczny; obok lichych traw występują w nich liczne chwasty typowe dla wilgotnych pól i czasem roślinność ziemnowodna. Mniejsze werteby przeważnie zostały już zaorane. Znaczna część z nich, tzn. te w których gromadzi się na wiosnę nieco więcej wody, wyodrębnia się jednak odmiennym typem uprawy (dość często można spotkać w nich uprawę kapusty i konopi).

Poważna jest rola wertebów jako zbiorników wody. Przy obecnym jednak stanie ich zagospodarowania, z punktu widzenia interesów bezpośredniego użytkownika wertebów, jest to rola wyraźnie ujemna. Fakt, że w wertebach gromadzi się woda (szczególnie na wiosnę) uniemożliwia często zajęcie ich pod uprawę. A jeśli rolnik zdecyduje się na zaoranie zagłębienia, to skrzepowany jest przy wyborze uprawy (np. zasiewy zbóż ozimych narażone są na zniszczenie w okresie zalania przez roztopowe wody wiosenne). Sama woda, gromadząca się w zagłębieniach, także nie może mieć większej wartości gospodarczej ze względu na okresowe przeważnie jej występowanie oraz ze względu na zanieczyszczenia. Z przykładami używania tej wody dla celów gospodarczych można się spotkać obecnie raczej wyjątkowo.

Dużą rolę odgrywają także werteby jako naturalne przeszkody terenowe przy robotach polnych. Przy uprawie ziemi często zachodzi konieczność omijania wertebów jeśli wypełnione są wodą. Obecność większej liczby takich form (wypełnionych wodą) często powoduje poważne opóźnienia terminu uprawy (którą można rozpocząć dopiero po zniknięciu wody w wertebach).

b. Możliwość racjonalnego wykorzystania gospodarczego wertebów

Wertebów, które praktycznie tworzą obecnie zupełne nieużytki jest stosunkowo niewiele i są to wyłącznie formy większe. Jednakże te, które są użytkowane bez stosowania odpowiednich melioracji, często dają niewielkie tylko korzyści gospodarcze. Dlatego też problem racjonalnego wykorzystania gospodarczego aktualny jest także w odniesieniu do wertebów użytkowanych.

Pozornie najbardziej racjonalne mogłoby wydawać się zajęcie wszystkich wertebów pod uprawę. Po zdecydowaniu takiego sposobu użytkowania należałoby tylko usunąć przeszkody uniemożliwiające uprawę i zagadnienie byłoby rozwiązane. Tak też w wielu przypadkach postępowano; przekopywano kanały odwadniające (często można je spotkać np. w zachodniej części Padolu Zamojskiego) i zaorywano wertebry. Takie rozwiązanie, z punktu widzenia wymagań planowej gospodarki zasobami środowiska geograficznego, nie zawsze jest jednak racjonalne, a nawet w wielu przypadkach wręcz szkodliwe. Nie będzie bowiem racjonalne takie rozwiązanie wtedy, gdy uzyskanie pod uprawę powierzchni wertebu opłacimy stratą zbyt dużej powierzchni zajętej przez rów odwadniający albo opłacimy dużym kosztem drenażu podziemnego. Będzie szkodliwe takie rozwiązanie, gdy odwodnimy wertebry w obszarze z głęboko zalegającym poziomem wód gruntowych — w obszarze cierpiącym na brak wody.

Owadnianie wertebów jest zabiegiem wpływającym na całokształt stosunków hydroklimatycznych środowiska geograficznego. Zabieg taki równoznaczny jest z przyspieszeniem i zwiększeniem spływu wód atmosferycznych oraz zmniejszeniem parowania i wsiąkania. W związku z tym zmniejsza się wilgotność powietrza i obniża poziom wód gruntowych, co pociąga za sobą dalsze, niekorzystne z gospodarczego punktu widzenia zmiany innych jeszcze zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym. Wszystkie te zmiany można określić jednym słowem — „wysychanie”. W niektórych częściach Wyżyny Lubelskiej zjawisko to zaznaczyło się w przeciągu ostatnich kilkudziesięciu lat w dość ostrej formie (36, str. 147—149).

Nie ulega wątpliwości, że jedną z bardziej ważkich przyczyn wysychania obszarów lessowych — z natury obdarzonych bardzo ubogą siecią wód powierzchniowych — było między innymi także odwadnianie

wertebów. Z faktem tym musimy się liczyć przy opracowywaniu planów racjonalnego wykorzystania gospodarczego tych form.

Po uwagach powyższych wydaje się jasne, że z punktu widzenia potrzeb racjonalnego zagospodarowania wertebów należy podzielić na następujące grupy:

- 1) wertebów małe, które mogą być zajęte pod uprawę bez zastosowania kosztownych zabiegów (a nie nadają się — ze względu na swoją pojemność i rozmiary zlewni — do wykorzystania w charakterze zbiorników wodnych);
- 2) wertebów duże, które mogą (i powinny) być wykorzystane jako retencyjne zbiorniki wodne, potrzebne dla poprawienia stosunków hydroklimatycznych środowiska geograficznego (a przy próbach zajęcia pod uprawę wymagałyby w większości przypadków dość kosztownych melioracji).

Przy opracowywaniu planów zagospodarowania wertebów grupy pierwszej musimy pamiętać o tym, że zajęcie ich pod uprawę może spowodować pewne utrudnienia w niektórych pracach polnych. Może to być szczególnie uciążliwe przy uprawie mechanicznej i przy stosowaniu uprawy jednego typu na dużym obszarze. W planach zagospodarowania takich wertebów należy szczególnie uwzględnić prostsze zabiegi — po uprzednim zbadaniu możliwości ich stosowania — zmierzające do:

- a) szybkiego wypełnienia albo otworzenia form mniejszych (można to osiągnąć np. przez zastosowanie odpowiedniego systemu orki),
- b) regulowania ilości wód spływających do form o większych zlewniach (np. przez przeorywanie w odpowiednim czasie bruzdy odprowadzającej wodę z części zlewni poza zagłębienie).

Wypełnienie lub otworzenie zanikniętych zagłębień będzie równoznaczne z przerwaniem cyklu rozwojowego wertebów; dzięki temu osiągniemy przynajmniej ograniczenie możliwości pogłębiania i rozszerzania się formy. Podobny powinien być efekt zabiegów regulujących dopływ wody do wertebów. Zabiegi te, oprócz ograniczenia możliwości dalszego rozwoju morfogenetycznego procesu suffozji chemicznej, dadzą bezpośredni efekt w postaci częściowego przynajmniej zabezpieczenia upraw przed wymakaniem w okresie wiosennym.

W obszarze zwartego występowania wertebów celowe będzie wydzielanie „pól wertebowych“, na których można będzie stosować spe-

cialne uprawy wieloletnie, co ułatwi stosowanie zabiegów zmierzających do regulowania ilości wody w zagłębieniach.

Więcej uwagi należałoby poświęcić zagadnieniu zagospodarowania dużych wertebów, które przeznaczone zostaną na zbiorniki wodne. W wertebach tych można będzie gromadzić, obok wody pochodzącej z własnej zlewni zagłębienia, także wodę doprowadzaną z małych form zajętych pod uprawę. Zbocza takiego zbiornika należałoby zabezpieczyć przed ewentualnym niszczeniem przez procesy abrazji. W tym celu można będzie wprowadzać na nich wieloletnią uprawę roślin szybko wytwarzających zwartą pokrywę darniową. Poza tym pożądane będzie otaczanie zbiorników żywopłotem krzewiasto-drewniastym. Wprowadzenie żywopłotu przyczyni się do:

- a) zatrzymania maksymalnej ilości śniegu (wody) w obrębie zbiornika;
- b) zmniejszenia bezpośredniego parowania z powierzchni wodnej zbiornika ⁶¹⁾;
- c) zmniejszenia do minimum niebezpieczeństwa zapełniania basenu zbiornika osadami przynoszonymi przez wodę z obszaru całej zlewni;
- d) poprawienia stosunków mikroklimatycznych pól otaczających zbiornik;
- e) otrzymania po pewnym okresie czasu cennego surowca w postaci drewna;
- f) wprowadzenia cennych walorów estetycznych do krajobrazu.

Przy odpowiednich zabiegach w niektórych zbiornikach wertebowych można będzie utrzymać wodę w przeciągu całego roku. Zbiorniki takie mogłyby mieć wtedy pewne bezpośrednie znaczenie gospodarcze. Dla przykładu można wspomnieć chociażby o możliwościach stosowania nawodnienia (oczywiście na małą skalę) dla upraw ogrodowych, zaprowadzenia hodowli ryb ⁶²⁾, wykorzystania wody w gospodarstwie itp.

⁶¹⁾ Zmniejszenie parowania z powierzchni zbiornika prawdopodobnie byłoby zrekomensowane z nadmiarem przez transpirację krzewów i drzew. Tak więc wskaźnik wilgotności powietrza w otoczeniu zbiornika nic by na tym nie stracił, a woda zostałaby wykorzystana „do produkcji” masy drzewnej.

⁶²⁾ Z informacjami o prowadzeniu gospodarstwa rybnego w zbiornikach wertebowych zetknął się autor w terenie dwukrotnie. Ze względu jednak na to, że hodowla zaniechana została już przed kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu laty, trudno było ustalić czy próby te dawały trwałe, wieloletnie rezultaty.

Przekształcanie wertebów w zbiorniki wodne będzie szczególnie pożądane na poziomach wyżej wzniesionych ponad dna dolinne. Poziomy te, znajdujące się zwykle w położeniu działowym, wykazują wyraźne oznaki przesuszenia po wycięciu lasów. Ze względu na zupełny brak w tych obszarach wód powierzchniowych i głębokie zaleganie poziomu wód gruntowych, woda zgromadzona w wertebach może mieć tutaj duże znaczenie gospodarcze. Natomiast na terasie nadzalewowej, szczególnie w górnych biegach rzek, gdzie wysokość względna tej terasy jest nieznaczna, urządzenie zbiorników wertebowych może być niecelowe, a nawet szkodliwe. W przypadku bowiem płytkiego zalegania wód gruntowych zabieg taki może przyczynić się do zabagnienia otoczenia zbiornika. Dlatego też przed powzięciem odpowiedniej decyzji zakładania zbiorników na terasie nadzalewowej należy przeprowadzić odpowiednie badania.

2. Zagadnienie wertebów w budownictwie

Wertebry lessowe mają poważne znaczenie gospodarcze nie tylko dla rolnictwa. Ze względu na osłabiwość rzeźby i procesów geologiczno-geomorfologicznych formy te odgrywają niemniej poważną rolę w budownictwie.

Duże wertebry o znacznej głębokości i bardziej stromych zboczach niewątpliwie w dużym stopniu ograniczają możliwości lokalizacji obiektów budowlanych (szczególnie większych). Przy konieczności lokalizowania obiektów w miejscach występowania wertebów trudno będzie uniknąć poważniejszych robót przy niwelowaniu terenu albo konieczności wykonywania głębokich wkopów. Trudności nie zakończą się jednak na lokalizacji; poważne kłopoty zaczną się dopiero przy realizowaniu budowy.

Zasadniczą trudność na etapie realizacji budowy obiektów typu średniego i ciężkiego w obszarach wertebowych stwarza niebezpieczeństwo nierównomiernego osiadania podłoża pod wpływem obciążenia. Z niebezpieczeństwem takim w przypadku podłoża lessowego mało się u nas dotychczas liczone. A przecież niebezpieczeństwo takie zagraża chociażby ze względu na zróżnicowanie miąższości pokrywy lessowej. W przypadku obszarów wertebowych w grę wchodzi nie tylko różnica miąższości lessu, ale także poważne zróżnicowanie jego właściwości.

Zjawisko osiadania lessu pod fundamentami rozwinie się przede wszystkim poza strefą dna wertebów, tzn. w obrębie części pokrywy lessowej, które nie były objęte (względnie były objęte w małym stopniu) procesami suffozji chemicznej i mechanicznej. Niebezpieczeństwo zaistnienia takiego zjawiska — i to rozwijającego się w szybkim tempie — będzie szczególnie groźne, jeśli przez wykonanie wkopów fundamentowych ułatwi się dostęp większych ilości wody do głębszych części pokrywy lessowej. Przytoczone wyżej obserwacje, przeprowadzone w Wierzchowinie (vide odsyłacz Nr 52), świadczą o tym, że lessy lubelskie wykazują zdolność do osiadania pod wpływem nawodnienia. Jeśli przez zrealizowanie budowy umożliwiony zostanie na stałe dostęp wody do głębszych części pokrywy lessowej, to poza wertebami rozwinie się także powoli przebiegające (w przeciągu dłuższego okresu czasu) zjawisko osiadania w następstwie ługowania węgla wapnia.

Natomiast w obrębie dna wertebów zjawisko osiadania może się w ogóle nie rozwinąć, względnie jeśli się rozwinie, to będzie miało prawdopodobnie inny charakter, a przede wszystkim będzie znacznie mniej efektywne.

Obecność poziomego kurzawkowego w obszarze wertebowym stwarza jeszcze dalsze niebezpieczeństwa osiadania w następstwie rozwoju zjawiska wyciskania kurzawki. Z niebezpieczeństwem takim należy się poważniej liczyć przede wszystkim przy płytkim występowaniu wód gruntowych.

Ze względu na te szczególne niebezpieczeństwa nierównomiernego osiadania dokumentacja i plany budowy w obszarach wertebowych powinny być bardzo starannie pod tym kątem widzenia opracowane. W dokumentacji fizjograficznej należy szczególny nacisk położyć na dokładne zbadanie:

- 1) właściwości lessów w obrębie wertebów i poza wertebami;
- 2) stosunków hydrogeologicznych całego obszaru przyległego do terenu przewidzianego pod zabudowę.

Przy opracowywaniu planów i realizowaniu budowy powinny być przewidziane między innymi zabiegi takie, jak:

- 1) sztuczne nawodnienie wkopów fundamentowych celem spowodowania osiadania lessu przed założeniem fundamentów;

- 2) staranne zabezpieczenie fundamentów przed dostępem większej ilości wód atmosferycznych;
 - 3) specjalne zabezpieczenie wszelkich instalacji wodnych.
-

Dotychczasowy stan zbadania wertebów obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej jest bardzo nierównomierny. Wprawdzie obserwacjami ogólnymi i wstępnymi badaniami objęte zostały prawdopodobnie prawie wszystkie najważniejsze typy genetyczne tych form, ale badania szczegółowe zostały dopiero zapoczątkowane (i objęły tylko niektóre typy). Szczególnie zaznacza się brak dokładniejszych badań wertebów rodzaju wymoków występujących na terasie nadzalewowej.

Brak szczegółowszych badań wertebów rodzaju kotłów nie pozwala na dokładniejsze opracowanie charakterystyki odpowiednich procesów morfogenetycznych. Przed badaniami wymoków terasy nadzalewowej stoi do rozwiązania zasadniczy problem stosunku form reliktowych (np. starorzeczy) do form zawdzięczających swe powstanie suffozji chemicznej i mechanicznej. Rozwiązanie tych i innych, nie wymienionych tutaj problemów, należy do przyszłych badań.

Dalsze badania powinny zmierzać przede wszystkim do:

- 1) wyodrębnienia i zbadania wszystkich procesów morfogenetycznych wertebów, a co za tym idzie i do wyodrębnienia wszystkich typów genetycznych tych form rzeźby;
- 2) dokładniejszego zbadania zagadnienia cyklu rozwojowego (a szczególnie czasu jego trwania) najważniejszych typów genetycznych wertebów;
- 3) ustalenia możliwości i warunków współczesnego rozwoju wertebów rodzaju wymoków;
- 4) ustalenia najważniejszych kryteriów szybkiego rozpoznania terenowego najważniejszych typów genetycznych wertebów.

Równoległe z rozwiązywaniem tych problemów ogólnogeomorfologicznych można będzie wykorzystać wyniki badań dotychczasowych przy kartowaniu geomorfologicznym. Wyniki takiego kartowania dostarczą niewątpliwie cennego materiału do dyskusji nad zagadnieniami zespołów form rzeźby i procesów morfogenetycznych obszarów lessowych w ogóle.

Ponieważ wyniki badań wertebów mogą mieć duże znaczenie praktyczne, więc należy przy tym zwrócić uwagę na aspekt gospodarczy

badanego zagadnienia. Szczególnie duże znaczenie w tym względzie będzie miało zbadanie możliwości:

- 1) tworzenia w wertebach rodzaju wymoków zbiorników wodnych;
- 2) likwidacji niektórych mniejszych form istniejących;
- 3) kierowania przebiegiem cyklu rozwojowego form większych;
- 4) zapobiegania rozwojowi nowych form.

Wyniki dotychczasowe pozwalają przypuszczać, że dalsze badania małych, niepozornych form rzeźby, jakimi są wertebry lessowe, dostarczą okazji do bliższego poznania niektórych procesów geologiczno-geomorfologicznych. Odnosi się to przede wszystkim do procesów suffozji chemicznej, suffozji mechanicznej i wyciskania podłoża kurczawkowego; w badaniach dotychczasowych znaczenie morfogenetyczne tych procesów było raczej niedoceniane. Rozwój teorii tych procesów ma bezpośrednie znaczenie nie tylko dla geomorfologii, ale także i dla geologii stosowanej. Znajomość bowiem tych procesów jest konieczna przy opracowywaniu planów budowy obiektów lokalizowanych w obszarach wertebowych oraz przy planowaniu zabiegów zmierzających do zwalczania wertebów rozwijających się tam, gdzie zjawisko to jest niepożądane.

Rozwój teorii procesów morfogenetycznych wertebów ma także pewne znaczenie dla geografii fizycznej kompleksowej. Dokładna bowiem znajomość tych procesów ułatwia poważnie zrozumienie roli danej formy rzeźby (wertebów) w życiu środowiska geograficznego. Poznanie tej roli jest podstawowym warunkiem poprawnego prognozowania zmian, jakie zajdą w środowisku geograficznym w następstwie zastosowania określonego typu zagospodarowania wertebów. Pozwoli to uniknąć stosowania wszelkich zabiegów, które mogłyby wpłynąć niekorzystnie na zjawiska i procesy zachodzące w środowisku geograficznym, co jest podstawowym warunkiem planowego, racjonalnego gospodarowania zasobami tego środowiska w interesie społeczeństwa.

L I T E R A T U R A

1. Berendt — Gletscherteorie oder Drifttheorie in Norddeutschland. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Berlin, 1880.
2. Berg L. S. — Geograficzeskije zony Sowjetskogo Sojuza. Tom I. Izd. 3. Moskwa, 1947.
3. Bondarczuk W. G. — Osnowy geomorfologii. Moskwa, 1949.
4. Cvijić J. — Das Karstphänomenen. Geographische Abhandlungen hgb. v. A. Peck. Band. V. Wien, 1893.
5. Cvijić J. — Karst. Geografska Monografija. Beograd, 1895.
6. Dienisow N. J. — Stroitielnyje swojstwa lessa i lessowidnych suglinkow. Izd. 2. Moskwa, 1953.
7. Dobrzański B. — Studia gleboznawcze nad lessami północnej krawędzi Podola. Annales UMCS. Sectio E. Vol. I. Nr 2. Lublin, 1947.
8. Dobrzański B. — Fizyczne własności lessu. Przegląd Geograficzny. Tom XXII. Str. 89—95. Warszawa, 1950.
9. Dobrzański B. i Ziemiński S. — Projekt układu pól na erodowanych czarnoziemach w Werbkowicach. Annales UMCS. Sectio E. Vol. VI. Str. 75—116. Lublin, 1951.
10. Dokuczajew W. W. — Owragi i ich znaczenie. Trudy Wolnogo Ekonomiceskogo Obszczestwa. Tom 3. Wyp. 2. S.—Pitierburg, 1877.
11. Dokuczajew W. W. — Sposoby obrazowania rzecznych dolin Jewropiejskiej Rossii. S.—Pitierburg, 1878.
12. Dokuczajew W. W. — Nasze stępy przed i teraz. Klasyki rosyjskiej agronomii w walce z suszą. Str. 11—109. Moskwa, 1951 (I wydanie 1892).
13. Dylik J. — Cechy rozwoju najnowszej geomorfologii. Przegląd Geograficzny Tom XXV. Zeszyt 2. Str. 4—35. Warszawa, 1953.
14. Dziubiński S. — Tektonika pd. części Wyżyny Krakowskiej. Acta Geologica Polonica. Vol. III. Nr 3. Warszawa, 1953.
15. Frołow A. M. — Mierniki zabezpieczenia trwałości ziemnych mas i сооружений. Moskwa, 1949.
16. Gumieski B. M. — Osnowy geologii dla stroiciela. Moskwa—Leninograd, 1949.
17. Halicki B. — Rola lodu gruntowego w kształtowaniu plejstocenских form peryglacialnych. Acta Geologica Polonica. Vol. II. Str. 616—618. W-wa, 1951.
18. Ignatiew F. F. — O czym mówią rzeki. Rosyjski Wiestnik. Tom 175. 1885.
19. Iwanow D. L. — Issledowanija w Stawropolskoj gubernii w 1886 g. Gornyj Żurnal. Tom. 2. Nr 7, 1887.
20. Izmailski A. A. — Jak wyschła nasza step. Klasyki rosyjskiej agronomii w walce z suszą. Str. 111—169. Moskwa, 1951 (I wydanie 1893).

21. Izmailskij A. A. — Włażność poczwij i gruntowaja woda w swjazi s reliefom miestnosti i kulturnym sostojanijem powierchnosti poczwij. Połtawa, 1894
22. Jahn A. — Materiały do geologii czwartorzędu północnej części arkusza 1:300.000 Zamość. Z badań czwartorzędu w Polsce. Tom 2. Str. 407—470. P.I.G Biuletyn 66. Warszawa, 1952.
23. Janiszewski M. — Atlas geograficzny Polski. Warszawa, 1952.
24. Kalniet A. — Zagadnienie genezy i wieku tzw. oczek lodowcowych. Wiadomości Muzeum Ziemi. Tom VI. Str. 339—355. Warszawa, 1952.
25. Keil K. — Ingenieurgeologie und Geotechnik. Halle (Saale) 1951.
26. Kriechbaum E. — Studja nad morfologją loessu w południowej części powiatu chełmskiego. Przegląd Geograficzny. Tom II. Str. 1—11. W-wa, 1922.
27. Kriształowicz N. I. — Posłetreticznija obrazowanija w okrestnostjach N. Aleksandrii. Zapiski N.-Aleksandrijskago Instituta Sielskago Chozajstwa i Lesowodstwa. Tom IX. Wyp. 3. Str. 149—216. Warszawa, 1896.
28. Kriształowicz N. I. — Gidro-geologiczeskoje opisanije tierritorii goroda Lublina i jego okrestnostiej. Warszawa, 1902.
29. Lisicyn K. I. — O dieformacji suglinistych gruntow Priedkawkazja w swjazi s woprosami ob obrazowanii stiepnich bludiec. Matieriały Siewierno-Kawkazskogo-Geolog.-Razwied. Triesta. Wyp. 1. Nowoczerkask, 1932.
30. Łoziński W. — Powstanie jeziorok dyluwjalnych na niżu galicyjskim. Rozprawy Wydziału Mat.-Przyr. Akademji Umiejętności, Serja III. Tom 7. Dz. B. Kraków, 1907.
31. Łoziński W. — Kilka uwag o powstaniu niżowych jeziorok. Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej Akademji Umiejętności. Tom 43. Cz. III. Str. 58—61. Kraków, 1909.
32. Łoziński W. — Przykład tworzenia się doliny wskutek podziemnych zapadnięć w W. Ks. Krakowskiem. Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej Akademji Umiejętności. Tom. 43. Cz. III. Str. 51—54. Kraków, 1909.
33. Malicki A. — Przyczynek do znajomości zjawisk krasowych w obszarze lessowym. Czasopismo Geograficzne. Tom XIII. Str. 328—335. Lwów, 1935.
34. Malicki A. — Kras gipsowy Podola Pokuckiego. Prace Geograficzne (wydawane przez E. Romera). Zeszyt XVIII. Lwów, 1938.
35. Malicki A. — Kras loessowy. Annales UMCS. Sectio B. Vol. I. Str. 131—155. Lublin, 1946.
36. Maruszczak H. — Stan i zmiany lesistości województwa lubelskiego w latach 1830—1930. Annales UMCS. Sectio B. Vol. V. Str. 109—178. Lublin, 1952.
37. Maruszczak H. — O „oczkach lodowcowych“ i „zagłębieniach bezodpływowych“. Czasopismo Geograficzne. Tom XXV. Z. 1—2. Str. 65—75. Warszawa—Wrocław, 1954.
38. Matieriały k ocienkie ziemiel połtawskoj gubernii. Jestiestwienno-istoriczeskaja czast. Otczet Połtawskomu Gubernskomu Ziemstwu. Pod rukowodstwom W. W. Dokuczajewa. Wyp. 1—16. S.—Pietierburg, 1890—1894.
39. Materiały archiwum wierceń. Tom I. Arkusz Radom. Oprac. E. Rühle. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa, 1949.

40. Mawlianow G. A. — Rasprostranienije gieneticzeskich tipow lessa i lessowidnych porod Uzbekistana i ich prosadocznost. Trudy Laboratorii Gidrogeologiczeskich Problem. Tom II. Str. 203—215. Moskwa—Leningrad, 1949.
41. Milkow F. N. — Rol suffozji w razwitiu reliefs jęga Rjazanskoj oblasti. Uczonyje Zapiski M. G. U. Wyp. 119. Geografija. Kn. 2. Moskwa, 1946.
42. Milkow F. N. — Srednieje Powoľżje. Moskwa, 1953.
43. Mitosek H. — Zasoby wilgotności gleby w okresie suszy 1951 roku w porównaniu z uwilgotnieniem w latach 1949 i 1950. Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny. Rocznik V. Zeszyt 3—4. Str. 72—87. Warszawa, 1953.
44. Motyka J. — Północna krawędź Zachodniego Podola jako roślinne środowisko ekologiczne. Annales UMCS. Sectio B. Vol. III. Str. 169—287. Lublin, 1949.
45. Musierowicz A. — Gleboznawstwo szczegółowe. Warszawa, 1953.
46. Musierowicz A., Leszczyńska E., Zowall H. — Zawartość w glebach województwa warszawskiego manganu i tytanu rozpuszczalnego w stężonym kwasie siarkowym. Roczniki Gleboznawcze. Tom II. Str. 173—186. Warszawa, 1952.
47. Nechay W. — Uwagi o genezie jezior rynnowych i jezierek dyluwjalnych. Pamiętnik II Zjazdu Geografów i Etnografów Słowiańskich w Polsce w r. 1927. Tom I. Str. 332—333. Kraków, 1929.
48. Nechay W. — Studja nad genezą jezior Dobrzyńskich. Przegląd Geograficzny. Tom XII. Str. 124—177. Warszawa, 1932.
49. Pawłow A. P. — O reliefie rawnin i jego izmienienijach pod wlianiem raboty podziemnych i powierzchnostnych wod. Ziemiowiedienije. Tom V (1898). Kn. III—IV. Str. 91—147. Moskwa, 1899.
50. Pawłowski S. — O jeziorkach dyluwjalnych na południowej krawędzi zlodowacenia. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Prace Komisji Mat.-Przyr. Serja A. Tom I. Zeszyt 1. Poznań, 1921.
51. Penck A. — Morphologie der Erdoberfläche. Zweiter Teil. Stuttgart, 1894.
52. Pietrow B. F. — O lessie Altaja. Biulletien Komissii po Izuczeniju Cze twierticznogo Pierioda. Nr 11. Str. 69—91. Moskwa—Leningrad, 1948.
53. Popow I. W. — Inżeniernaja geologija. Moskwa, 1951.
54. Pożaryska K. i Pożaryski W. — Przewodnik geologiczny po Kazimierzu i okolicy. Warszawa, 1951.
55. Pożaryski W. — Odwapnione utwory kredowe na północno-wschodnim przedpolu gór Świętokrzyskich. P. I. G. Biuletyn 75. Warszawa, 1951.
56. Pożaryski W. — Plejstocen w przełomie Wisły przez wyżyny południowe. Prace Instytutu Geologicznego. Tom IX. Warszawa, 1953.
57. Reniger A. — Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. Roczniki Nauk Rolniczych. Tom LIV. Str. 1—59. Warszawa, 1950.
58. Sawarienski F. P. — Gidrogeologiczeskij очерк Завоľżja. Izbrannyje Soczinienija. Str. 48—106. Moskwa—Leningrad, 1950.
59. Sawicki Lr. — Wiadomość o środkowopolskiej morenie czołowej. Rozprawy Wydziału Mat.-Przyr. P. A. U. Serja III. Tom. 21. Dział A. Str. 1—42. Kraków, 1922.

60. Sawicki Lk. — Morena denna zlodowacenia starszego od nasunięcia Cracovien (L3) w Huszczce Wielkiej koło Skierbieszowa. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Tom IX. Str. 113—146. Kraków, 1933.
 61. Scheidig A. — Der Löss und seine geotechnischen Eigenschaften. Dresden und Leipzig, 1934.
 62. Spiridonow A. I. — K izuczeniju owrażnoj erozji. Woprosy Gieografii. Sbornik 21. Str. 121—128. Moskwa, 1950.
 63. Steussloff — Zur Entstehung unserer Sölle. Naturwissenschaften Wochenschrift. 1896.
 64. Tomaszewski J. — Geneza i ewolucja gleb utworzonych na lessach Lubelszczyzny. Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego w Lublinie 17—20.IX.1953 r. Referaty o Lubelszczyźnie. Str. 1—11. Lublin, 1953.
 65. Trofimof I. I. — Kontinentalnyj litogenezis w pustyniach i w smieżnych s nimi prirodnich zonach. Matieriały po czelwierticznomu pieriodu SSSR. Wyp. 2. Str. 253—265. Moskwa—Leningrad, 1950.
 66. Wilgat T. — Kras okolic Cycowa. Annales UMCS. Sectio B. Vol. IV. Str. 229—256. Lublin, 1950.
 67. Zaborski B. — O zjawiskach podobnych do krasowych w lessach. Księga Pamiątkowa XII Zjazdu Lekarzy i Przyrodników Polskich w roku 1925. Tom I. Str. 124—126. Warszawa, 1926.
 68. Zaborski B. — Krajobrazy „lessowe“ w pelitach Guadixu. Kosmos. Serja A. Tom LVIII. Str. 309—320. Lwów, 1932.
 69. Zanin G. W. — O proischożdienii zapadin Oksko-Donskoj rawniny. Matieriały po gieomorfologii i paleogieografii SSSR. Wyp. 6. Str. 33—57. Moskwa, 1952.
 70. Zółciński J. — Deluwialne procesy glebowe. Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych. Tom XXII. Str. 247—298. Poznań, 1929.
-

Р Е З Ю М Е

Автор представляет результаты собственных полевых исследований малых котловин (западин) лёссовых районов Люблинской Возвышенности. Эти формы автор обозначает в польском тексте общим названием „вертебы” (этот термин употребляется в польской научной литературе для обозначения небольших карстовых впадин). Работа содержит: 1) описание западин и районов их распространения (морфографическая, геологическая, гидрографическая и ландшафтная характеристика), 2) очерк генезиса и развития западин (характеристика рельефообразующих процессов, главные генетические типы, цикл развития, время возникновения и возраст западин) и 3) обзор хозяйственного использования западин (значение западин в сельском хозяйстве и в строительстве). Особенное внимание обращает автор на проблему генезиса исследуемых форм рельефа. В связи с этим дается довольно обширное описание детальных полевых и лабораторных исследований которые производились с целью получения материала характеризующего важнейшие рельефообразующие процессы западин.

Из исследуемых форм автор выделяет, на основании морфографических особенностей, два рода: 1) западины в форме котлов, колодцев и воронок (далее они будут описаны под общим названием „к о т л о о б р а з н ы е з а п а д и н ы”) и 2) западины блюдцеобразные (далее они будут описаны под названием „б л ю д ц а”; в польском тексте автор употребляет термин „в ы м о к и” *).

Котлообразные западины характеризуются „отчетливостью” контуров (резко выражены границы между отдельными элементами форм), крутыми и обрывистыми стенами, неправильными контурами, горизонтальными и вертикальными размерами в пре-

*) Термин „вымоки” употребляется среди крестьян Люблинской Возвышенности для обозначения блюдцеобразных лёссовых углублений. Скопляющаяся в этих углублениях вода в весеннее время вымачивает посевы. Эти углубления своим видом напоминают степные блюдца.

делах от дециметров до метров (соотношение размеров горизонтальных к вертикальным приблизительно 1:1). Появляются они в районах с большими наклонами поверхности (свыше 5 — 10°) и значительными относительными высотами (по крайней мере несколько десятков метров). Для этих западин характерным является пространственная связь с молодыми эрозионными рытинами (оврагами).

Блюдцеобразные западины (блюдца) характеризуются мягкостью контуров (отсутствием отчетливых границ между элементами форм), относительно малым наклоном склонов (по большей части до 5°, а максимально до 10°), большей регулярностью и эллиптической или почти круглой формой. Измерения горизонтальные достигают от нескольких до более ста метров, а вертикальные от нескольких дециметров, до нескольких метров (соотношение между горизонтальными и вертикальными размерами по большей части следующее: 20:1 — 30:1). Этого рода формы появляются в районах с сильно и слабо выраженным рельефом, но всегда только на поверхностях с малыми общими наклонениями (1 — 2°) т. е. на различных плоскостях и ступенях от наиболее низких надпойменных террас до самых высоких приводораздельных поверхностей. Следует однако подчеркнуть, что эти формы появляются не на всех плоскостях покрытых лёссом; в некоторых районах, несмотря на благоприятные морфографические условия, блюдца вовсе не появляются.

Гидрогеологический обзор западин и районов их распространения. Котлообразные западины появляются в покровах типичных эоловых лёссов или же делювиальных, при мощности покровов по крайней мере в несколько метров. Эти формы не зависят от характера коренных пород, находящихся под лёссом (коренные породы могут быть массивные и рыхлые, трещиноватые и без трещин, проницаемые и непроницаемые). Западины этого рода появляются всегда на линиях поверхностных или же подземных периодических водных потоков. Постоянные грунтовые воды в местах появления этого рода западин выступают по большей части на глубине от 10-ти—20-ти до нескольких десятков метров.

Западины блюдцеобразные (блюдца) выступают главным образом в покровах типичных эоловых или же эолово-флювиальных лёссов. В некоторых случаях могут они появляться также

на делювиальных лёссах. На приводораздельных поверхностях (относительная высота которых достигает 100 м) блюдцеобразные западины появляются в покровах типичных золых лёссов мощностью по крайней мере в 5—6 м. Между тем на надпойменной террасе эти формы появляются в золово-флювиальных лёссах независимо от их мощности (следует подчеркнуть, что западины сходных форм выступают в песчанистых или же песчанисто-пылеватых осадках этой террасы). Прямой зависимости от характера коренных пород, подобно как и котлообразные западины, они не проявляют. Поверхности, в пределах которых эти формы появляются, характеризуются слабым поверхностным стоком. Постоянные грунтовые воды находятся на глубине от нескольких до свыше десяти метров (надпойменная терраса и низко находящиеся водоразделы) и даже до нескольких десятков метров (приводораздельные поверхности).

Вода в котлообразных западинах появляется только в виде исключения; она поглощается и скоро отплывает подземными каналами. Между тем вода, накопившаяся в блюдцах во время весеннего таяния снега может оставаться в продолжение нескольких недель (в блюдцах больших размеров вода исчезает только в мае месяце). Некоторые блюдца (в особенности на надпойменной террасе) бывают выполнены водой в продолжение нескольких месяцев или даже целый год. Такие формы в настоящее время появляются очень редко. Несколько десятков лет тому назад таких западин было значительно больше. Районы занятые ими были использованы большей частью как пастбища. По мере запахивания таких пастбищ и лесных вырубок, зарастающих кустами, западины постепенно высыхали.

Роль западин в ландшафте лёссовых районов. В первичном, натуральном ландшафте лёссовых районов Люблинской Возвышенности господствующим типом растительной формации были леса с хорошо развитым подлеском и напочвенным покровом. При таком типе растительности западины (котлообразные и блюдцеобразные), ввиду их малых размеров, не могли сыграть серьезной роли. Значительно большую роль могут сыграть эти формы только в степных травянистых районах и в „культурных” ландшафтах пахотных земель. Котлообразные западины, ввиду их малых размеров и тесной пространственной связи с оврагами, играют сравнительно неболь-

шую роль; к овражным ландшафтам не вносят они особенных элементов. Между тем роль блюдцеобразных западин значительна. Появляясь на очень слабо пересечённых поверхностях, часто являются единственными формами, создающими разнообразие рельефа. Ландшафтное значение блюдцеобразных западин подчеркивает факт их появления в большом количестве в изолированных пространственных группировках. Одиночные, изолированные западины выступают очень редко. Группировки блюдца на приводораздельных поверхностях занимают относительно малую площадь — преимущественно меньше одного км²; число их в таких группировках может превышать 100 на 1 км². На надпойменной террасе группировки блюдца могут занимать площадь свыше десяти км², но число форм на 1 км² обыкновенно значительно меньше (свыше десяти до нескольких десятков). Особенно большую роль играют блюдца в ландшафте приводораздельных поверхностей. Углубления заполненные водой на этих поверхностях, приподнятых до 100 м выше ложа сухих долин, представляют довольно неожиданную картину.

Генезис и развитие котлообразных западин. Генезис котлообразных западин легко установить на основании обыкновенных полевых наблюдений. Поэтому в научной литературе существует согласованность взглядов на происхождение этих форм. На основании литературы и собственных наблюдений, автор выделяет два основных рельефообразующих процесса этого рода западин. Процессы эти следующие: 1) механическая суффозия и 2) эвразия. Механическая суффозия является процессом развивающимся как следствие воздействия подземных вод. Эти воды, циркулирующие в лёссовых покровах над горизонтом постоянных грунтовых вод долбят подземные каналы и уносят с собой частицы лёссовых пород. Явления эти развиваются в лёссах особенно легко благодаря своеобразным физическим и структурно-текстурным свойствам этих пород: а—большая пористость, б—вертикальная трещиноватость, с—гранулярный состав, d—иногда слоистость и горизонтальная отдельность, е—наличие корней и вертикальных покорневых каналов.

Котловины механической суффозии появляются как следствие: 1) обвалов лёссовых сводов над подземными пустотами и каналами (а—в самом лёссовом покрове и б—в коренных породах под лёссовым покровом) и 2) просадок после обсыпания

и вымывания лёсса в трещины коренных подлёссовых пород. На территории Люблинской Возвышенности автор наблюдал прежде всего формы возникающие вследствие обвала сводов над подземными каналами в лёссовых покровах. Эвормионные котловины появляются на линиях стока поверхностных вод преимущественно в местах изгибов склона. Можно их наблюдать на дне эрозионных рытвин разных размеров (от малых желобков до крупных оврагов) или же на крутых склонах оврагов и уступов. Ниже представлена сводка всех генетических типов и подтипов котлообразных западин, установленных автором.

Р о д	Т и п (генетический)	П о д т и п	
Лёссовые котлообраз- ные западины	Механически-суффозионные	провальные	а) лёссовых каналов б) каналов ко- ренных под- лёссовых пород
		трещинные	
	Эрозионно-эвормионные	склоновые	
		донные	

В цикле развития котлообразных западин автор выделяет четыре следующих стадии: 1) стадия инициальная, 2) стадия горизонтального и вертикального развития, 3) стадия относительной стабилизации склонов и 4) стадия исчезновения формы котла. Характерной особенностью цикла развития суффозионных котлов является постепенное уменьшение роли механической суффозии как рельефообразующего процесса. Уже в третьей стадии этого цикла большую роль начинает играть рядом с суффозией поверхностная („рассеянная”) и „линейная” („сконцентрированная”) эрозия. В четвертой стадии эрозия является решающим фактором исчезновения формы котла. В случае эрозионно - эвормионных котлов наблюдаем — по мере развития цикла — постепенное уменьшение роли эвормии и наконец совершенное исчезновение этого процесса.

Котлообразные западины являются типичными формами для последнего „антропогенного” периода в развитии рельефа лёс-

совых районов Люблинской Возвышенности. Они тесно связаны с развитием овражной эрозии (в первичных, естественных условиях—при густой лесной растительности—такие формы, а также и овраги, вероятно вообще не существовали или же были явлением совершенно исключительным). Эти формы, как правило, кратковременные и частью даже эфемерные (самые малые возникают и развиваются в продолжении одного ливня).

Возраст изжитых форм этого рода, кажется не более 10-ти — 20-ти лет (в виде исключения могут они существовать несколько десятков лет).

Генезис и развитие блюдцеобразных западин (блюдеч). Во время полевых исследований автор обратил особое внимание на этот вопрос. Предварительные исследования дали возможность связать генезис этих форм с процессами выщелачивания углекислого кальция а также уменьшения пористости лёссов. Для количественного охарактеризования рельефообразующих процессов блюдеч были произведены детальные полевые исследования. Во время этих исследований были взяты образцы лёссов (из специально для этой цели выкопанных шурфов в пределах блюдеч и вне этих форм) для лабораторных исследований гранулометрического состава, количества углекислого кальция и пористости. Детально исследовались пока главным образом блюдца приводораздельных поверхностей.

На основании результатов исследований автор констатирует, что блюдца развиваются благодаря действию нескольких рельефообразующих процессов (их разновидностей). Из этих процессов автор выделяет: 1) первичные процессы вызывающие возникновение малых углублений поверхности лёссовых покровов и 2) вторичные процессы вызывающие развитие первичных углублений (образование соответственных современных блюдцеобразных форм). К первичным процессам следует причислить: неравномерную аккумуляцию (эоловую или же флювиальную) лёссовой пыли в последнем периоде формирования лёссовых покровов, дефляцию, речную эрозию или же другие процессы, которые развивались уже после формирования лёссового покрова. Первоначальные углубления могли возникнуть также как формы отражающие неровности коренных пород под лёссовым покровом, как ветровальные воронки и наконец как формы обусловленные хозяйственной деятельностью человека. Из этого обзора видно, что первичные углубления

возникают в результате развития процессов механически воздействующих на поверхность лёссовых покровов.

Вопрос процессов и первичных углублений автор в своих исследованиях считает второстепенным, сосредоточивая свое внимание на вторичных процессах. Все процессы этой другой группы имеют совершенно иной характер чем первичные процессы. Они являются процессами, которые вызывают диагенетические изменения лёссовых пород во всей их мощности. Эти процессы развивались под влиянием действия воды и захватывали в сущности целый лёссовый покров. Присутствие первичных углублений играло главную роль в дифференциации водных отношений покрова. В углублениях лёсс был насыщен водой в значительно большей степени чем вне углублений. В связи с этим диагенетические процессы в лёссах развивались в пределах углублений значительно быстрее чем вне этих форм. Развитию всех этих процессов сопутствовало уменьшение толщи лёссового покрова (вследствие проседания), что равнялось увеличению первичных углублений (так как внутри этих форм просадки достигают наибольших размеров).

К диагенетическим процессам являющимся причиной развития первичных углублений автор причисляет: 1) химическую суффозию, 2) селективную механическую суффозию и 3) выдавливание плавунного горизонта лёссового покрова.

Главным вторичным рельефообразующим процессом блюдцеобразных западин является химическая суффозия. Этот процесс обусловлен: а) действием воды нейтрализующей „цементирующее действие” углекислого кальция и б) действием воды выщелачивающей углекислый кальций. По Денисову, с явлениями инфильтрации воды вглубь лёссовых покровов связаны „процессы расклинивания природного цемента тонкими пленками воды, проникающей в его (т. е. цемента) микро-трещины” (6, стр. 60). Это содействует более плотной укладке частиц осадка, последствием чего является уменьшение пористости лёссов. Явление это может развиваться только в том случае, когда пористость лёссов больше 40%. В исследованных блюдах была констатирована в лёссовом покрове под дном этих форм пористость на 3,2 — 7,3% меньше чем вне блюдцев.

Полное удаление карбоната кальция из лёссового покрова под дном углублений может привести к уменьшению массы,

а также объема и мощности лёссового покрова в значительном проценте. В исследуемых случаях процент этот достигал 9,5—10. Уменьшение пористости лёсса и устранение карбоната кальция было причиной уменьшения мощности лёссового покрова под дном понижений до 15—16%. Выразилось это в увеличении глубины первичных углублений.

Вероятно гораздо меньшее значение для развития блюдец имеет селективная механическая суффозия. Под этим определением автор понимает процесс выноса только некоторых (мельчайших, коллоидных) структурных элементов лёсса (в противоположность этой разновидности механической суффозии, вышеописанная — при обсуждении генезиса котлообразных западин — разновидность вызывает вынос всех лёссовых частиц на месте русел подземных водных потоков; в связи с этим эту другую разновидность можно определить как генеральную механическую суффозию). О возможностях развития селективной механической суффозии в пределах блюдец свидетельствует сравнение процента коллоидной фракции (менее 0,002 мм) выщелоченного лёсса под и вне дна блюдец (вертикальный предел выщелачивания вне западины не превышает обыкновенно 1,5—1,6 м). Процент коллоидной фракции для исследованных образцов из дна блюдец достигает 13—18, а для образцов из вне блюдец — 22—23. Следует подчеркнуть, что в гранулярном составе карбонатного лёсса коллоидальные частицы выступают в меньшем количестве (12—14%) чем в выщелоченном лёссе, ибо значительная часть этих частиц входит в состав агрегатов коагулированных углекислым кальцием. Факт, что коллоидальные частицы карбонатного лёсса агрегированы углекислым кальцием, позволяет допустить, что селективная механическая суффозия развивается только после выщелочения карбонатов. В связи с этим можно принять предположение, что этот процесс развивается только в тех частях лёссового покрова, через которые проплывают значительные количества воды. Таким образом вынос коллоидальной фракции может способствовать уменьшению массы лёссового покрова на несколько процентов (4—8% в исследуемых случаях).

В лёссовых покровах находящихся в пределе грунтовых вод могут развиваться также явления „выдавливания” горизонта пропитанного водой. Пылеватые осадки, насыщенные водой, принимают особенности характерные для плывунов. Если

слой осадков над плавунным горизонтом будет временно насыщен водой, которая собирается на поверхности в первичных углублениях, тогда увеличится нагрузка плавунного горизонта. Увеличение нагрузки приведет к выдавливанию воды из плавунa (стало быть уменьшение пористости) а возможно и самого плавунa „по сторонам”. Явления эти известны из строительной практики. Автор при помощи бурений констатировал, что под дном таких блюдеч появляются пылеватые образования очень сильно уплотненные, в то время как на этих же глубинах вне блюдеч появляется текучая плавунная масса (в которую бурав можно вдавливать одной рукой).

Среди исследованных автором блюдеч можно выделить несколько генетических типов. Проведенные исследования не позволяют более точно определить комплекс рельефообразующих процессов для развитых типов блюдеч. Поэтому автор обособляет генетические типы учитывая процесс выдвигающийся на первый план. Таким образом были выделены типы блюдеч, при которых выдвигаются на первый план следующие процессы: 1) первичные (прежде всего формы надпойменной террасы) и 2) вторичные (прежде всего формы приводораздельных поверхностей). Для форм первой группы главным рельефообразующим процессом может быть речная или же эоловая аккумуляция и речная эрозия (вторичные процессы в блюдцах этих типов тоже развивались, но не привели к существенным изменениям глубины и формы углублений). Для типов форм другой группы главным рельефообразующим процессом может являться химическая суффозия или же селективная механическая суффозия и выдавливание плавунного горизонта. Сопоставление типов (генетических) и подтипов блюдцеобразных западин представляет таблица на 247 странице.

Типы блюдеч которые не были констатированы автором при полевых работах с полной уверенностью, обозначены вопросительным знаком.

Проблему цикла развития блюдеч автор рассматривает на примере лучше всего исследованных форм химической суффозии. В цикле развития этих форм можно выделить следующие стадии: 1) инициальная стадия (развивающаяся в результате действия первичных процессов), 2) начальная стадия вертикального развития (первичное углубление быстро углубляется в результате просадки лёсса — если он обнаруживает соответ-

Р о д	Т и п (генетический)	П о д т и п
Лёссовые блюде- образные западины	Флювиально-аккумулятив- ный (?)	надпойменной террасы
	Эолово-аккумулятивный	надпойменной террасы
		приводораздельных по- верхностей (?)
	Флювиально-эрозионный	надпойменной террасы
	Химически-суффозионный	приводораздельных по- верхностей
		надпойменной террасы
	Механически-суффозион- ный *)	приводораздельных по- верхностей
		надпойменной террасы
	Выдавливания пльвунного горизонта	низких водоразделов
		надпойменной террасы (?)

*) Это есть тип разновидности суффозии, которая выше была опреде-
лена названием селективной механической суффозии.

ствующую пористость — под влиянием наводнения), 3) главная стадия вертикального развития (углубление становится глубже в результате длительной просадки лёсса вследствие выщелачивания карбоната кальция), 4) стадия горизонтального развития (выщелачивание карбоната кальция в срединной части блюдца достигло предела — глубина блюдца перестает расти; полоса максимального выщелачивания медленно расширяется центробежно), 5) стадия заполнения и исчезновения блюдцеобразной формы (западина перестает развиваться когда вода не в состоянии — вследствие ограниченного количества — покрывать целое дно увеличивающегося углубления; результатом денудации является выполнение блюдца осадком смываемым со склонов). Характерно что химическая суффозия только в трех средних стадиях является решающим процессом в развитии блюдца. В начальной {и последней} стадиях развитие происходит под влиянием процессов {не имеющих ничего общего с химической суффозией. Каждой из выделенных стадий развития соответствуют определенные характерные черты форм (вообще обусловленных характером данного рельефообразующего процесса)

блюдец. Следует особенно подчеркнуть, что формы находящиеся в другой и третьей стадии развития не имеют отчетливо образованного дна (эти формы можно определить как чашеобразные). Между тем формы находящиеся в четвертой стадии имеют довольно отчетливо образованное плоское дно (их форму можно определить как тарелкообразную).

Блюдца на территории Люблинской Возвышенности являются формами находящимися в разных стадиях развития. Этот факт может указывать на различное время появления и продолжительности цикла развития этих форм. Различия времени появления современных форм вероятно могут быть очень большие. Результаты исследований Криштафовича (28, стр. 122—134) над гумусовыми линзами, выступающими на разных глубинах в покровах типичных эоловых лёссов окрестностей Люблина, доказывают, что малые безсточные углубления существовали на поверхности лёссов во время аккумуляции лёссовой пыли. Эти исследования указывают также, что в углублениях развивались вторичные рельефообразующие процессы типичные для современных блюдцеобразных западин. Если же такие формы могли развиваться в неблагоприятных общих макроклиматических условиях (сухость климата) во время аккумуляции лёсса, то тем более должны они развиваться в настоящее время. На это указывают также некоторые полевые наблюдения. Поэтому можем утверждать, что блюдца появлялись во все время существования лёссового покрова (от периода формирования этого покрова до настоящего времени). В продолжении этого времени существовали наверно периоды более или менее интенсивного (в зависимости от влажности климата) развития исследуемых форм. Значительно труднее определить продолжительность цикла развития блюдец. Кажется, что время это можно измерять десятками, а даже сотнями лет. На основании результатов исследований советских ученых (6, стр. 67—72) можно принять, что продолжительность второй стадии цикла развития форм химической суффозии не выше нескольких лет. Учитывая медленность выщелачивания карбоната кальция надо принять, что третья и четвертая стадия развиваются однако в продолжение значительно большего периода времени.

Проблемы хозяйственного использования западин. Последнюю главу работы автор посвятил обсуждению важнейших вопросов хозяйственного использования западин лёссовых районов. Вопрос хозяйственного значения котлообразных западин, как форм тесно связанных с оврагами, создает лишь только часть хозяйственной проблемы оврагов, а потому не требует отдельного обсуждения. Блюдцеобразные западины — при настоящем состоянии их хозяйственного использования — это в большинстве случаев непахотные земли (особенно те, в которых накапливается большое количество воды). Автор полагает, что блюдца больших размеров должны быть использованы для устройства водоемов, что позволит задержать отчетливо развивающийся — в течении последних десятков лет — процесс „высыхания” Люблинской Возвышенности. Автор предлагает меры какие следовало бы предпринять, чтобы задержать развитие этих форм. Автор указывает также на серьезное значение блюдец в строительстве. С существованием блюдец связана большая пространственная дифференциация физических свойств лёссового покрова, что может вызывать значительные помехи при реализации больших строек (опасность очень неравномерного оседания грунта под влиянием нагрузки).

ОПИСАНИЕ РИСУНКОВ

1. Котлообразные западины: А) типичная котлообразная форма, В) асимметричная котлообразная форма.
2. Рельеф территорий появления котлообразных западин (территории появления — или возможного возникновения — пунктированы).
3. Местоположение котлообразных западин в отношении оврагам: А) в верховьях овражной сети, В) на склонах оврагов, С) на днах оврагов.
4. Блюдцеобразные западины: А) блюдовидная форма, В) тарелковидная форма, В₁) тарелковидная форма модифицированная паханием.
5. Рельеф территорий появления блюдцеобразных западин (территории появления — или возможного возникновения — пунктированы).
6. Местоположение блюдцеобразных западин в отношении к ложбинам и оврагам.
7. Блюдцеобразные западины, появляющиеся на надпойменной террасе или низких водоразделах, обозначенные часто на топографических картах как малые лужайки.
8. Рельеф водораздела между деревнями Ожаров и Садурки (детальные исследования проводились в месте обозначенном знаком +).
9. Гипсометрический план и разрез исследованного блюда в Ожарове.
10. Рельеф приводораздельной поверхности на В от деревни Висловец (детальные исследования проводились в месте обозначенном знаком +).
11. Гипсометрический план и разрез исследованного блюда в Висловце.
12. Литологический разрез, переведенный через линию CD (смотри рис. 11), исследованного блюда в Висловце.

13. Гипотетические изолинии развития химической суффозии (и селективной механической суффозии) в разрезе лёссового покрова под блюдцеобразной западиной. А) блюдцевидная форма, В) тарелковидная форма.
14. Схема эволюции первичных углублений в последствии центробежного горизонтального развития химической суффозии.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser veröffentlicht in dieser Abhandlung Ergebnisse eigener Beobachtungen über kleine geschlossene Hohlformen des Lössreliefs der Lubliner Hochfläche. Diese Formen benennt der Verfasser im allgemeinen Dolinen (poln. „wertebry“ = Irrweg — Termin, mit dem die polnische Fachliteratur alle kleinen geschlossenen Hohlformen des Kalk-, Gips- und Löss- Karstes bezeichnet). Die Abhandlung enthält: 1) eine Beschreibung der Dolinen sowie des Geländes auf dem diese auftreten (morphographische, geologische, hydrographische und landschaftsbeschreibende Charakteristik), 2) Genetische- und Entwicklungsskizze der Dolinen (Charakteristik der morphogenetischen Prozesse, genetische Hauptformen, Skizze der Entwicklungszyklen, Entstehung und Altersgliederung der Dolinen) und 3) Überblick über die wirtschaftliche Bedeutung von Dolinen (Bedeutung der Dolinen in der Landwirtschaft und dem Bauwesen).

Auf Grund morphographischer Eigenschaften unterscheidet der Verfasser zwei Formenarten: 1) Dolinen im Kessel-, Brunnen- und Trichter- Form (im weiteren Verlauf dieser Abhandlung werden diese als Kesseldolinen bezeichnet) und 2) Dolinen in Pfannenform (diese werden weiter als Pfannensenken — poln. „wymoki“¹⁾ — bezeichnet).

Kesselformen charakterisiert eine gewisse „Schärfe“ der Umrisse (deutliche Abgrenzung zwischen einzelnen Formenelementen), steile und abstürzende Hänge, sowie recht unregelmässige Umrisse. Horizontal- und Vertikalmasse schwanken zwischen Dezimetern und

¹⁾ Die Bezeichnung „wymoki“ ist durch die dort ansässige Landbevölkerung der Lubliner Hochfläche gebraucht, womit kleine schüsselförmige Vertiefungen im Löss gemeint sind. Das sich in diesen Vertiefungen im Frühjahr sammelnde Wasser verursacht ein „Auswässern“ (poln. „wymkanie“) der Saaten. Diese Gebilde sind ihrer Form nach, den in Steppen anzutreffenden „bludca“ sehr ähnlich.

Metern (das Verhältnismass der horizontalen zur vertikalen ist annähernd 1:1). Diese Formen treten in Gebieten mit starker Geländeneigung ($5-10^\circ$ und darüber) und starker Höhendifferenz (mindestens einige zehnten Meter) auf. Für diese Formen ist die räumliche Verbindung mit jungen Erosionsrinnen (Schluchten) charakteristisch.

Pfannensenken charakterisiert eine „Milde“ der Umrisse (deutliche Abgrenzungen zwischen einzelnen Formenelementen fehlen), verhältnismässig schwache Hangneigung (meist bis 5° , maximal bis 10°), grössere Formenregelmässigkeit; die Gestaltung der Form ist eine rundliche oder elliptische. Horizontalausmasse schwanken von ein paar bis ungefähr hundert Meter und darüber; Vertikalmasse von einigen Dezimetern bis zu paar Metern (das Verhältnismass der horizontalen zur vertikalen meist wie 20:1—30:1). Reliefunterschiede des Geländes sind für diese Formen ohne Bedeutung, sie treten jedoch nur auf Oberflächen von geringerer Gesamtneigung ($1-2^\circ$) auf, d. h. auf verschiedenen Niveaus und Abflachungen (von den tief liegenden Terrassen zu den Höchniveaus). Hier muss jedoch erwähnt werden, dass diese Formen nicht auf allen mit Löss bedeckten Niveaus auftreten; auf manchen Gebieten treten sie, trotz morphographisch günstigen Bedingungen, nicht auf.

Hydrogeologische Charakteristik der Dolinen und Gebiete auf denen sie auftreten. Kesseldolinen treten meist in typisch eolischen — manchmal auch deluvialen Löss, deren Mächtigkeit mindestens ein paar Meter beträgt, auf. Diese Formen sind jedoch vom Lössuntergrund nicht abhängig (der Untergrund mag aus lockeren oder festen, aus zerklüfteten oder nichtzerklüfteten, durchlässigen oder undurchlässigen Gestein bestehen). Dolinen dieser Art treten immer auf Linien von zeitlichen Oberflächen- oder Unterirdischen- Strömen auf. Ständige Grundgewässer der Gebiete auf denen diese Formen auftreten befinden sich meist in einer Tiefe von ungefähr 10—20 bis ungefähr 100 Metern.

Pfannensenken treten hauptsächlich in eolischen- und eolisch-fluvialen Löss auf; nur in manchen Fällen können sie gleichfalls in deluvialen Löss angetroffen werden. Auf den Höchniveaus (Relativhöhe bis 100 m) treten Dolinen dieser Art nur im typisch eolischen Löss von einer Mindestmächtigkeit 5—6 m auf. Auf Terrassen trifft man sie in eolisch- fluvialen Löss an; hier sind sie von der Schichtmächtigkeit nicht abhängig (erwähnenswert ist, dass ganz ähnliche Formen

in sandigen und staubigen Bildungen der Terasse auftreten). Eine deutliche Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Untergrundes konnte man bei diesen Formen, ebenso wie bei Kesseln, nicht feststellen. Gelände, auf denen diese Formen auftreten, charakterisiert ein schwach ausgebildeter Oberflächenabfluss; ständige Grundgewässer befinden sich in einer Tiefe von ungefähr 10—20 (auf Terrassen und tief liegenden Wasserscheiden) bis ungefähr 100 (auf Höhenniveaus) Metern.

Wasserstände sind in Kesseldolinen eine Seltenheit; meist sickert es ein und fliesst durch unterirdische Kanäle schnell ab. Im Gegensatz zu denen hält der Wasservorrat von Frühjarsschneeschnmelzen in Pfannensenken sehr lange — bis zu einigen Wochen — an (in grossen Formen verschwindet das Wasser erst im Mai). Manche Pfannensenken (hauptsächlich auf Terrassen) behalten ihren Wasservorrat das ganze Jahr hindurch; diese Formen sind jedoch zur Zeit nur selten anzutreffen. Vor einigen Jahrzehnten waren solche Pfannensenken keine so grosse Seltenheit. Flächen auf denen sie auftreten, wurden damals grösstenteils als auf Wald folgende Weiden benutzt. Mit der Zeit wurden solche Weidplätze und mit Gebüsch bewachsenes Rodeland eingeeckert, was eine Austrocknung der Dolinen nach sich zog.

Bedeutung der Dolinen in der Lösslandschaft. Vorherrschende Pflanzenformationstypen, die das ursprünglich-natürliche Lösslandschaftsbild der Lubliner Hochfläche kennzeichneten, waren Wälder mit üppigem Unterholz und Bodendecke. Bei solchen Typen von Pflanzenvereinen konnten Dolinen — ihrer kleinen Ausmasse wegen — keine bedeutende Stellung einnehmen. Grössere Bedeutung erreichten diese Formen auf Grassteppen und Ackerbaulandschaften. Kesseldolinen haben ihrer geringen Ausmasse und räumlichnahen Verbindung mit Schluchten, eine nur geringe Bedeutung; in Schluchtlandschaften bilden sie keine eigenartigen Besonderheiten. Dagegen spielen Pfannensenken eine weitaus wichtigere Rolle. Sie treten auf hipsometrisch schwach differenzierten Niveaus auf und sind dort meist die einzigen Reliefformen. Die landschaftliche Bedeutung dieser Formen wird dadurch erhöht, da diese stets in grösseren, räumlich isolierten Gruppen auftreten; Einzelformen sind seltener. Pfannenformgruppen auf Höhenniveaus sind auf kleineren Flächen zusammengedrängt — meist auf weniger als 1 qkm; ihre Anzahl in solchen Gruppen kann bei Umrechnung auf 1 qkm über 100 Vertiefungen betragen. Auf Terrassen können Gruppierungen solcher Pfannen-

formen Flächen bis zu einigen qkm befassen, aber nach Umrechnung auf 1 qkm ist die Anzahl der Formen viel geringer. Von recht ausschlaggebender Bedeutung sind Pfannensenken im Landschaftsbild der Höhenniveaus. Vertiefungen, die über 100 m über trockenen Talböden, mit Wasser angefüllt anzutreffen sind, bieten einen recht unvermuteten Anblick für den unvorbereiteten Beobachter.

Entstehung und Entwicklung der Kesseldolinen. Auf Grund einfachster Geländebeobachtungen kann man die Entstehung der Kesseldolinen leicht und ohne Zweifel feststellen. Die in der wissenschaftlichen Literatur veröffentlichten Ansichten über dieses Problem sind recht gleichsinnig. Sich auf Fachliteratur und eigene Beobachtungen stützend, unterscheidet der Verfasser zwei grundlegende morphogenetische Vorgänge bei Dolinen dieser Art: 1) mechanische Suffosion¹⁾ und 2) die Evorsion. Die mechanische Suffosion ist ein durch Grundwassertätigkeit bedingter Vorgang. Die Gewässer kreisen in der Lössdecke unter dem ständigen Wasserspiegel, wo sie unterirdische Kanäle ausspülen und Lössteilchen mit sich führen. Diese Vorgänge entwickeln sich hier besonders leicht, da der Löss günstige struktural-teksturale und physische Eigenschaften besitzt (a — starke Porosität, b — diagonale Zerklüftung, c — Granularzusammensetzung, d — manchmal Schichtung und getrennte horizontale Gliederung, e — Wurzelanwesenheit und diagonale Wurzelkanäle). Kessel entstehen durch mechanische Suffosion in Folge von: 1) Einsturz der Lössgewölbe über unterirdischen Kanälen und Höhlen (a — in der Lössdecke und b — im Gestein des Lössuntergrundes). Der Verfasser beobachtete auf der Lubliner Hochfläche hauptsächlich solche Formen, die durch Gewölbesturz über unterirdischen Lösskanälen entstanden. Evorsionskessel treten auf Linien von Oberflächenwasserströmungen, hauptsächlich an Knickgefällen auf.

1) Der Ausdruck „Suffosion“ (in der west-europäischen Literatur fast unbekannt) wurde erst im Jahre 1899 von dem bekannten russischen Geologen A. P. Pawłow (49), zur Bezeichnung von Gesteinauswaschungsprozessen durch unterirdische Gewässer vorgeschlagen. Infolge solcher Auswaschungen werden Oberflächenschichten „untergraben“ (lat. „suffodio“ — untergraben, unterreißen), und setzen sich allmählich oder fallen jählings über unterirdischen Kanälen und Höhlen ein. In der Oberflächengestaltung der Erde heben sich diese Erscheinungen u. a. durch Entstehung geschlossener Hohlformen (z. B. Formen des Kalkkarstes) hervor.

Am Boden von Erosionsrinnen verschiedener Ausmasse (von kleinen Gräben bis zu grossen Schluchten), an steilen Schluchthängen sowie anderen Abhängen kann man solche Kessel antreffen. Der Verfasser gibt eine Aufstellung aller von ihm abgesonderter genetischer Typen und Untertypen von Kesseldolinen.

Art	Genetischer Typus	Untertypus
Löss-Kesseldolinen	durch mechanische Suffosion entstanden	Einsturzkessel { a) der Lösskanäle b) der Kanäle der Lössunterlage
		Spaltenkessel
	durch Evorsion entstanden	Hangkessel
		Talbodenkessel

Die Entwicklungsdauer der Kesseldolinen teilt der Verfasser in vier folgende Stadien: 1) Initialstadium, 2) Stadium der horizontalen und vertikalen Entwicklung, 3) Stadium der relativen Hängestabilität und 4) Vergehung der Kesselform. Kennzeichnend für den Entwicklungszyklus von Suffosionskesseln ist eine allmähliche Abschwächung der mechanischen Suffosion als morphogenetischer Vorgang. Schon im dritten Stadium spielt neben der Suffosion die Oberflächen- („zerstreute“) und Linear- („zusammenfassende“) Erosion eine bedeutende Rolle. Im vierten Stadium ist die Erosion ein deutlich ausschlaggebender Faktor, der das Verschwinden der Kesselform bestimmt. Bei durch Erosion (Evorsion) entstandenen Kesseln können wir — mit der Zeit der Weiterentwicklung — eine allmähliche Abnahme der Evorsion und schliesslich ihr völliges Ausbleiben beobachten.

Kesseldolinen sind typische Formen für die letzten, „antropogenen“ Zeitraum der Lösslandschaftsgestaltung der Lubliner Hochfläche und sind eng mit der Schluchtenerosion verbunden (in den frühzeitlichen, natürlichen Bedingungen — bei üppigem „waldigen“ Pflanzenkleid — hoben sich solche Formen, ähnlich wie Schluchten, überhaupt nicht ab, oder waren eine sehr seltene Erscheinung). Diese Formen sind in der Regel schnell vergängliche, oft sogar nur eintägige Erscheinungen (die kleinsten entstehen und entwickeln sich oft während eines Regen-

gusses). Das Alter grosser Formen dieser Art dürfte man auf einige 10—20 (ausnahmsweise mehrere) Jahre schätzen.

Entstehung und Entwicklung von Dolinen der Art Pfannenform. Diesem Problem opferte der Verfasser während seiner Terrainforschungen die meiste Zeit. Die allgemeinen Anfangsuntersuchungen gaben schon Ergebnisse, die eine Folgerung zwischen dem Entstehen dieser Formen und den Auslaugungsprozessen von CaCO_3 ziehen liessen. Um eine zahlenmässige Bestimmung der morphogenetischen Prozesse für die Pfannensenken geben zu können, durchführte der Verfasser eingehende Studien. Der Verfasser entnahm Lössproben (aus Schurfen die im Bereich der pfannenartigen Vertiefungen und ausserhalb dieser gegraben wurden) die im Laboratorium, auf ihre Granularzusammensetzung, Calciumcarbonatinhalt und Porösität untersucht wurden. Eingehenden Untersuchungen wurden vorläufig nur Pfannensenken der Höhenniveaus unterzogen.

Auf Grund bisheriger Untersuchungsergebnisse wurde festgestellt, dass die Entstehung dieser Formen gewöhnlich als Folge mehrerer morphogenetischer Prozesse (oder ihrer Abwandlungen) anzusehen ist. Der Verfasser teilt sie ein in: 1) Ursprüngliche Vorgänge (die kleine Vertiefungen in der Lössoberfläche veranlassen) und 2) Nachfolgende Vorgänge die eine Weiterentwicklung der ursprünglichen Vertiefungen bedingen (Ausbildung von eigentlichen Pfannensenken). Zu den ursprünglichen Vorgängen gehören: ungleiche (eolische oder fluviale) Akkumulation des Lössstaubes im Endabschnitt der Lössdeckenbildung, Deflation, Fluvialerosion sowie andere Prozesse, welche noch nach der Formierung der Lössgesteinsdecke stattfanden. Ursprüngliche Vertiefungen konnten gleichfalls durch die Widerspiegelung von Unebenheiten der Lössunterlage, durch von Baumwurzeln herausgerissene Vertiefungen, sowie durch die wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen hervorgerufene Unebenheiten, entstehen. Aus diesem Überblick geht hervor, dass ursprüngliche Vertiefungen als Entwicklungsergebnis von Prozessen anzusehen sind, welche mechanisch auf die Lössoberfläche einwirken.

Das Problem der ursprüngliche Vorgänge und Vertiefungen, stellt der Verfasser ein wenig in den Hintergrund und konzentriert seine Aufmerksamkeit nunmehr auf die nachfolgenden Vorgänge.

Alle nachfolgenden Vorgänge haben einen völlig anderen Charakter als die ursprünglichen — es sind Vorgänge, die diagenetische Veränderungen der Lössgesteine, durch ihre ganze Mächtigkeit hindurch, hervorrufen. Diese Prozesse entwickelten sich durch Wasserwirkung und umfassten die ganze Lössdecke. Das Dasein ursprünglicher Vertiefungen war jedoch für die Differenzierung der Wasserverhältnisse der Lössdecke ausschlaggebend; unter den Vertiefungen war der Löss in viel stärkerem Masse mit Wasser durchtränkt als ausserhalb dieser. Die Weiterentwicklung dieser Vorgänge zog es nach sich, dass die Lössdeckenmächtigkeit sich stets verminderte, was wiederum das Vertiefen der Hohlformen nach sich zog.

Zu den diagenetischen Vorgängen, welche die ursprünglichen Vertiefungen in Pfannensenken umbilden, gehören: 1) die chemische Suffosion, 2) die selektiv-mechanische Suffosion und, 3) das Ausquetschen von Fliesstaubschichten.

Als nachfolgend morphogenetischen Hauptprozess der Pfannensenken dürfen wir die chemische Suffosion betrachten. Bedingt ist dieser Prozess durch: a) Wasserwirkung welche das Cementieren von Calciumcarbonat neutralisiert (6, Seite 58—60) und b) die das Calciumcarbonat laugende Wasserwirkung. Nach Denisow ist mit dem Wasserinfiltrationsvorgang ins Innere der Lössdecke „ein Zersprengungsprozess des cementierenden Bindemittels durch feine Wasserteilchen, welche in alle kleinsten Spalten eindringen, verbunden“ (6, Seite 60). Dieser Prozess erlaubt den Lössteilchen sich fester aneinanderzuschmiegen („verengen“), was wiederum eine Verminderung der Lössporosität bedingt. Dieser Prozess kann sich jedoch nur bei einer Porosität von über 40% entwickeln. Im Löss der untersuchten Dolinen — unter den Dolinenböden — war die Lössporosität um 3,2 bis 7,3% geringer als ausserhalb der Dolinen. Ein völliges Auslaugen von Calciumcarbonat aus der unter den Vertiefungen befindlichen Lössschicht, kann eine beträchtliche Masseneinschrumpfung (und damit sogleich eine Verminderung der Lössdeckenmächtigkeit) hervorrufen. In den untersuchten Fällen betrug der Prozentsatz 9,5 bis 10. Die Verminderung der Lössporosität und Absonderung des Calciumcarbonates bedingte eine Lösseinschrumpfung, unter den Dolinenböden, von ungefähr 15—16%, wodurch na-

türlich die Tiefenzunahme der Dolinen in engem Zusammenhang steht.

Für die Entwicklung der Dolinen ist wahrscheinlich die Wirkung der selektiv-mechanischen Suffosion von nur geringer Bedeutung. Unter dieser Bezeichnung versteht der Verfasser den Ausspülungsprozess einiger (kleinster, kolloidaler) Strukturelemente des Lösses (als Gegensatz zur selektiv-mechanischen Suffosion ist die oben erwähnte; sie verursacht eine Auswaschung aller auf dem Wege des unterirdischen Baches befindlicher Lösssteilchen; diese zweite Abart, kann man also als general-mechanische Suffosion bezeichnen). Über die Entwicklungsmöglichkeiten der selektiv-mechanischen Suffosion innerhalb der Dolinen, gibt uns die Vergleichung des Prozentsatzes der Kolloidalfraktion von entkalkten Löss unter- und ausserhalb des Dolinenbodens eine Aufklärung (der vertikale Entkalkungsbereich ausserhalb der Dolinen überschreitet nicht 1,5 bis 1,6 Meter). Der Prozentsatz für die aus Dolinenböden entnommenen Proben beträgt 13—18, für Proben ausserhalb der Dolinen 22—23. Es wird unterstrichen, dass in der granularen Zusammensetzung von kohlensaurem Löss Kolloidalteilchen in geringerer Menge — 12 bis 14% — auftreten, als im entkalkten Löss, weil ihr Grösstteil in den Bestand der koagulierten Aggregate tritt. Der Beweis, dass Kolloidalteilchen in nicht ausgelaugtem Löss, mit Calciumcarbonat vereinigt sind, lässt darauf schliessen, dass die selektiv-mechanische Suffosion erst nach der Auslaugung stattfindet. Man darf nun annehmen, dass dieser Vorgang nur in den Teilen der Lössdecke stattfindet, durch welche beträchtliche Wassermengen durchfliessen (Bereich der Dolinenböden). Die Auslaugung von Kolloidalfraktions teilen kann eine Zusammenschrumpfung der Lössdecke um einige Prozent verursachen (in den untersuchten Fällen 4—8%).

Im Löss, welcher sich im Grundwasserbereich befindet, können „Ausquetschungen“ von mit Wasser durchsättigten Schichten stattfinden. Staubfeine mit Wasser durchtränkte Ablagerungen, nehmen typische Eigenschaften des „schwimmenden Staubes“ (Fliesstaubes) an. Wenn die über dem Fliesstaub befindliche Ablagerungsschicht mit Wasser aus den ursprünglichen Vertiefungen durchtränkt wird, so findet eine zusätzliche Beschwerung der Fliesstaubschicht statt. Diese Beschwerung bedingt ein Ausquetschen des Wassers aus der Fliesstaubschicht (also Verringerung der Porosität), und vielleicht sogar ein Aus-

quetschen des Fliesstaubes nach den „Seiten“. Solche Erscheinungen sind aus der Baupraxis bekannt. Durch Bohrungen stellte der Verfasser fest, dass unter Dolinenböden staubige, sehr feste Bildungen auftreten, während in den gleichen Tiefen ausserhalb der Dolinen eine breiige Masse liegt (in die man den Bohrer mit einer Hand eindrücken kann).

Unter den untersuchten Dolinen lassen sich einige genetische Typen unterscheiden. Die jetzigen Untersuchungen erlauben es noch nicht eine nähere Bestimmung von morphogenetischen Prozessgruppen einzelner Dolinen vorzunehmen; daher unterscheidet der Verfasser genetische Typen unter Berücksichtigung des Prozesses der sich in den Vordergrund hervorschiebt. Auf diese Art wurden solche Dolinentypen abgesondert, bei welchen folgende Prozesse dominieren: 1) ursprüngliche (hauptsächlich Formen auf Terrassen) und 2) nachfolgende (Formen auf Höhenniveaus). Für Formentypen der ersten Gruppe kann als morphogenetischer Hauptprozess die fluviale und eolische Akkumulation, sowie die fluviale Erosion angenommen werden (nachfolgende Vorgänge entwickelten sich gleichfalls in diesen Formen, hatten aber keinen erwähnenswerten Einfluss auf die Gestaltung und Vertiefung der Dolinen). Für Formentypen der zweiten Gruppe kann als morphogenetischer Hauptprozess die chemische oder die selektiv-mechanische Suffosion, sowie das Ausquetschen der Fliesstaubschicht angesehen werden. Eine Zusammenstellung genetischer Typen und Untertypen der Pfannensenken gibt uns beistehende Tabelle (Seite 259).

Die Formen, die nicht mit Bestimmtheit durch den Verfasser festgestellt wurden, versah dieser mit einem Fragezeichen.

Den Entwicklungszyklus von Dolinen der Art Pfannen behandelt der Verfasser an Hand durch ihn selbst untersuchter chemischer Suffosionsformen am ausführlichsten. Im Entwicklungszyklus dieser Formen lassen sich folgende Stadien unterscheiden: 1) Initialstadium (Entwicklung als Ergebnis der ursprünglichen Prozesshandlung) 2) Eintrittsstadium der vertikalen Entwicklung (ursprüngliche Hohlformen vertiefen sich sehr schnell infolge von Lössseinsackung — wenn dieser entsprechende Porösität aufweist). 3) Hauptstadium der vertikalen Entwicklung (die Hohlform wird infolge langandauernder durch Calciumcarbonatauslaugung bedingter Lössabsackung vertieft). 4) Stadium der horizontalen Entwicklung (die Calciumcarbonatauslaugung des mittleren Teils der Form ist beendet — die Tiefe der Form

Art	Genetischer Typus	Untertypus
Löss- Pfannen- senken	durch fluviale Akkumulation entstanden (?)	auf Terasse
	durch eolische Akkumulation entstanden	auf Terasse
		auf Höhenniveau (?)
	durch fluviale Erosion entstanden	auf Terasse
	Durch chemische Suffosion entstanden	auf Höhenniveau
		auf Terasse
	durch selektiv-mechanische Suffosion entstanden	auf Höhenniveau
		auf Terasse
	durch Ausquetschung der Fliesstaubschicht entstanden	auf tieflieg. Wasserscheiden
		auf Terasse (?)

wird nicht mehr vergrößert — die Region der maximalen Auslaugung schlägt nunmehr eine zentrifugale Richtung ein).

5) Stadium der Formenausgleichung und des Dolinenschwundes (die Entwicklung der Form ist beendet, da das Wasser nicht mehr den ganzen sich stets vergrößernden Boden der Vertiefung bedecken kann — infolge beschränkter Wassermenge; die Form wird durch Denudation mit von Hängen ausgewaschenen Material gefüllt). Charakteristisch ist, dass die chemische Suffosion nur in den 3 mittleren Stadien als entscheidender Entwicklungsprozess der Dolinen angesehen werden kann. Im Anfangs- und Endstadium der Entwicklung sind Prozesse, die mit der Suffosion nichts gemein haben, entscheidend. Jedem hier erwähnten Entwicklungsstadium entsprechen gewisse charakteristische Gestaltungskennzeichen (die durch den Charakter des morphogenetischen Prozess bedingt sind) der Dolinen. Hier sei besonders unterstrichen, dass Formen im zweiten und dritten Entwicklungsstadium keinen deutlich ausgebildeten Boden haben (es sind Pfannenformen ohne flachen Boden). Dagegen haben Formen im vierten Entwicklungsstadium einen recht deutlich ausgebildeten flachen Boden (es sind Pfannenformen mit flachen Boden).

Pfannensenken der Lubliner Hochfläche sind Formen, welche sich in verschiedenen Entwicklungsstadien befinden. Diese Tatsache kann

auf die Entstehungszeit und die Zeitdauer der Entwicklungsprozesse dieser Formen hinweisen. Die Zeitunterschiede für die Entstehung gleichzeitiger Formen können wahrscheinlich sehr grossen Schwankungen unterliegen. Untersuchungsergebnisse von *Krisztafowicz* (28, Seite 122—134) über Humuslinsen (auf verschiedenen Tiefen) der typisch eolischen Lössse der Umgegend von Lublin beweisen, dass kleine abflusslose Vertiefungen schon während der Zeit der Lössakkumulation auf der Lössoberfläche bestanden. Die Untersuchungen weisen gleichfalls darauf hin, dass sich in den Vertiefungen nachfolgende morphogenetische Prozesse entwickelten, welche auch für die gleichzeitigen Dolinen typisch sind. Wenn also solche Formen sich in makroklimatisch ungünstigen Verhältnissen (Klimatrockenheit) im Zeitraum der Lössakkumulation, entwickeln konnten, so können sie in der Jetztzeit umso mehr. Manche Geländebeobachtungen bestätigen dies auch. Wir dürfen also feststellen, dass Pfannensenken während des ganzen Zeitraums des Bestehens der Lössdecke entstanden (vom Zeitraum der Lössentstehung bis jetzt). Während dieser Zeit gab es bestimmt Zeitabschnitte (abhängig von der Feuchtigkeit des Klimas) in denen die Entwicklung weniger oder mehr intensiv vor sich ging. Viel schwieriger ist die Zeitdauer des Entwicklungszyklus für die untersuchten Formen zu bestimmen. Es scheint, dass diese mit mindestens Jahrzehnten oder gar Jahrhunderten zu messen sind. Sich auf russische Forschungsergebnisse stützend (6, Seite 67—72), können wir annehmen, dass die Zeitdauer des zweiten Entwicklungsstadiums der chemischen Suffosion, nicht ein paar Jahre überschreitet. Die Entwicklungsdauer des dritten und vierten Stadiums bedarf, in Hinsicht auf die Langsamkeit des Auslaugungsprozesses von Calciumcarbonat, eines viel längeren Zeitraumes.

Das wirtschaftliche Problem der Dolinen. Zur Besprechung der wichtigsten wirtschaftlichen Bedeutung von Dolinen im Lössgebiet, widmete der Verfasser die letzten Abschnitte seiner Abhandlung. Die wirtschaftliche Bedeutung der Kesseldolinen als Formen die eng mit Schluchten verbunden sind, bilden nur einen Teil des wirtschaftlichen Schluchtenproblems und verdienen daher mehr einer abgesonderten Besprechung. Pfannensenken bilden, im Zustand der heutigen Bewirtschaftung — vom Gesichtspunkte des Ackerbaues — grösstenteils Brachlandflächen (hauptsächlich die

grösseren, in denen sich beträchtlichere Wassermengen sammeln). Der Verfasser schlägt vor, die grösseren Dolinen als Wasserreservoirien auszunutzen, was in beträchtlichem Masse ein Fortschreiten der „Austrocknung“ der Lubliner Hochfläche aufhalten würde. Der Verfasser gibt gleichfalls Anweisungen zum Einhalten der Weiterentwicklung dieser Formen. Wichtig ist gleichfalls die Bedeutung der Pfannensenken für das Bauwesen. Mit dem Dasein von Pfannensenken sind räumlich starke physische Eigenschaftsdifferenzierungen der Lössdecke verbunden, welche bei Realisierungen grösserer Bauobjekte hindernd wirken können (es besteht die Gefahr ungleichmässiger Untergrundsenkung beim Bescheren).

S P I S T R E S C I

I. Wstęp	123
II. Charakterystyka wertebów obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej	128
1. Przegląd literatury. 2. Zasada podziału opisywanych form rzeźby. Nazewnictwo. 3. Charakterystyka morfograficzna wertebów i obszarów ich występowania. 4. Charakterystyka geologiczna wertebów i obszarów ich występowania. 5. Charakterystyka hydrograficzna wertebów i obszarów ich występowania. 6. Rola wertebów w krajobrazie obszarów lessowych.	
III. Geneza i rozwój wertebów obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej	155
A. Wertebry rodzaju kotłów.	
1. Geneza wertebów rodzaju kotłów. 2. Zarys cyklu rozwojowego wertebów rodzaju kotłów.	
B. Wertebry rodzaju wymoków.	
1. Poglądy uczonych rosyjskich (radzieckich) na genezę stepowych błudiec. 2. Obserwacje i badania własne nad genezą wertebów rodzaju wymoków. 3. Procesy morfogenetyczne wertebów (rodzaju wymoków) poziomów wierzchowinowych i wododziałowych. 4. Procesy morfogenetyczne wertebów (rodzaju wymoków) terasy nadzalewowej. 5. Główne typy genetyczne wertebów rodzaju wymoków. 6. Ogólne cechy charakterystyczne zjawiska osiadania lessów i ich wpływ na kształt wertebów rodzaju wymoków. 7. Zarys cyklu rozwojowego wertebów rodzaju wymoków. 8. Czas powstania i wiek wertebów rodzaju wymoków.	

IV. Znaczenie gospodarcze wertebów obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej	225
1. Znaczenie wertebów w rolnictwie. 2. Znaczenie wertebów w budownictwie.	
(Zakończenie)	232
Spis literatury	234
РЕЗЮМЕ	238
ZUSAMMENFASSUNG	250



Fot. 1. Kotły sulfozyjne w wierzchołkach wąwozów. Wieś Dobre na S od Kazimierza.

Abb. 1. Suffosionskessel in Schluchtenköpfen. Dobre, südlich von Kazimierz.

Fot. A. Reniger



Fot. 2. Kocioł sulfozyjno-eworzyjny w wierzchołku wąwozu. Kazimierz.

Abb. 2. Evorsion-suffosischer Kessel im Schluchtkopf. Kazimierz.

Henryk Maruszczak

Fot. A. Kęsik



Fot. 3. Kocioł suffozyjny w wierzchołku wąwozu. Kazimierz.
Abb. 3. Suffosionskessel im Schluchkopf. Kazimierz.



Fot. 4. Kocioł eworzyjny na zboczu wąwozu.

Wieś Białka na W od Krasnegostawu.

Abb. 4. Evorsionskessel am Schluchthang. Białka, bei Krasnystaw.



Fot. 5. Kocioły suffozyjne na dnie wąwozu. Kwaskowa Góra w Kazimierzu.

Abb. 5. Suffosionskessel am Schluchtboden. Kwaskowa Góra in Kazimierz.

Fot. A. Kęsik



Fot. 6. Kocioł suffozyjny powyżej zbocza wąwozu (punkt oznaczony sygnaturą X)
— stadium wstępne rozwoju bocznego rozcięcia erozyjnego.

Abb. 6. Suffosionskessel über dem Schluchthang (X) — Anfangsstadium
der Entwicklung einer Seitenerosionsrinne.

Henryk Maruszczak

Fot. A. Reniger



Fot. 7. W dużych wymokach woda gromadzi się w znacznych ilościach i na dłuższy okres czasu, uniemożliwiając zajęcie ich pod uprawę.
Sadurki — garb wododzielny Bystrej i Ciemiegi.

Abb. 7. Grosse, durch Wasser ausgefüllte Pfannensenke. Sadurki, bei Nałęczów.



Fot. 8. W małych wymokach woda występuje w przeciągu krótkiego okresu czasu, dzięki czemu można zająć je pod uprawę.
Sadurki — garb wododzielny Bystrej i Ciemiegi.

Abb. 8. Kleine, durch Wasser ausgefüllte Pfannensenke. Sadurki, bei Nałęczów.
Henryk Maruszczak Fot. autor



Fot. 9. Małe wymoki nie zawsze zajęte są pod uprawę; mają one wówczas, podobnie jak i duże wymoki, charakter łąk lub pastwisk.
Złojec — terasa nadzalewowa Łabuńki.

Abb. 9. Kleine, durch Wasser ausgefüllte Pfannensenke. Złojec, bei Zamość



Fot. 10. Wymoki wypełnione wodą wyraźnie wyodrębniają się na tle szachownicy pól.
Złojec — terasa nadzalewowa.

Abb. 10. Kleine, durch Wasser ausgefüllte Pfannensenke. Złojec, bei Zamość.