

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XII, 1.

SECTIO E

1957

Z Katedry Gleboznawstwa Wydziału Rolnego W.S.R. w Lublinie
Kierownik: prof. dr Bohdan Dobrzański

Saturnin ZAWADZKI

**Badania genezy i ewolucji gleb błotnych węglanowych
Lubelszczyzny**

Исследования генезиса и эволюции болотных
карбонатных почв люблинского воеводства

Investigations on the Origin and Evolution of Bog Soils Rich
in Calcium Carbonate in the Lublin District

	Str.
Wstęp	1
I. Przegląd literatury	3
II. Badania własne	7
A. Teren badań	7
B. Charakterystyka gleb błotnych węglanowych	12
C. Badania genezy gleb błotnych węglanowych w dolinie Huczwy	34
D. Badania genezy namuleń węglanowych w profilu gleb błotnych	41
III. Omówienie wyników badań własnych i dyskusja	56
IV. Wnioski	64
Резюме	70
Summary	78

W S T Ę P

Gleby błotne¹ węglanowe zwróciły na siebie większą uwagę geobotaników, łąkarzy, melioratorów i gleboznawców stosunkowo niedawno, bo około roku 1950 i od tego czasu mówi się i pisze na ten temat coraz częściej i więcej (8, 9, 10, 11, 16, 47, 48, 56, 78, 92, 93). Wydaje się, że zjawisko to jest przyczynowo uwarunkowane.

Prace melioracyjne na terenie Polski, a w tym i Lubelszczyzny prowadzone były głównie i prawie wyłącznie pod kątem odwodnienia

¹ Według nomenklatury Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego „bagienne”.

i osuszenia zabagnionych dolin (8, 61), widziano w tym drogę do polepszenia użytków zielonych (43).

Działania wojenne i okres przejściowy bezpośrednio po wojnie przyczyniły się do dewastacji urządzeń melioracyjnych, zaniedbania łąk i pastwisk w dolinach rzecznych.

Główna uwaga służby melioracyjnej skierowana była w pierwszych latach po wyzwoleniu na wielkie obiekty zniszczone przez wojnę, których doprowadzenie do stanu używalności mogło dawać szybkie efekty gospodarcze (np. Żuławy Gdańskie). W mniejszych dolinach, w pierwszych latach po ostatniej wojnie, prowadzono prace przeważnie nad oczyszczaniem starych rowów odwadniających, polepszając tym samym warunki dla odpływu wód, powodujące dalsze osuszenie terenu.

W roku 1949 w związku z projektowanym rozszerzeniem hodowli zwierząt (tzw. akcja „H”), powstała konieczność postawienia na odpowiednim poziomie użytków zielonych, a to z kolei uczynić można było przez racjonalną meliorację.

W tym też czasie przeprowadzona była przez grupę pracowników naukowych z P.I.N.G.W. w Puławach i z UMCS w Lublinie generalna ekspertyza przedmelioracyjna terenów Lubelszczyzny (9).

W ekspertyzie tej stwierdzono katastrofalny stan użytków zielonych spowodowany nadmiernym osuszeniem, niestosowaniem lub w ogóle brakiem urządzeń nawadniających, oraz brakiem pielęgnacji rozległych obszarów dolin rzecznych Lubelszczyzny. Najbardziej niekorzystnie stan ten przedstawiał się w licznych odwadnianych dolinach rzecznych wyścielonych glebami torfowymi, zawierającymi znaczne ilości węglanu wapnia, charakteryzującymi się głębokimi spękaniem w profilach i „rozpylonymi” warstwami powierzchniowymi (fot. 1 i 2).

Powstała konieczność bliższego poznania tych gleb.

* * *

Praca niniejsza jest próbą wyjaśnienia następujących zagadnień związanych z glebami błotnymi węglanowymi:

- genezy namuleń węglanowych,
- zmian strukturalnych w odwadnianych warstwach torfowych.

Na podstawie wstępnych obserwacji terenowych oraz jednomyślnych sugestii w literaturze (9, 45, 47, 54, 55, 79, 92, 93), oparłem się na hipotezie roboczej, że geneza węglanów w profilach gleb błotnych związana jest z występowaniem rędzin węglanowych w dorzeczu. Namulanie materiału węglanowego przebiega drogą bezpośredniego splukiwania ze zboczy rędzinowych, ewentualnie materiał ten transportowany na pewne odległości, osadzany jest w dolinach rzecznych drogą sedymentacji oraz wytrącania się z roztworu.

Zmiany strukturalne w odwadnianych warstwach torfowych odniosłem do procesu murszenia. Wysunąłem jednocześnie hipotezę, że charakterystyczny mikrorelief występujący na odwadnianych torfowiskach związany jest z procesem murszenia. Dla tego mikroreliefu przyjąłem nazwę „poligonalny“.

Koncepcję dowodową oparłem o wykazanie ścisłego powiązania wymienionych gleb w dolinach rzecznych z charakterem ich dorzeczy i niektórymi przejawami działalności gospodarczej człowieka.

Układ rozdziałów części II ma swoje uzasadnienie w metodzie badania omawianych gleb. W pierwszym rzędzie bowiem stwierdzono charakterystyczną budowę i właściwości gleb błotnych węglanowych, a następnie szukano ich przyczyn powyżej, na terenie dorzecza, biorąc pod uwagę jego historię.

Charakteryzując gleby błotne węglanowe zatrzymałem się tylko nad niektórymi właściwościami chemicznymi, natomiast szerzej potraktowałem właściwości fizyczne, starając się przedstawić niektóre z nich w ujęciu dynamicznym.

I. PRZEGLĄD LITERATURY

Niewiele dowodów zainteresowania zagadnieniem gleb błotnych węglanowych spotkać można w literaturze naukowej. Prac poświęconych wyłącznie tym glebom nie ma zupełnie. Bardzo mało jest także prac zawierających wzmianki o takich glebach.

1. Wapń w glebie

Wapń występuje w glebach w stanie związanym z innymi pierwiastkami w fazie stałej gleb oraz w roztworach glebowych. Spełnia on w glebach ważną rolę jako czynnik wpływający na właściwości biologiczne, chemiczne i fizyczne (A. Musierowicz — 52).

Korzenie roślin impregnowane solami wapniowymi z trudem pobierają z gleby wodę oraz składniki pokarmowe takie jak potas i fosfor, dlatego cierpią w okresach suchszych (H. Ellenberg — 21, A. Mitscherlich — 46, B. Niklewski — 58).

M. Nowak (59) przytaczając badania Tacke'go podaje, że na glebach torfowych po silnym zwapnowaniu nastąpiła obniżka plonów siana. Autor ten zastanawiając się nad przyczynami wspomnianego zjawiska, powołuje się na przypuszczenie F. Rittera wyjaśniającego to unieruchomieniem kwasu fosforowego. Dalej M. Nowak stwierdza, że wapno przyczynia się do rozluźnienia darni.

Jak wykazały badania W. S. Chępila (13) CaCO_3 w glebach o wysokiej zawartości substancji organicznej zwiększa podatność na erozję wietrzną bardziej aniżeli w glebach o niskiej zawartości substancji organicznej.

L. Turk i C. Millar (83) oraz Musierowicz (52) piszą, że wapnowanie przyspiesza rozkład substancji organicznych, ale tylko w pewnych granicach. Według Musierowicza większe ilości CaCO_3 wpływają hamująco na wspomniany proces.

T. Hagerman (22) badając wpływ wapna na torf stwierdził, że działa ono nań koagulująco. Wiąże się to zdaniem wymienionego badacza prawdopodobnie z wytrącaniem się soli kwasów próchnicowych i innych nierozpuszczalnych związków organicznych.

Streszczenie wyników badań laboratoryjnych Hagermana (22) ze względu na ich wagę przytoczę w dosłownym brzmieniu:

„Różne rodzaje torfu, jakie poddano badaniu, koagulowały ze stadium szlamu wodnistego po dodaniu dostatecznej ilości wapna w przeciągu krótkiego czasu (przeciętnie około 1 godziny), natomiast bez dodatku wapna zawiesina szlamu torfowego utrzymuje się miesiącami. Skoagulowany wapnem torf wykazuje m. in. rozerwanie (zniszczenie) mikrostruktur organicznych. Prędkość filtrowania w torfie wapnowanym zwiększa się w sprzyjających warunkach trzydziestokrotnie i więcej w porównaniu do prędkości przesączania się cieczy w torfie niewapnowanym.“

Węglan wapnia jest związkiem praktycznie nierozpuszczalnym w wodzie (0,0015 g/100g H_2O w temp. 18°C). Rozpuszcza się natomiast w obecności CO_2 przechodząc w kwaśny węglan wapnia (82).

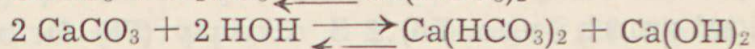
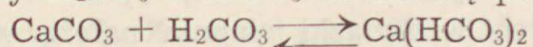
Wskutek wypłukiwania kwaśnego węglanu wapnia w naszych warunkach klimatycznych, gleby mogą tracić rocznie z 1 ha 150—400 kg CaCO_3 (A. Musierowicz — 50), a według innych autorów (B. Niklewski — 58) nawet około 500 kg.

Ze stratami tymi łączy się ściśle proces suffozji chemicznej w lessach (H. Maruszczak — 42) oraz zjawiska krasowe (J. Kunsky — 34, A. Malicki — 41).

Według badań K. i M. Stangenberga (73, 74, 75) związki wapnia stanowią główną treść soli mineralnych w wodach rzecznych. Zawartość wapnia wynosi w wodach rzecznych w połączeniach węglanowych najczęściej 150—200 mg/1 CaCO_3 , wahając się od 0 do 750 mg/1.

K. Stangenberg (75) stwierdza, że rzeki wypływające z utworów kredowych m. in. Nysa Kłodzka wyróżniały się stosunkowo niewielką ilością węglanu wapnia (około 95 mg/1 CaCO_3).

Według G. Wignera (52) w „glebach zawierających węglan wapniowy między H_2CO_3 i CaCO_3 ustala się pewien stan równowagi:



i otrzymujemy odczyn wahający się w granicach 7,2 — 7,8 pH“.

2. Gleby błotne węglanowe

Spośród nielicznych badaczy wzmiankujących o glebach błotnych węglanowych przed rokiem 1950 wymienić należy J. Tomaszewskiego (79), S. Nide (54, 55), T. Mieczyskiego (45) i B. Dobrzańskiego (16).

Cały szereg uwag o glebach błotnych węglanowych znajduje się w nieopublikowanych materiałach z ekspertyzy przedmelioracyjnej woj. lubelskiego przeprowadzonej w latach 1949—1950 (J. Bury-Zaleska, B. Dobrzański, A. Malicki, J. Motyka, S. Ziemiński—9)². Z materiałów tych wynika, że liczne spotykane na Lubelszczyźnie w dolinach rzecznych gleby błotne węglanowe kształtowały się pod wpływem zmywów wapiennych ze stoków rędzinowych.

J. Bury-Zaleska (9) rozpatrując wartości najmłodszych procesów glebotwórczych dla rolnictwa stwierdza między innymi, że „na ogół zmywy lessowe o ile są szkodliwe dla pól o tyle raczej korzystne dla łąk. Również korzystnym jest działanie namywów lessowych na powierzchnie zaniezione namywami rędzinowymi“. W osadzaniu namuleń rędzinowych (kredowych) na terenach łąkowych Bury-Zaleska widzi jedną z przyczyn tworzenia się półnieużytków, ponieważ namuły te wpływają na zmiany fizycznych właściwości gleb w kierunku niekorzystnym dla rozwoju roślin. Gleby torfowe namulone kredą „posiadają jakby wszystkie ujemne cechy rędzin i torfów, bez ich cech dodatnich“.

Ujemne działanie zmywów z rędzin, przyczyniających się do powstawania gleb torfowo-węglanowych omawia S. Ziemiński (93) podając, że gleby te w stanie mokrym stają się nieprzepuszczalne, a po osuszeniu pękają, tracą strukturę i nie zatrzymują wody.

Charakterystykę kilkudziesięciu profilów gleb błotnych węglanowych z omówieniem flory na nich występującej znaleźć można w publikacjach B. Dobrzańskiego, J. Motyki i S. Zawadzkiego (47, 48).

J. Motyka (49) pisząc o różnych domieszkach mineralnych w torfach podaje, że „w dolinach rzek w obszarach lessowych domieszka ta składa się z lessu, w obszarach wapiennych torfy zawierają domieszkę

² W pracach wymienionej Komisji brałem udział jako pracownik pomocniczy.

węglanów. Dalej Motyka stwierdza, że torf nawapniony nabiera właściwości wybitnie hydrofobowych.

Do nieprzeciętnie zasobnych w związki wapnia należą według badań W. Niewiadomskiego (56) i S. Tołpy (78) torfowiska biebrzańskie. Tlenek wapnia łącznie z tlenkiem magnezu są, zdaniem wymienionych badaczy, czynnikami alkalizacji i związanego z nią niebezpieczeństwa zbyt gwałtownej destrukcji masy torfowej. Przyczynę alkalizacji torfowiska widzi Niewiadomski (56) w alkaliczności wód zasilających torfowiska, a w związku z tym stwierdza, że „sprawa wód potrzebnych dla melioracji nie może być tylko rozstrzygana w płaszczyźnie ilościowej, ale i jakościowej“.

3. Zmiany wywołane odwodnieniem

Warstwy torfowe odwadniane obsychając zmniejszają swoją objętość. Przy intensywnym odwodnieniu substancja torfowa kurczy się tak dalece, że przekroczone zostaje krytyczne naprężenie włókien torfowych powodujące pęknięcia i formowanie się szczelin (2).

Z wieloletnich wnikliwych badań S. B a c a poświęconych ruchom gleby pod wpływem zamarzania i tajania (3, 4, 5, 6, 7) wynika, że pulsowanie powierzchniowych warstw gleb torfowych wywołane procesami zamarzania i rozmarzania może być również przyczyną pęknięć masy torfowej.

A. J a h n (27) przytacza ciekawe wyniki studiów laboratoryjnych Wollny'ego, który nasycone wodą próbki kaolinu i ilu poddawał kilkakrotnie kolejnemu zamarzaniu i topnieniu i doszedł do wniosku, że tym większa ilość szczelin tworzy się w glebie im częściej ulega ona regelacji.

„Gleby torfowe przesuszone oraz wzruszone — zdaniem G. H o n c z a r e n k i (24) — reagują w większym stopniu na ujemny wpływ niskiej temperatury zimy, jako głębiej przemarzające“.

Z odwadnianiem torfów wiąże się ściśle kwestia aeracji powierzchniowych poziomów.

J. T o m a s z e w s k i podaje, że „gdy w górnych poziomach gleby ma miejsce przerywany przebieg zasadniczych procesów glebowych, następuje zjawisko murszenia, a działający w tych warunkach proces błotny staje się procesem murszotwórczym (78, 80, 81)“. W innym miejscu badacz ten pisze: „proces torfotwórczy, na skutek zmniejszenia stopnia uwilgotnienia, zmienia się w proces murszotwórczy a w takim razie gleba torfowa przeobraża się w glebę murszową (79 s. 122)“.

O powstawaniu gleb murszowych na torfowiskach odwodnionych i uprawianych pisze w swym podręczniku M. S t r z e m s k i (77).

W następnych latach terminu „murszenie“ dla określenia procesu glebowego przebiegającego w odwadnianych lub uprawianych torfach używają kolejno: S. Zawadzki (48), A. Musierowicz (53), A. Maksimow, H. Okruszko i S. Liwski (38, 39, 40), oraz B. Dobrzański (19)³.

Zagadnieniem mikroreliefu torfowiska zmeliorowanego zajmuje się szeroko S. Bac (3). Niewiele natomiast znaleźć można w literaturze wzmianek o charakterystycznym mikroreliefie odwadnianych torfowisk, który we wstępie nazwałem „poligonalnym“.

E. Lubicz-Niezabitowski (35) pisząc o kopcach występujących na terenach łąkowych przypisuje ich powstanie pracy mrówek, które rzekomo w ten sposób podwyższają swe siedliska wynosząc je ponad poziom wód gruntowych.

W. Łoziński (36) podaje, że „w niektórych okolicach powierzchnia gleb bagiennych jest gęsto zasiana kopcami, tzw. „kopniakami“, których powstanie pozostaje w związku z zamarzaniem wody w glebie“.

A. Maksimow i H. Okruszko wspominają o występowaniu na torfowisku Parciaki „bardzo licznych kopców, jako pozostałości po niezmineralizowanych kępach dawnej roślinności bagiennej zamarłej po osuszeniu torfowiska“ (37).

A. Jahn znalazł w dolinie Wieprza koło wsi Zakrzew — jak twierdzi — „ciekawym u nas na ogół niespotykany obraz mikroreliefu łąkowego, przypominający żywo tzw. gleby komórkowe krajów polarnych“ (28). Autor ten przypuszcza, że wspomniane formy są rezultatem wysychania mułu. Działanie mrozu jako przyczynę genezy spękań Jahn wyłącza ze względu m. in. na fakt, iż w tym wypadku spękania te są rezultatem jednorazowego procesu. Tymczasem gleby komórkowe krajów polarnych — zdaniem Janna — powstają w rezultacie wieloletniego „rozruszenia“ przez zmiany objętościowe gleby pod wpływem mrozu.

II. BADANIA WŁASNE

A. TEREN BADAŃ⁴

Badaniami objęto wschodnią część Wyżyny Lubelskiej od Bystrzycy po Bug wraz z Rostoczem, oraz Obniżeniami: Dorohuckim i Dubienki, następnie Polesie Lubelskie z przyległą do niego wschodnią częścią Małego Mazowsza.

³ Autorów wymieniono wg kolejności ukazywania się publikacji.

⁴ Nazwy regionów fizjograficznych wymienione tu jak i w dalszej części pracy przyjmuję za A. Chałubińską i T. Wilgatem (12).

Obiektem zainteresowania były gleby błotne w dolinach rzecznych. Kierując się zasadą, że na kształtowanie gleb w dolinach doniosły wpływ wywiera dorzecze (zlewnia) wraz z całym zespołem procesów na jego obszarze zachodzących, scharakteryzuję teren pod względem fizjograficznym.

1. Charakterystyka geomorfologiczna i geologiczna

Część północna omawianego obszaru należy do Krainy Wielkich Dolin i różni się zasadniczo pod względem budowy geologicznej, pokrywy glebowej, ukształtowania terenu, sieci wodnej, od części południowej wchodzącej w zasięg Pasa Wyżyn Środkowopolskich.

Wschodnia część Małego Mazowsza obejmuje dorzecze górnej Krzyny i część dorzecza Tyśmienicy z dopływami: Piwonią i Białką. Przedstawia ona falistą równinę morenową porozcinaną ciekami wodnymi na szereg płatów wysoczyznowych. Posuwając się ku wschodowi mamy Zakłęsłość Łomaską sąsiadującą na południu z Równiną Parczewską. Są to najbardziej monotonne pod względem krajobrazowym regiony badanego obszaru. Wyścielają je przeważnie piaski i rozległe torfowiska niskie będące pozostałością po lodowcowym rozlewisku oraz bardzo nieznaczne wyniesienia morenowe w części południowej (na Równinie Parczewskiej).

Przechodząc na południe ku Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskiemu trafiamy na wypukły Garb Włodawski pokryty piaskami i sporadycznie żwirowiskami, stanowiącymi pozostałości moreny czołowej środkowopolskiego zlodowacenia. Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie obfituje w jeziora i wielkie powierzchnie łąkowe. Region ten, z mojego punktu widzenia, różni się poważnie od poprzednio wymienionych. Pod pewnymi względami ciąży ku Wyżynie Lubelskiej (twierdzenie to wyjaśnię w dalszej części rozważań). Wiele cech wspólnych a zwłaszcza geomorfologicznych ma z Obniżeniem Dorohuckim i Obniżeniem Dubienki, Hipsometrycznie Pojezierze jest bardzo słabo zróżnicowane. Trafiają się tu wyniesienia kredowe przeważnie przykryte piaskami, a w Obniżeniach Dorohuckim i Dubienki spotyka się poza tym dużą ilość wydmy piaszczystych, wśród których znajduje się wiele torfowisk niskich.

Najbardziej eksponowaną formą Wyżyny Lubelskiej w kierunku północno-wschodnim są Pagóry Chełmskie. Różnią się one od pozostałej części Wyżyny zarówno pod względem geomorfologicznym jak i litologicznym. Do charakterystycznych cech tego regionu zaliczyć można

splaszczone pagóry kredowe (m. in. kreda pisząca) w kilku wypadkach przykryte piaszczystymi czapami sarmackimi, częściej cienką powłoką gliny lub piasku lodowcowego, a niekiedy kreda wychodzi na powierzchnię, ulegając wietrzeniu. Wyniesienia te otaczają rozległe zatorfione doliny rzeczne.

Pozostała część regionów Wyżyny Lubelskiej, ujmując najogólniej, ma zbliżony do siebie charakter. Całość podścielona jest płytą kredową przykrytą na większości powierzchni materiałem lessowym o różnej miąższości. Największą grubość pokrywa lessowa wykazuje na terenie Grzędy Sokalskiej, Działów Grabowieckich i Grzędy Horodelskiej. Znacznie natomiast płytszy i o nieco innym charakterze jest płaszcz lessowy na Wyniosłości Giełczewskiej i w Padole Zamojskim. Na obszarze dwu ostatnich regionów niekiedy kreda wychodzi na powierzchnię. W sąsiedztwie wychodni kredowych spotyka się najczęściej piaski, szczególnie na obrzeżeniach rozległych dolin rzecznych.

Roztocze zbudowane z kredy, w części zachodniej pokryte jest płaszczem lessowym. Roztocze Środkowe (od interesującej nas północno-wschodniej strony) charakteryzują rozległe kredowe wierzchowiny, wzniesione ponad 300 m n. p. m., przykryte niekiedy utworami trzeciorzędowymi oraz rozmieszczone między nimi obniżenia wyścielone piaskami trzeciorzędowymi i czwartorzędowymi.

2. Charakterystyka gleboznawcza terenu badań

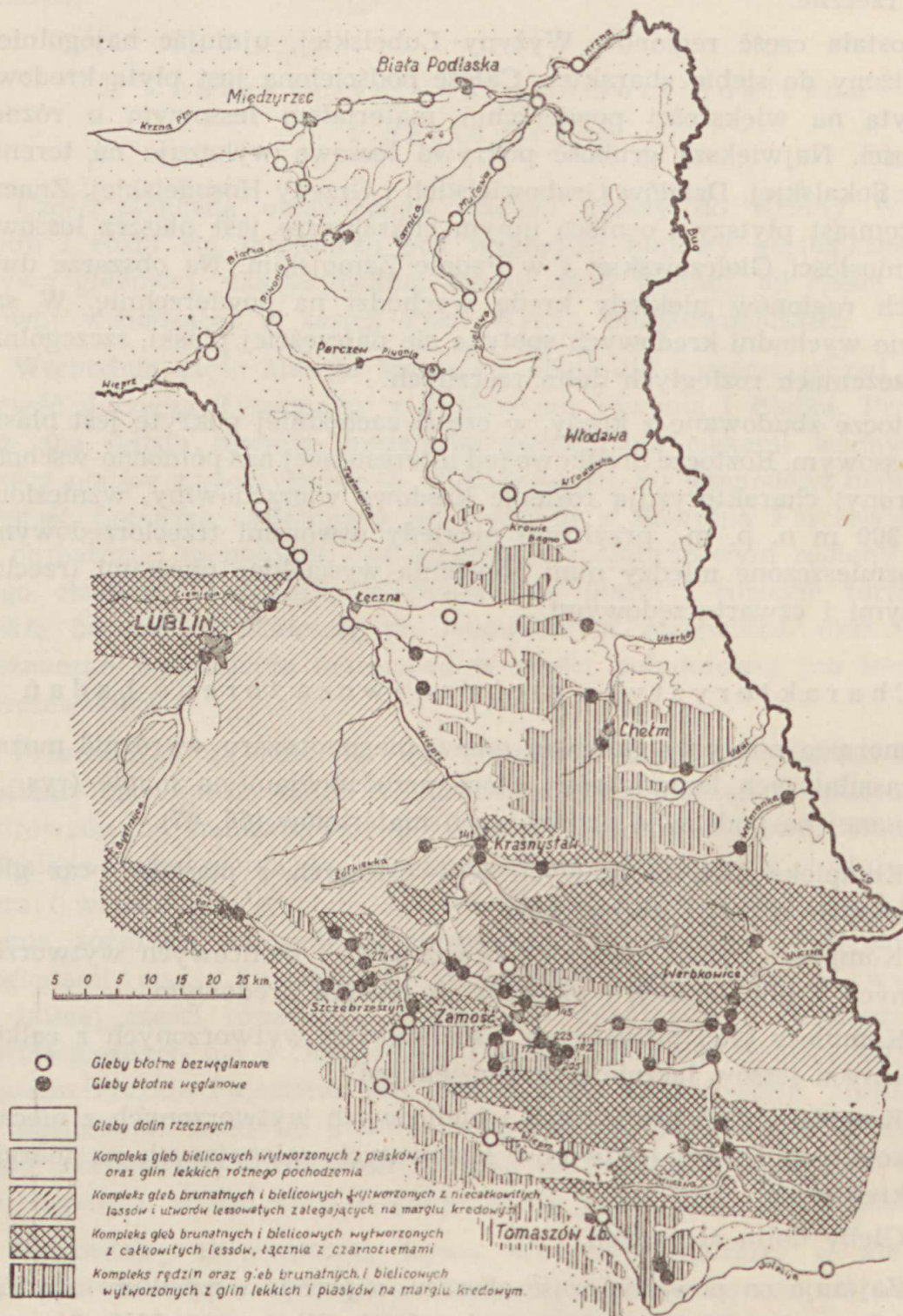
W mozaice pokrywy glebowej omawianego obszaru wyróżnić można kilka zasadniczych kompleksów, które przedstawiam na mapie (rys. 1) opracowanej na podstawie najnowszych materiałów (66, 67).

- a) Kompleks gleb bielcowych wytworzonych z piasków oraz glin lekkich różnego pochodzenia.
- b) Kompleks rędzin oraz gleb brunatnych i bielcowych wytworzonych z glin lekkich i piasków na marglu kredowym.
- c) Kompleks gleb brunatnych i bielcowych wytworzonych z całkowitych lessów łącznie z czarnoziemami.
- d) Kompleks gleb brunatnych i bielcowych wytworzonych z niecałkowitych lessów i utworów lessowatych zalegających na marglu kredowym.
- e) Gleby dolin rzecznych.

a) Zajmuje on poważną część obszaru, a przede wszystkim całą Zakłęśkość Łomaską, Równinę Parczewską, Garb Włodawski, Małe Mazowsze, większość Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, poważne fragmenty

Obniżenia Dorohuckiego i Obniżenia Dubienki oraz wypowo występuje na terenie Padołu Zamojskiego i Roztocza.

Przewagę w tym kompleksie stanowią gleby bielcowe wytworzone z piasków całkowitych akumulacji lodowcowej. Mają one odczyn kwaśny



Rys. 1. Kompleksy glebowe Lubelszczyzny.



i z reguły w całym profilu glebowym łącznie z podłożem wykazują brak węglanu wapnia. Z uwagi na przeważnie płaski charakter terenu zajmowanego przez te gleby, zmywów nie obserwuje się, co też sprawia, że rzeki w ciągu całego roku prowadzą wody prawie bez zawiesiny. Przyczynia się do tego również bardzo słabe wcięcie rzek. Granice między glebami zlewni a glebami dolinowymi zaciera się, ponieważ w niektórych rejonach jak np. na Równinie Parczewskiej dominują łąki i pastwiska.

Gleby wytworzone z glin morenowych różnej kategorii ciężkości występują tu na niewielkich przestrzeniach, głównie na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego i Garbu Włodawskiego.

b) Gleby tego kompleksu występują w największej swej masie na obszarze Pagórów Chełmskich, następnie Roztocza i Padołu Zamojskiego, ale spotyka się je również w Obniżeniach Dubienki i Dorohuckim, jak też na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim.

Gleby wchodzące do tego kompleksu różnią się znacznie między sobą pod względem budowy profilów glebowych, ale łączy je jedna wspólna cecha, a mianowicie obecność w profilu węglanowej skały kredowej przeważnie w postaci marglu. Margiel występuje tu na różnej głębokości, przeciętnie kilkadziesiąt centymetrów, a w wypadku rędzin wychodzi na powierzchnię. Rędziny spotykane na omawianym terenie mają przeważnie domieszkę materiału lodowcowego, dlatego zaliczamy je do tzw. rędzin mieszanych.

Obecność w wielu miejscach blisko pod powierzchnią podłoża wapiennego na terenie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego różni omawiany region od reszty niżowych regionów Lubelszczyzny, a jednocześnie cecha ta zbliża Pojezierze do Wyżyny Lubelskiej, która charakteryzuje się zasobnością skał i gleb w węglan wapnia.

c) Jest to kompleks, który dzięki charakterystycznemu ukształtowaniu powierzchni nadał właściwy charakter Wyżynie Lubelskiej.

Gleby tego kompleksu zajmują cały obszar Działów Grabowieckich, Grzędy Horodelskiej, Grzędy Sokalskiej, Zachodnie Roztocze oraz północno-wschodnią część dorzecza Bystrzycy (lubelskiej — S.Z.) na terenie Płaskowyżu Nałęczowskiego.

W ramach tego kompleksu ujęte są również czarnoziemny hrubieszowski-tomaszowski. Węglan wapnia w glebach wytworzonych z lessów jest zwykle wmyty na pewną głębokość wahającą się w granicach 100—200 cm. W powierzchniowych poziomach gleby spotykamy węglan wapniowy przeważnie na erodowanych skłonach lokalnych wyniesień, wszystkie bowiem gleby omawianego kompleksu podlegają silnym zmywom. Materiał glebowy przemieszczany przez wody pochodzenia atmo-

sferycznego dostaje się do cieków wodnych. Stąd po każdym większym deszczu rzeki płynące wśród gleb kompleksu lessowego, (głównie lessów całkowitych) unoszą duże ilości zawiesiny oraz roztworów łatwo rozpuszczalnych składników gleby (9, 14, 17, 41, 47, 68, 69, 89, 92).

d) Gleby te zajmują całą niemal Wyniosłość Giełczewską oraz równoleżnikowy pas w Padole Zamojskim ciągnący się od Zamościa po Bug. Tereny zajęte przez te gleby wykazują zgoła inny charakter ukształtowania powierzchni niż omówione wyżej lessy całkowite. Tu teren jest przeważnie płaski o niewielkich wyniesieniach, wyjątek stanowi południowa część Wyniosłości Giełczewskiej, gdzie charakter ukształtowania powierzchni łudząco przypomina tereny lessów całkowitych. Zresztą w tej części spotykamy na obrzeżeniach większości dolin rzecznych fragmenty lessów całkowitych z charakterystycznymi wąwozami.

Procesy zmywne na obszarze zajmowanym przez omawiany kompleks gleb zachodzą w stosunkowo niewielkich rozmiarach, co uwarunkowane jest przede wszystkim brakiem stromych spadków. Gleby te z reguły posiadają odczyn lekko kwaśny lub kwaśny i są przeważnie zbielicowane. Profile mają najczęściej średnio głębokie, często płytkie, a niekiedy i głębokie, z reguły odwapnione w całości, zalegające na marglach kredowych. Niekiedy podłoże marglowe powleczone jest płaszczem piasku, na którym dopiero znajduje się nadbudówka właściwego profilu lessowego czy lessowatego.

Gleby wykształcone z lessów i utworów lessowatych niecałkowitych, zalegających na marglach, ulegają stosunkowo słabszym zmywom niż całkowite, co uwarunkowane jest przede wszystkim brakiem stromych spadków, z wyjątkiem wspomnianej już wyżej południowej części Wyniosłości Giełczewskiej, gdzie spadki są znaczne.

e) Doliny rzeczne oraz w niektórych rejonach rozległe obniżenia na terenie Lubelszczyzny wyścielone są glebami aluwialnymi. Przewagę stanowią gleby typu błotnego.

W dolinach rzecznych Wyżyny Lubelskiej spotyka się obok gleb błotnych i mań, również gleby wykształcone na utworach deluwialnych, szczególnie tam gdzie krawędzie dolin stanowią lessy całkowite.

B. CHARAKTERYSTYKA GLEB BŁOTNYCH WĘGLANOWYCH LUBELSZCZYZNY

1. Badania terenowe

W ramach własnych ośmioletnich studiów nad glebami dolin rzecznych wykonałem na terenie Lubelszczyzny ponad tysiąc odkrywek i wierceń gleboznawczych, z czego kilkadziesiąt punktów wyłącznie gleb błotnych uwidocznilem na mapie kompleksów glebowych (rys. 1).

Wśród gleb błotnych interesującego nas obszaru wyróżniłem dwie zasadnicze grupy konwencjonalne: gleby błotne bez węglanowe, gleby błotne węglanowe.

Grupa pierwsza jest lepiej poznana, co znajduje swój wyraz w dość obszernej literaturze, nie będę się więc nią zajmował, natomiast główną uwagę zwrócę na grupę gleb błotnych węglanowych.

a. Typowe przykłady gleb błotnych węglanowych z terenu Lubelszczyzny

Zbadane przeze mnie na Lubelszczyźnie gleby węglanowe typu błotnego (bagiennego) dadzą się ująć w dwa podtypy: gleby murszowe węglanowe oraz gleby mułowo-torfowe węglanowe.

Z uwagi na to, iż nie sposób przytoczyć wszystkich opisów gleb błotnych węglanowych, podam kilka typowych przykładów reprezentujących większość omawianych gleb.

Gleby murszowe węglanowe

Stanowią emanację gleb torfowych powstałą w wyniku działania procesu murszenia, który jest obecnie powszechnym zjawiskiem na obszarach odwadnianych torfowisk.

Powierzchnia gleb murszowych węglanowych charakteryzuje się często spękaniem układającymi się w dość regularną sieć, tworząc „poligonalną” mikrorzeźbę. Fotografie nr 3 i 4 przedstawiają spękania gleb murszowych węglanowych w dolinie Huczwy pod Werbkowicami, z których wynika, że zarówno wielkość „poligonów”, jak i jaskrawość ich występowania może być różna. Do zagadnienia tego jeszcze wrócę w dalszej części. Na uwagę zasługuje tu fakt, że roślinność pokrywająca łąki czy pastwiska wyścielone glebami murszowymi węglanowymi o „poligonalnej” mikrorzeźbie charakteryzuje się pewnym zróżnicowaniem, w niektórych okresach dość jaskrawym. Zróżnicowanie to uwarunkowane jest całym szeregiem czynników, z których, mam wrażenie, na poczesne miejsce wysuwa się mikroklimat odmienny dla zagłębień i „kopczyków” oraz duże różnice w wilgotności samej gleby. Najefektowniej (optycznie) wyglądają takie tereny gleb murszowych węglanowych o „poligonalnej” rzeźbie, w okresach suszy letniej, kiedy rude (wypalona roślinność) łysiny „kopczyków” wylaniają się spośród zielonkawej sieci spękań.

Wśród gleb murszowych węglanowych wyróżnić można dwa rodzaje w oparciu o nomenklaturę Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego

(65)⁵: gleby murszowe węglanowe wykształcone z utworów torfowych oraz gleby murszowe węglanowe wykształcone na utworach mineralnych.

Gleby murszowe węglanowe wykształcone z utworów torfowych wyścielają wiele fragmentów dolin rzecznych południowo-wschodniej Lubelszczyzny, szczególnie w rozszerzeniach, gdzie nie docierają lub w słabym stopniu docierają namuły mineralne. Scharakteryzuję te gleby przy pomocy dwu profilów.

L. 140 Torfowisko w dorzeczu Mogilnicy. Około 1500 m na S od miejscowości Ostrówek.

Teren chaotycznej eksploatacji torfu. Potorfie nie zagospodarowane. Obszary nie objęte eksploatacją, użytkowane jako pastwiska. Ukształtowanie powierzchni bardzo nierówne — mikrorzeźba „poligonalna”. Poziom wody gruntowo-glebowej na głębokości 150 cm w dniu 23.VII.1950 r., natomiast 6.VI. 1956 na gł. 100 cm.

- 0 — 10 cm Zmurszała warstwa darniowa łatwo oddzielająca się. Masa organiczna o konsystencji drobnej kaszki zamulona materiałem pylastym, intensywnie reaguje z HCl. Barwa brunatnoszara.
- 10 — 50 cm Popękany układający się w bryły, ku dołowi coraz większe, torf turzycowy. Widoczny układ warstwowy na świeżym przekroju (warstewki jaśniejsze i ciemniejsze brunatne). Torf średnio rozłożony, bardzo słabo namulony. Z HCl nie reaguje.
- 50 — 150 cm Warstwowany torf turzycowy bardziej rozłożony aniżeli wyżej zalegający. Namulenia nie widać. Barwa ciemnobrunatna.
- Poniżej 150 cm Jasnobrunatny torf, mszysto-turzycowy, słabo rozłożony (kopano do 160 cm).

Fotografia nr 5 wykonana w czerwcu 1956 r. przedstawia profil gleby murszowej węglanowej wykształconej z utworów torfowych, położony w pobliżu wyżej opisanego profilu L. 140.

Warstwa zmurszała przesycona węglanem wapnia wynosi na fotografii około 20 cm.

A-21 Łąki Z.N.B. Werbkowice. Między studzienkami nr 12 i 13 na przekroju D-E-D (rys. 7 i 8). Mikrorzeźba powierzchni pastwiska „poligonalna” bardzo jaszkrawo zaznaczona.

0 — 50 cm Zmurszała warstwa organiczna.

50 — 150 cm Torf turzycowo-trzcinowy w 25% rozłożony, bez namulenia. Barwa ciemnobrunatna.

⁵) Według P.T.G. (65 s. 74). Gleby murszowe dzielą się na: 1. wykształcone na utworach mineralnych, i 2. wykształcone z utworów torfowych. Należy zaznaczyć, że pierwotny projekt klasyfikacji P.T.G. wyróżniał tylko gleby murszowe na podłożu mineralnym. Na Zjeździe Naukowym Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego w Olsztynie 22—25.IX.1955 wystąpiłem z inicjatywą rewizji, przed oddaniem do druku, m. in. podziału gleb błotnych (bagiennych) proponując oddzielnie gleb murszowych wyróżnienie na podłożach mineralnych i na podłożach torfowych (23).

150 — 180 cm Torf jak wyżej namulony materiałem pylastym z dużym udziałem węglanu wapnia.

180 — 200 cm Czarny muł mineralny z próchnicznymi naciekami.

Poniżej 200 cm Oglejony pył burzący z HCl.

Gleby murszowe węglanowe wykształcone na utworach mineralnych przekształcają się z płytkich zatorfień w miejscach, gdzie podłoże mineralne zbliża się ku powierzchni, a po odwodnieniu osiadła murszejąca masa torfowa. Obszary zajmowane przez gleby murszowe wykształcone na utworach mineralnych, a w tym i węglanowe, zazwyczaj wyniesione są lekko ponad powierzchnię reszty torfowiska (w wypadku jeśli pozostała powierzchnia jest również odwodniona). Często spotykamy je na obrzeżeniach murszejących torfowisk. Dla przykładu przytaczam opis profilu z terenu doliny Huczwy pod Werbkowicami.

L. 231 Pastwisko na niewielkim wyniesieniu o powierzchni około 300—400 m², opadające bardzo łagodnie na wszystkie strony. Pokrycie darnią zwartą. Mikrorelief „poligonalny”. W dniu 19.V. 1950 poziom wody glebowo-gruntowej znajdował się na głębokości 175 cm.

0 — 6 cm Darń łatwo oddzielająca się od głębiej leżących warstw gleby. Pomiedzy korzeniami zupełnie rozpylona substancja organiczna.

6 — 12 cm Warstwa składająca się z dużej ilości muszelek różnych rozmiarów.

12 — 18 cm Rozpylony torf barwy brunatnej z dużą ilością muszelek i ich resztek.

18 — 60 cm Lekka glina barwy szarobrunatnej z rdzawymi plamami. Widoczne spękania spowodowane wysuszeniem.

60 — 75 cm Białoszara warstwa gliniasta węglanowa.

75 — 170 cm Warstwa gliniasta węglanowa, barwy żółtoszarej z żelazistymi konkrecjami.

Poniżej 170 cm Bardzo drobny oglejony piasek o zwiększającym się w miarę głębokości oglejeniu.

Gleby mułowo-torfowe węglanowe

Występowanie tych gleb wiąże się zwykle z miejscami, gdzie następuje rozładowywanie fali wielkiej wody niosącej zawieszinę mineralną. Układają się one często pasami towarzyszącymi korytom cieków wodnych, zarówno współczesnych jak i porzuconych w przeszłości. Profile tych gleb zawierają warstwy torfowe pokryte w partiach górnych seriami namulów z przewagą substancji mineralnej. Niekiedy namuły mineralne odkładane są na zmurszałych powierzchniach torfowych. Zawartość węglanu wapnia waha się w poszczególnych warstwach profilów glebowych w dużych granicach.

Gleby mułowo-torfowe węglanowe przechodzą obecnie głębokie przemiany ewolucyjne, które z czasem doprowadzają do zakwalifiko-

wania się w poczet mad, a niekiedy czarnych ziem, zalegających na podłożu torfowym.

Proces akumulacji materiału mineralnego odkładanego podczas wylewów trwa nadal (fot. 6 i 8).

Charakterystyczne dla gleb mułowo-torfowych stosunki anaerobowe, w związku z obniżeniem się poziomu wód gruntowo-glebowych w dolinach rzecznych, przechodzą w aerobowe, co w konsekwencji pociąga za sobą przesunięcie się równowagi mikrobiologicznej na korzyść tlenowych mikroorganizmów. W ten sposób gleba zatracą charakter gleby typu błotnego (bagiennego).

Powierzchnia gleb mułowo-torfowych węglanowych wykazuje często „poligonalną” mikrorzeźbę. Zjawisko to występuje w miejscach gdzie warstwy mułowe (mineralne), zalegające na zmurszałym torfie, mają niewielką miąższość.

L. 141 Łąki w dolinie Wieprza powyżej Krasnegostawu na prawym brzegu rzeki. Między korytem rzeki a szosą Krasnystaw—Izbica; około 800 m na SW od stacji kol. Krasnystaw.

- 0 — 20 cm Warstwa darniowa o składzie mechanicznym pylastym. Barwa brunatnoszara, na sucho jasnopopielata. Liczne szkielety muszelek. Bardzo mocna reakcja z HCl.
- 20 — 25 cm Biała z szarym odcieniem warstwa wapiennego namułu. Pod powiększeniem 85-krotnym widoczny b. drobny pył oraz okruchy szkieletów muszelek.
- 25 — 50 cm Czarny zmurszały muł organiczny z niewielką domieszką ziarn drobnego piasku. Struktura tej warstwy pryzmatyczna, wielkość agregatów 3—8 mm. Reakcji z HCl nie zauważono.

Poniżej 50 cm Torf trzcinowo-olszynowy, barwy ciemnobrunatnej, namulony materiałem mineralnym. Brak reakcji z HCl. Do 100 cm bez mian.

L. 271 Łąka turzycowa w dolinie rzeki Łętowni. Teren płaski w rejonie wsi Popławy. Poziom wody gruntowo-glebowej zanotowano 22.X.1952 na głębokości 40 cm.

- 0 — 10 cm Poziom darniowy brunatnej barwy, poprzerastany korzeniami turzyc i traw. Od góry 3 cm ciemnobrunatna warstwa zwietrzeliiny substancji organicznej zmieszanej z namułami węglanowymi.
- 10 — 12 cm Warstewka węglanowa o barwie jasnokawowej, konsystencja maziasta.
- 12 — 25 cm Brunatna warstwa zmurszałej masy organicznej, bardzo mocno zamulona węglanem wapnia.
- 25 — 35 cm Warstwa ciemnobrunatna prawie czarna. Zmurszała masa torfowa zamulona iłem z dużą zawartością CaCO_3 . Sporadycznie trafiają się muszelki. W dolnej części jednocentymetrowej grubości warstewka biała namułu prawie czysto węglanowego.
- 35 — 80 cm Torf trzcinowy ciemnobrunatnej barwy rozłożony w 40% sporadycznie spotyka się muszelki, lekko namulone.

- 80 — 150 cm Torf turzycowo-trzcinowy rozłożony w 20%, lekko namulony, niewielka ilość muszelek.
- 150 — 170 cm Torf jak wyżej, lecz namulony mocno materiałem mineralnym z dużą zawartością CaCO_3 . Barwa ciemnobrunatna, miejscami prawie czarna. Burzy z HCl bardzo intensywnie.
- 170 — 270 cm Torf turzycowo-trzcinowy rozłożony w 30%, słabo namulony. Barwa brunatna z żółtymi plamkami nierozłożonych szczątków roślinnych.
- 270 — 320 cm Namul mineralny zawierający dużo węglanu wapnia, obfituje w szkielety muszelek.
- 320 — 460 cm Torf ciemnobrunatny dobrze rozłożony ponad 60% szczątki roślinne trudne do rozpoznania. Od 450 cm począwszy ku dołowi namulony mocno szarym materiałem ilastym.
- 460 — 520 cm Pył oglejony z resztkami roślin, słabo rozłożonych od 480 cm począwszy w dół pył oglejony bez szczątków roślinnych. Brak reakcji z HCl .

2. Badania laboratoryjne

a) Metody

Wśród właściwości chemicznych oznaczono węglan wapnia aparatem Scheiblera, elektrometrycznie pH w H_2O i KCl oraz zawartość popiołu przez żarzenie z uwzględnieniem poprawki na węglany.

Obszerniej potraktowano właściwości fizyczne, ponieważ wyłaniały się coraz nowe zagadnienia, które należało zbadać.

Ciężar właściwy fazy stałej oznaczałem piknometrycznie. W celu usunięcia powietrza z masy glebowej nie gotowałem próbek, ponieważ większość z nich zawierała znaczne ilości substancji organicznej. Zastosowałem sposób podany przez Kułakowa (33) wprowadzając modyfikacje w samym postępowaniu, dyktowane warunkami technicznymi.

Próbkę wysuszoną w temperaturze 100°C do stałej wagi zalano w piknometrze wodą destylowaną do $\frac{1}{3}$ pojemności piknometrów, a następnie stosowano podciśnienie przy pomocy pompy wodnej do każdej próbki osobno⁶. Stosując indywidualne odpowietrzanie próbek unikano wykipienia próbki, co równałoby się dyskwalifikacji oznaczenia. Trzeba zaznaczyć, że uwalnianie się pęcherzyków powietrza następuje skokowo, dość gwałtownie.

⁶ Kułakow (33) twierdzi, że suszenie próbek zabiera dodatkowo czas, poza tym wysuszony torf trudno się zwilża i trudno się z niego ulatnia powietrze, dlatego pomiary w piknometrze częściej przeprowadza się na próbkach o pewnej wilgotności, a następnie przy ustalaniu końcowego wyniku wprowadza się poprawkę. Tę wilgotną próbkę torfu radzi Kułakow zalać w piknometrze do połowy wodą i umieścić piknometr na łaźni wodnej lub w eksykatorze próżniowym w celu usunięcia powietrza.

Ciężar objętościowy oznaczano w próbkach pobieranych do pierścieni metalowych o pojemności 250 cm^3 .

Wyniki zestawione w tab. 2 przedstawiono w kg/dcm^3 .

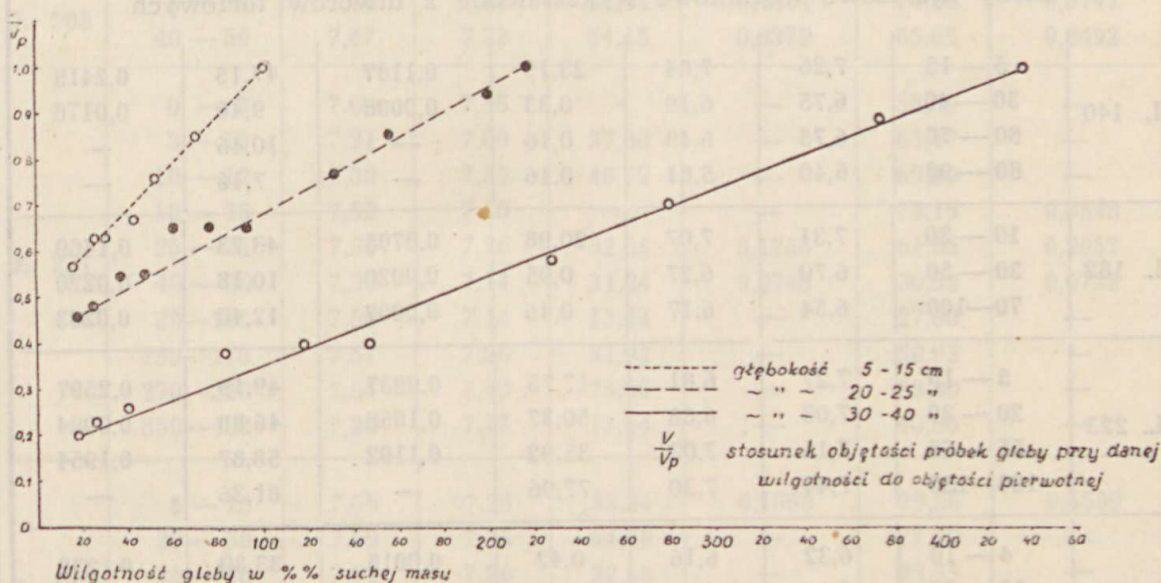
Porowatość ogólną obliczono według znanego wzoru wychodząc z ciężaru właściwego tworzywa gleby oraz ciężaru objętościowego.

Właściwości wodne określono w próbkach o nienaruszonej strukturze znanymi metodami (51). We wszystkich próbkach oznaczono kapilarną pojemność wodną, w wielu natomiast, gdzie warunki pozwalały, określono wilgotność aktualną w chwili pobrania próbki oraz całkowitą pojemność wodną. Wyniki zestawione w tab. 3 przedstawiono w procentach wagowych w stosunku do suchej masy gleby oraz w kilogramach na decymetr sześcienny gleby.

Kurczenie objętościowe obliczano wg znanego wzoru (51). Latem 1950 roku pobrałem próbki o nienaruszonej strukturze z 12 profilów gleb błotnych węglanowych w dolinie rzeki Łabuńki, w celu zbadania możliwości powstawania spękań w glebach wykształconych z utworów torfowych. Oznaczono w nich wilgotność aktualną w chwili pobrania, kapilarną pojemność wodną, a następnie pozostawiono w pracowni w temperaturze pokojowej, wahającej się od $14-18^\circ \text{C}$ do swobodnego obsychania. W odstępach 7-mio dniowych ważono próbki dla oznaczenia wilgotności w danym momencie oraz w tych samych terminach mierzono objętość. Czynność tę powtarzano w ciągu kilku miesięcy, aż do chwili ustalenia się wilgotności powietrznej (która później wahała się już minimalnie) oraz objętości. Obliczone wyniki zestawiono na wykresach. Podobne doświadczenie wykonane przez Likowa przytacza Kułakow (33). Rysunek 2 przedstawia wyniki otrzymane w profilu L. 172.

„Pulsowanie” gleb pod wpływem kolejnych zmian wywołanych wysychaniem i nawilgacaniem. Wzorując się w najogólniejszych zarysach na metodzie Wollny'ego (27) postanowiłem zbadać w warunkach laboratoryjnych zachowanie się próbek torfowych pod wpływem kolejnego wysychania i nawilgocenia, bez wprowadzenia czynnika mrozu. W tym celu w lipcu 1954 r. pobrałem 24 próbki o nienaruszonej strukturze do pierścieni metalowych o pojemności 250 cm^3 z czterech kolejnych warstw gleby murszowej wytworzonej z torfu, poczynając od powierzchni (A—21 — Werbkowice, bliższa charakterystyka w tekście oraz w tabelach 1—3). Na każdą warstwę przypadało 6 powtórzeń. Oznaczono w próbkach wilgotność aktualną oraz kapilarną pojemność wodną, następnie pozostawiono do swobodnego obsychania. Oznaczanie wilgotności aktualnej powtarzano w pierwszych dniach sierpnia i w początkach września 1954 r. oraz nawilgacano gleby przez podsiąk (przy

1 centymetrowym zanurzeniu dolnej części próbki w wodzie) celem określenia pojemności kapilarnej. Podczas każdej z wymienionych czynności mierzono objętość próbek. Poza wymienionymi oznaczeniami w grudniu 1954 i w październiku 1955 zanurzono próbki na 24 godziny do wody, celem określenia maksymalnej pojemności wodnej.



Rys. 2. Zależność stosunków objętościowych od wilgotności w profilu gleby błotnej węglanowej

Przepuszczalność wodną określano metodą Ziemińskiego (94), przy której próbki przed użyciem do badania zwilża się drogą podsiąku, a pomiar po wstawieniu do aparatu rozpoczyna się po ustaleniu się szybkości przepływu wody. Otrzymane z pomiarów wyniki współczynników rozpuszczalności zestawiono w tab. 3.

b) Omówienie wyników

Właściwości chemiczne

Odczyn gleb. Potencjometryczne oznaczenie pH w H_2O wskazuje na stosunkowo niewielkie wahania odczynu gleb błotnych węglanowych, zawarte w granicach od 6 do 8 pH. W n/1 KCl pH wykazywało wartości odpowiednio niższe wahające się między 5,8 a 7,6 pH. Należy jednak zaznaczyć, że ogromna większość zbadanych gleb charakteryzuje się odczynem lekko alkalicznym (tab. 1.).

Zawartość $CaCO_3$ w próbkach omiawianych profilów glebowych przedstawiono w procentach suchej masy gleby oraz w kilkudziesięciu wypadkach w kilogramach na decymetr sześcienny gleby w stanie naturalnym (tab. 1). Zawartość ta wahała się w dużych granicach. Na

Tab. 1. Właściwości chemiczne gleb błotnych węglanowych

Nr profilu	Głębokość cm	pH w H ₂ O	pH w KCl	CaCO ₃		Popiół	
				% s. m.	% s. m.	kg/dcm ³ s. m.	kg/dcm ³ s. m.
Gleby murszowe węglanowe wykształcone z utworów torfowych							
L. 140	5 — 15	7,26	7,04	23,19	0,1187	47,15	0,2418
	30 — 40	6,75	6,19	0,33	0,0006	9,46	0,0176
	60 — 70	6,75	6,49	0,16	—	10,46	—
	80 — 90	6,40	5,81	0,16	—	7,16	—
L. 182	10 — 20	7,31	7,07	20,98	0,0705	43,73	0,1469
	30 — 50	6,70	6,27	0,95	0,0020	10,18	0,0220
	70—100	6,54	6,17	0,46	0,0007	12,40	0,0203
L. 223	5 — 15	7,27	6,81	17,75	0,0937	49,19	0,2597
	20 — 30	7,03	6,88	50,37	0,1058	46,88	0,0984
	55 — 65	7,16	7,02	35,92	0,1192	58,87	0,1954
	120—130	7,44	7,30	77,96	—	81,36	—
A 21	4 — 10	6,32	6,16	0,42	0,0015	33,30	0,1232
	10 — 20	6,16	—	0,83	0,0020	24,23	0,0605
	30 — 40	6,23	6,20	0,21	0,0003	18,20	0,0336
	60 — 70	6,06	5,81	0,42	0,0007	93,60	0,1652
Gleby murszowe węglanowe wykształcone na utworach mineralnych							
L. 231	0 — 5	—	—	32,00	—	—	—
	6 — 12	7,61	7,35	85,00	0,5006	82,25	0,4844
	15 — 18	7,59	7,16	24,00	—	58,75	—
	30 — 40	7,80	7,35	3,50	0,0447	92,5	1,1821
	60 — 75	7,80	7,52	36,00	—	100,0	—
	75 — 85	7,90	7,56	32,00	—	100,0	—
	170—200	8,00	7,61	10,00	—	100,0	—
Gleby mułowo — torfowe węglanowe							
L. 141	5 — 15	7,26	6,95	26,40	—	86,08	—
	20 — 25	7,47	7,30	68,47	0,5411	87,24	0,6894
	30 — 40	6,66	6,40	0,41	0,0012	25,69	0,0731
	75 — 80	6,32	5,89	0,12	—	40,10	—
L. 172	5 — 15	7,40	6,71	7,45	0,0456	76,43	0,4677
	20 — 25	6,77	6,52	0,69	0,0020	46,76	0,1351
	40 — 50	6,41	6,21	0,21	0,0004	16,33	0,0289
	120—330	7,22	7,07	47,02	—	55,79	—

C. d. tab. 1.

Nr profilu	Głębokość cm	pH w H ₂ O	pH w KCl	CaCO ₃		Popiół	
				% s	% m.	% s	% m.
L. 205	5 — 15	7,78	7,17	57,34	0,4404	74,83	0,5747
	40 — 50	7,47	7,33	84,15	0,6379	85,65	0,6492
L. 271	0 — 3	7,69	7,35	—	—	58,50	—
	3 — 10	7,21	7,09	37,80	—	63,17	—
	10 — 12	7,32	7,35	48,72	—	69,29	—
	12 — 25	7,52	7,35	—	—	73,15	0,3548
	25 — 35	7,55	7,26	52,08	0,1755	61,05	0,2057
	40 — 50	7,33	7,14	31,24	0,0743	30,32	0,0722
	80 — 110	7,50	7,14	13,44	—	27,60	—
	150 — 170	7,57	7,26	31,92	—	50,93	—
	270 — 320	7,54	7,49	75,60	—	83,30	—
	350 — 400	7,28	7,17	17,64	—	40,80	—
L. 274	5 — 15	7,69	7,26	32,34	0,1869	79,56	0,4599
	20 — 30	7,59	7,35	64,68	—	77,50	—
	35 — 38	7,52	7,26	22,68	—	29,55	—
	40 — 60	7,62	7,52	68,04	0,6354	72,60	0,6781
	80 — 90	7,77	7,35	10,92	—	10,77	—
	210 — 250	7,73	7,26	0	—	97,98	—
4 a	0 — 7	7,78	7,23	21,32	0,1073	70,15	0,3530
	10 — 17	7,69	7,24	25,43	0,1166	67,80	0,3109
	25 — 32	7,34	7,09	17,58	0,0584	48,62	0,1614
	60 — 70	7,30	6,90	2,20	—	22,50	—
L. 230	5 — 15	—	—	8,00	0,0098	—	—
	40 — 50	7,50	7,13	55,00	0,3580	64,79	0,3602
	65 — 67	7,43	7,21	73,38	—	77,56	—
	90 — 100	7,12	6,64	0,42	0,0007	12,73	0,0231
	270 — 300	7,32	6,30	1,67	—	36,78	—

ogół biorąc większe ilości CaCO₃ znajdują się w górnych częściach profilów glebowych. Szczególnie jaskrawo zaznacza się to w profilach gleb murszowych węglanowych, wykształconych z utworów torfowych. Próbę wyjaśnienia tego zjawiska, które wydaje się być nie przypadkowe, podejmę w rozdziale dotyczącym genezy namuleń węglanowych.

Popielność oznaczono dla zilustrowania stosunku substancji mineralnej do organicznej w omawianych glebach od którego zależy szereg właściwości wagowych i objętościowych. Udział substancji mi-

neralnej w budowie gleb błotnych decyduje między innymi o zakwalifikowaniu danej gleby do podtypu lub rodzaju.

Zawartość substancji mineralnej (popiołu) w omawianych glebach (tab. 1) waha się w szerokich granicach, od kilku procent do dziewięćdziesięciu kilku. Podobnie jak w wypadku węglanu wapnia również i tu przeważnie powierzchniowe warstwy zawierają większe ilości substancji mineralnej, co wiąże się niewątpliwie ze stałym wzrostem intensywności procesów erozyjnych w dorzeczu. Należy tu jednak zaznaczyć, że pewien wpływ na większą popielność warstw powierzchniowych gleb murszowych wykształconych z utworów torfowych, poza czynnikiem namulenia mineralnego, ma również zagęszczanie się masy organicznej wskutek procesu murszenia, którego jednym z elementów jest mineralizacja. Mineralizację należy tu rozumieć jako przesuwanie się stosunku masy organicznej do mineralnej na korzyść tej ostatniej.

Właściwości fizyczne

Ciężar właściwy w badanych glebach układa się w zależności od składu masy, od kompozycji poszczególnych składników mineralnych i organicznych. W związku z tym znaczne są wahania wartości ciężaru właściwego w różnych profilach gleb, jak też w poszczególnych warstwach każdego profilu.

Ciężar objętościowy suchej masy gleby w przytaczanych profilach układał się dość prawidłowo, przybierając wartości najwyższe w warstwach powierzchniowych, a w miarę zagłębiania się malał. W powierzchniowej 20-centymetrowej warstwie gleb murszowych węglanowych wykształconych z utworów torfowych, ciężar objętościowy suchej masy wahał się w granicach 0,2 do 0,5 kg/dcm³, natomiast w glebach mułowo-torfowych przybierał wartości od 0,5 do 1,2 kg/dcm³. Chwilowy ciężar objętościowy przy kapilarnym nasyceniu gleby wodą w analogicznym ujęciu wahał się w pierwszym wypadku od 1,0 do 1,2 kg/dcm³ a w drugi 1,2 do 1,7 kg/dcm³. Oznaczenia chwilowego ciężaru objętościowego przy maksymalnym nasyceniu wodą wykonano tylko dla niektórych profili. Na ogół biorąc wyniki te układają się równolegle do ciężaru objętościowego, przy kapilarnym nasyceniu przybierając nieco wyższe wartości.

Ciężar objętościowy gleby błotnej zależny jest od całego szeregu czynników, które mogą wpłynąć na jego wartości.

Podczas obsychania powierzchniowych odwadnianych poziomów gleb błotnych węglanowych, miejsce wody w porach zastępuje powietrze, co wpływa na zmniejszenie się ciężaru objętościowego. Równocześnie pod-

Tab. 2. Właściwości fizyczne gleb błotnych węglanowych

Nr profilu	Głębo- kość cm	Ciężar objętościowy kg/dcm ³				Ciężar właściwy rzeczy- wisty	Kurcze- nie obję- tościowe %	Poro- watość ogólna %
		w chwili pobrania	suchej gleby	przy kapi- larnym na- syceniu	przy maksy- malnym na- syceniu			
Gleby murszowe węglanowe wykształcone z utworów torfowych								
L. 140	5— 10	—	0,5128	1,2043	—	2,00	40	74,36
	30— 40	—	0,1863	1,0127	—	—	45	—
L. 182	5— 15	1,0940	0,3360	1,1360	—	1,69	54	80,11
	30— 40	0,9932	0,2160	1,0610	—	—	63	—
	70— 80	0,6328	0,1640	1,0450	—	—	71	—
L. 223	5— 15	0,6541	0,5280	1,0470	—	1,94	45	72,78
	20— 30	0,7520	0,2100	1,0060	—	1,95	54	89,23
	40— 50	1,0625	0,3320	1,1380	—	2,23	58	85,11
A. 21	4— 10	0,9810	0,3700	1,1396	—	1,62	28	77,16
	10— 20	0,9011	0,2496	1,0241	—	1,67	45	85,05
	30— 40	1,0145	0,1849	1,0540	—	1,69	74	89,00
	60— 70	1,0318	0,1765	1,1205	—	1,70	74	89,62
Gleby murszowe węglanowe wykształcone na utworach mineralnych								
L. 231	6— 12	0,8010	0,5890	1,2680	—	2,40	—	75,46
	30— 40	1,6280	1,2780	1,7333	—	2,10	—	44,43
Gleby mułowo — torfowe węglanowe								
L. 141	20— 25	—	0,7902	1,3841	—	2,54	0	68,69
	30— 40	—	0,2847	1,0611	—	1,83	—	84,44
L. 172	5— 15	1,0648	0,6120	1,2280	—	2,40	41	74,50
	20— 25	0,9180	0,2890	1,0310	—	1,86	52	84,46
	30— 40	0,9510	0,1770	1,0530	—	1,80	77	90,17
L. 205	5— 15	1,2557	0,7680	1,4180	—	2,05	12	62,54
	30— 40	1,1372	0,7580	1,3600	—	—	0	—
L. 271	12— 25	—	0,4850	1,2678	—	2,25	36	78,44
	25— 35	—	0,3370	1,1692	—	2,28	37	85,25
	40— 50	—	0,2380	1,1038	—	2,13	57	88,84
L. 274	5— 15	—	0,5780	1,2980	—	2,40	17	75,95
	40— 60	—	0,9340	1,2444	—	2,30	42	81,13
4 a	0— 7	1,1788	0,5032	1,2130	1,2669	2,60	43	80,65
	10— 17	1,1740	0,4585	1,2107	1,2462	2,34	31	80,40
	25— 32	1,0770	0,3320	1,1367	1,1716	2,17	37	84,70
L. 230	5— 15	1,6860	1,2320	1,7228	—	—	0	—
	40— 50	1,1030	0,5560	1,2269	—	2,44	31	77,21
	90—100	1,0420	0,1820	1,0647	—	—	60	—

czas wysychania następuje kurczenie się masy organicznej. Zmniejsza się objętość porów odwodnionej warstwy, a to sprzyja z kolei zwiększeniu się ciężaru objętościowego. Obserwujemy tu antagonistyczny proces doprowadzający w konsekwencji do zwiększenia wartości ciężaru objętościowego, w przypadku jeśli przemiany zachodzące w masie torfowej mają charakter zmian trwałych (murszenie). Takie tłumaczenie zjawiska wyższych wartości ciężaru objętościowego suchej masy w powierzchniowych warstwach gleb murszowych, wykształconych z utworów torfowych, może mieć miejsce w wypadkach, gdy nie będzie w grę wchodził czynnik namulenia mineralnego.

Czynnik namulenia mineralnego wywarł swoje piętno na stosunkach wagowych, co dość wyraźnie zarysowuje się przy porównaniu gleb murszowych z mułowo-torfowymi. (tab. 2.).

O wpływie wilgotności na stosunki wagowe w glebach błotnych świadczą znaczne różnice w ciężarze objętościowym przy różnym nasyceniu wodą. Jaskrawo to się uwidacznia w wypadku chwilowego ciężaru objętościowego w momencie pobrania, kiedy np. próbki z profilu L. 182 pobierane były po deszczu, a z profilu L. 233 w okresie suszy.

Porowatość w glebach murszowych wykształconych z utworów torfowych wzrasta z głębokością. W warstwach przypowierzchniowych wartości jej wahają się od 72 do 80%. W niższych warstwach porowatość dochodzi prawie do 90%.

Gleby mułowo-torfowe wykazują podobną porowatość do wyżej wspomnianych gleb murszowych. Wydaje się, że do gleb murszowych, jak i innych gleb typu błotnego bardziej stosowna byłaby metoda Nitscha-Święcickiego, pozwalająca na określenie porowatości w stanie naturalnym. Porowatość bowiem wyliczona ze wzoru na podstawie ciężaru właściwego i objętościowego nie odzwierciedla faktycznej objętości porów w profilu glebowym, a należy podkreślić, że wartość ta jest bardzo ważna przy charakteryzowaniu gleb, szczególnie murszowych.

Badania właściwości wodnych

Pojemność kapilarna gleb murszowych węglanowych wykształconych z utworów torfowych we wszystkich przytoczonych profilach posiada najniższe wartości w warstwach powierzchniowych. Wyniki wahają się od 0,7 do 0,8 kg wody w dcm^3 gleby. Pojemność kapilarna warstw niższych wzrasta osiągając niekiedy wartość bliskie 0,9 kg/dcm^3 . Zważywszy, że pojemność wodna jest m. in. miernikiem zachodzących zmian w układzie koloidalnym masy torfowej pod wpływem procesu murszenia, łatwiej można zrozumieć tego rodzaju zjawisko.

Tab. 3. Właściwości fizyczne gleb błotnych węglanowych

Nr profilu	Głębo- kość cm	Wilgotność w chwili pobierania		Pojemność kapi- larna		Maksymalna pojemność wodna		Przepusz- czalność wodna cm/sek
		% % s. m.	kg wody w dcm ³ gleby	% % s. m.	kg wody w dcm ³ gleby	% % s. m.	kg wody w dcm ³ gleby	
Gleby murszowe węglanowe wykształcone z utworów torfowych								
L. 140	5— 10	—	—	196,50	0,799	—	—	0,0004892
	30— 40	—	—	450,00	0,821	—	—	0,0038265
L. 182	5— 15	225,22	0,757	238,62	0,803	—	—	0,0001102
	30— 40	358,92	0,777	390,38	0,845	—	—	0,0038448
	70— 80	285,64	0,469	534,39	0,881	—	—	—
L. 223	5— 15	96,04	0,320	213,90	0,714	—	—	—
	20— 30	259,14	0,542	380,66	0,796	—	—	—
	40— 50	219,84	0,730	242,71	0,806	—	—	—
A. 21	4— 10	169,82	0,628	208,47	0,771	—	—	—
	10— 20	261,10	0,651	310,68	0,774	—	—	—
	30— 40	448,99	0,829	470,45	0,868	—	—	—
	60— 70	484,25	0,854	499,17	0,880	—	—	—
Gleby murszowe węglanowe wykształcone z utworów mineralnych								
L. 231	6— 12	35,94	0,264	108,90	0,641	—	—	0,000968
	30— 40	27,55	0,215	35,55	0,454	—	—	0,000616
Gleby mułowo — torfowe węglanowe								
L. 141	20— 25	—	—	75,00	0,588	—	—	0,0014629
	30— 40	—	—	336,40	0,800	—	—	0,0051340
L. 172	5— 15	73,87	0,452	100,54	0,616	—	—	—
	20— 25	217,13	0,628	256,65	0,742	—	—	—
	30— 40	436,71	0,774	488,81	0,866	—	—	—
L. 205	5— 15	63,50	0,492	84,62	0,650	—	—	—
	30— 40	53,69	0,407	79,46	0,602	—	—	—
L. 271	12— 25	—	—	160,81	0,779	—	—	0,000291
	25— 35	—	—	245,74	0,828	—	—	0,002128
	40— 50	—	—	363,97	0,866	—	—	0,005937
L. 274	5— 15	—	—	124,45	0,720	—	—	0,000778
	40— 60	—	—	186,94	0,811	—	—	0,000431
4 a	0— 7	133,58	0,672	141,13	0,710	151,90	0,764	0,0096284
	10— 17	157,40	0,716	164,87	0,752	172,57	0,796	0,0016077
	25— 32	227,07	0,745	245,32	0,805	252,58	0,828	0,0033677
L. 230	5— 15	36,89	0,269	39,86	0,491	—	—	0,000224
	40— 50	99,66	0,499	121,98	0,674	—	—	0,000904
	90— 100	474,25	0,826	486,60	0,883	—	—	0,000283

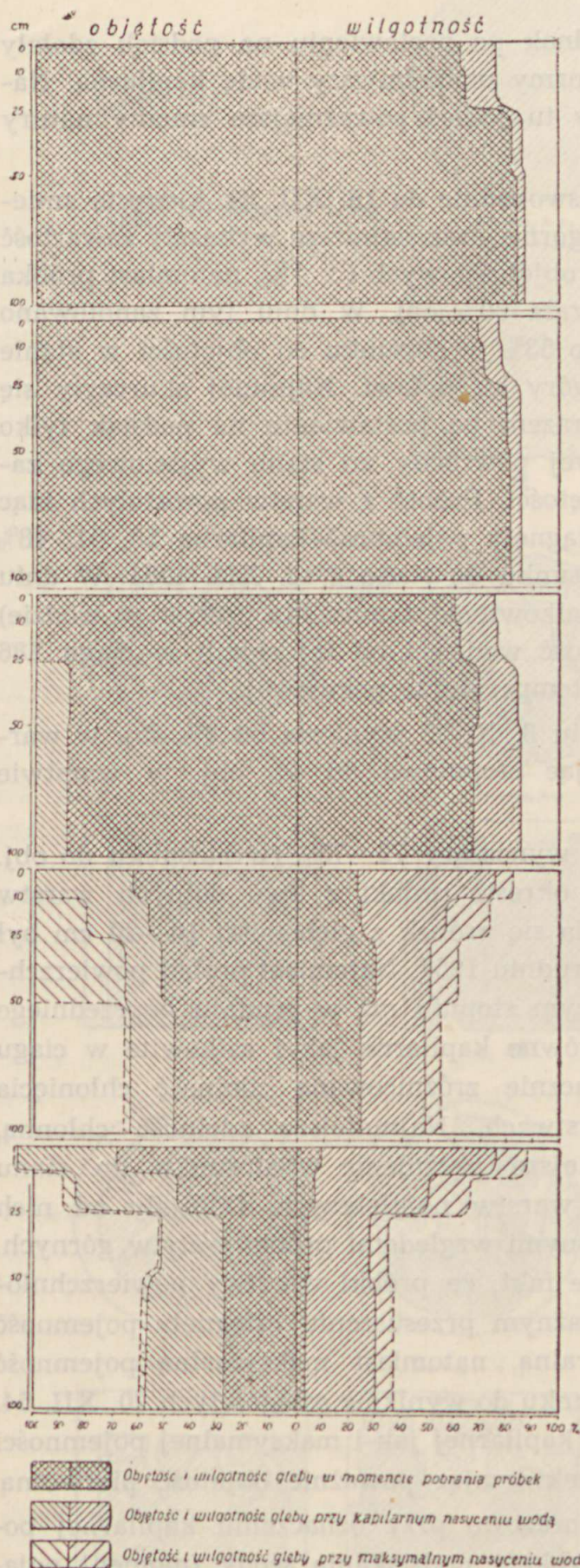
Pozostałe spośród omawianych gleb wykazują większą rozpiętość wahań pojemności kapilarnej. Gleby murszowe węglanowe wykształcone na utworach mineralnych mają w warstwie powierzchniowej (murszowej) pojemność wyższą od mineralnego podłoża. Gleby mułowo-torfowe w warstwie powierzchniowej (mułowej) mają pojemność kapilarną od 0,5 do 0,7 kg/dcm³ przekraczając niekiedy tę wyższą wartość. Wahania te występują z racji zróżnicowania składu masy namulów. W warstwach torfowych gleb mułowo-torfowych notujemy wartości zbliżone do omawianych już dolnych warstw profilów murszowych wykształconych z utworów torfowych.

Wilgotność aktualna w chwili pobrania próbek (tab. 3), układa się w bardzo szerokich granicach wahając się w powierzchniowych warstwach zarówno gleb murszowych, jak i mułowo-torfowych od 0,3 do 0,7 kg/dcm³.

Kurczenie objętościowe. Warstwy górne profilów murszowych (wytworzonych z utworów torfowych) wykazują dużo mniejsze kurczenie objętościowe od niżej zalegających (tab. 2). Wpływają na to zmiany zachodzące pod wpływem procesu murszenia wspomniane przy omawianiu właściwości wodnych. Przeciętnie kurczenie objętości powierzchniowych warstw murszowych układa się w granicach od dwudziestu kilku do czterdziestu kilku procentów. Warstwy zaś niższe (torfowe) wykazują kurczenie ponad 50% przekraczając niekiedy 70%.

Gleby mułowo-torfowe węglanowe kurczą się bardzo różnie w zależności od udziału substancji mineralnej w budowie poszczególnych warstw. Rysunek 2 wskazuje na poważne różnice w szybkości zmian objętościowych zachodzących zależnie od wilgotności poszczególnych warstw profilu L. 172. Przy takim układzie stosunków w pewnych wypadkach dochodzi do napięć na granicach sąsiadujących ze sobą warstw posiadających różną zdolność kurczenia się. Przekroczenie granicy wytrzymałości wiązań powoduje pęknięcia (B a c — 2).

„Pulsowanie“ gleb pod wpływem kolejnych zmian wywołanych wysychaniem i nawilgacaniem badano w kilku profilach, z których przytaczam jeden. Rysunek 3 ilustruje wyniki badań w profilu A-21. W pierwszych trzech terminach (lipiec, sierpień, wrzesień) dwie warstwy górne utrzymują się na poziomie zbliżonym do naturalnego, dlatego też i zmian objętościowych nie zauważono. Warstwy zaś dolne (30—40 cm oraz 60—70 cm) w pierwszych dwu terminach utrzymują wilgotność na poziomie naturalnym, natomiast we wrześniu obserwuje się spadek wilgotności obu tych próbek o około 14% objętościowych w stosunku do wilgotności naturalnej w momencie pobrania (18. VII. 1954). Odbiło się to również na objętości próbek, gdzie daje się zauważyć



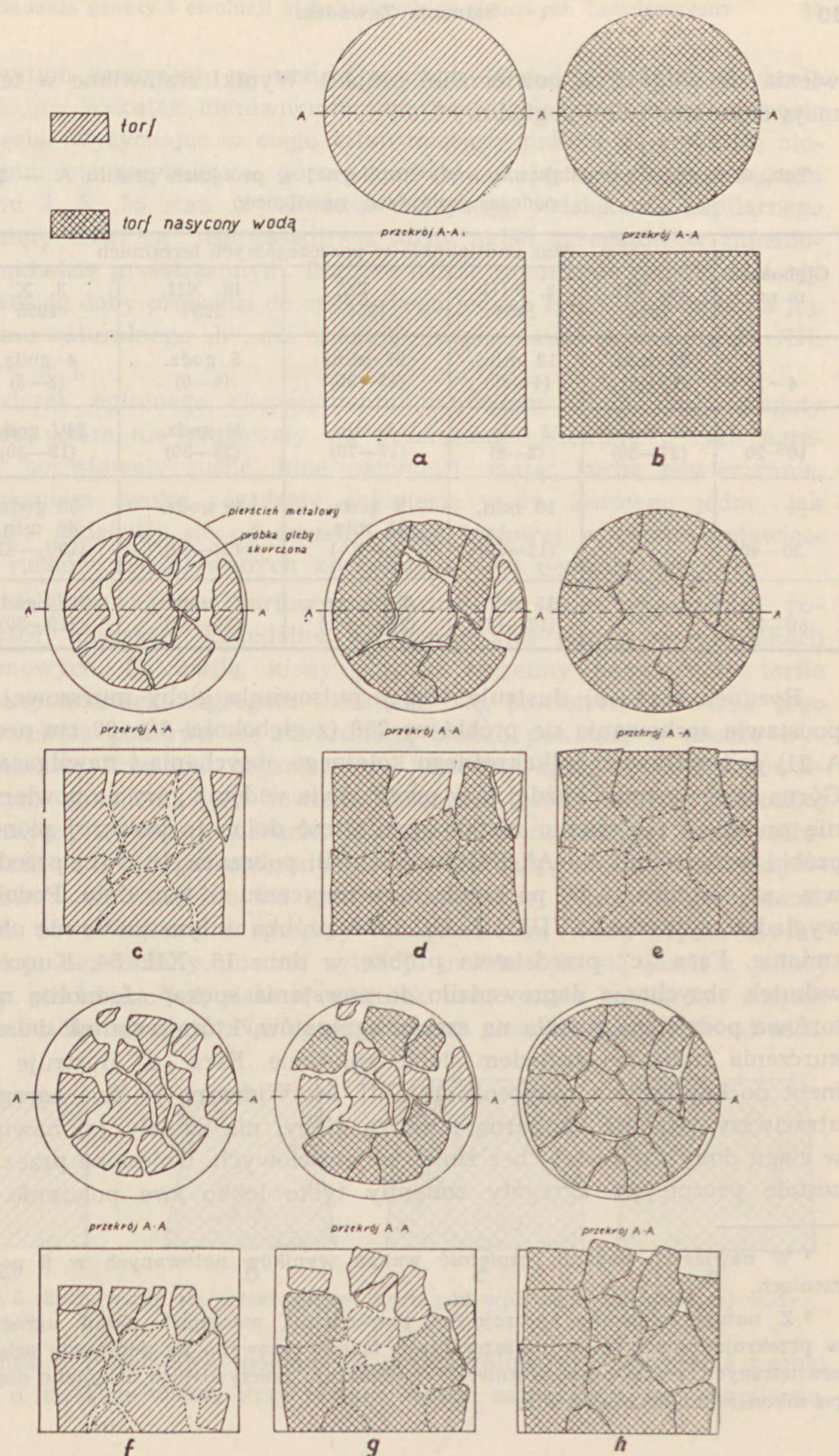
załamania krzywych, które jednak po postawieniu na podsiak zdołały powrócić do swej pierwotnej formy uzupełniwszy wodę kapilarną. Należy więc sądzić, że nie zaszły tu jakieś poważniejsze zmiany natury fizyko-chemicznej.

Od 3. IX. próbki obsychały swobodnie do 16. XII. 54, kiedy to zmierzono wilgotność. Dwie próbki górne oraz najniższe wykazały zawartość wilgoci wahającą się około 24% objętościowych ($\pm 1\%$), natomiast próbka z głębokości 30—40 cm zawierała 30% obj. W dniu tym zanotowano skurczenie się próbek od 37 do 53% w stosunku do objętości w stanie naturalnym, idąc kolejno od góry ku dołowi. Najmniej skurczyły się próbki powierzchniowe. Tym razem po postawieniu na podsiak tylko próbki warstwy powierzchniowej powróciły do stanu wyjściowego zarówno w wilgotności jak i objętości. Próbki z warstw pozostałych idąc kolejno od góry ku dołowi osiągnęły pojemność kapilarną 58, 51, 48% obj., pęczniejąc niewiele w stosunku do stanu z 16. XII. 1954. W dniu 20. XII. 54 (po 24 godzinach całkowitego zanurzenia próbek w wodzie) określono maksymalną pojemność wodną i od tej chwili w ciągu 286 dni próbki swobodnie schły w temperaturze pokojowej.

Wilgotność zmierzona w dniu 3. X. 55 wyniosła od 9% obj. w warstwie powierzchniowej, opadając stopniowo do 4% obj. w warstwie najniższej.

Najwyższy efekt kurczenia, wynoszący 72—73% (w stosunku do obj. pierwotnej) wykazały w tym okresie próbki z dwu dolnych warstw profilu A 21. Stopień skurczenia się próbek z głębokości 10—20 cm był tym razem większy aniżeli w grudniu 1954. Natomiast próbki powierzchniowe skurczyły się w mniejszym stopniu niż w grudniu poprzedniego roku. Nawilgocenie próbek zarówno kapilarne jak i całkowite w ciągu następnych dni wykazało znacznie zróżnicowaną zdolność chłonięcia wody w poszczególnych warstwach. Najmniejszą zdolność chłonną, a w związku z tym i najmniejsze pęcznienie w stosunku do stanu z 3. X. 55 wykazały próbki warstw najgłębszych. Odbijały od nich bardzo wyraźnie pod wymienionymi względami próbki warstw górnych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że próbki warstwy powierzchniowej i tym razem po tak wyraźnym przesuszeniu osiągnęły pojemność kapilarną pierwotną — naturalną, natomiast maksymalna pojemność wodna wzrosła znacznie w stosunku do wyników osiągniętych 20. XII. 54. Objętość próbek, zarówno przy kapilarnej jak i maksymalnej pojemności wodnej, wzrosła wyraźnie przekraczając poważnie objętość pierwotną.

Nadmienić należy, że każdorazowo przy oznaczaniu kapilarnej pojemności wodnej notowano szybkość podsiakania wody (moment poja-



Rys. 4. Zachowanie się próbki gleby murszowej pod wpływem kolejnego wysychania i nawilgacania (próbka nr 238 z głębokości 10—20 cm z profilu A — 21 w Werbkowicach).

wienia się wilgoci na powierzchni próbki). Wyniki zestawione w tab. 4 mają charakter tylko poglądowy⁷.

Tab. 4. Szybkość podsiąkania wody kapilarnej w próbkach profilu A — 21 podczas kolejnych nawilgoceń

Głębokość w cm	czas podsiąkania w poszczególnych terminach				
	18. VII. 1954	2. VIII. 1954	3. IX. 1954	16. XII. 1954	3. X. 1955
4—10	28 min. (25—31)	12 min. (4—20)	27 min. (15—39)	5 godz. (4—6)	4 godz. (3—5)
10—20	28 min. (27—30)	5 min. (2—8)	53 min. (17—70)	25 godz. (20—30)	24½ godz. (19—30)
30—40	—	16 min. (12—20)	2 godz. 45 min. (1—4½)	39 godz. (23—55)	30 godz. 45 min. (19½—42)
60—70	—	15 min. (12—18)	3½ godz. (2½—4½)	21 godz. (20—22)	24½ godz. (19—30)

Rysunek 4 (a—h) ilustruje efekty pulsowania gleby murszowej, na podstawie zachowania się próbki nr 238 (z głębokości 10—20 cm profilu A 21) pod wpływem kilkakrotnego kolejnego obsychania i nawilgacania. Górna część rysunku każdej fazy przedstawia widok z góry na powierzchnię próbki w pierścieniu metalowym. Część dolna to przekrój pionowy próbki wzdłuż linii A—A⁸. Próbkę w chwili pobrania (18. VII.) przedstawia „a”, natomiast „b” po kapilarnym nasyceniu w tym dniu. Podobnie wyglądała sytuacja 2. VIII. i 3. IX. 1954, próbka w tym czasie nie uległa zmianie. Faza „c” przedstawia próbkę w dniu 16. XII. 54. Kurczenie wskutek obsychania doprowadziło do powstania spękań. Jednolita masa torfowa podzielona została na szereg agregatów, które wskutek dalszego kurczenia zmieniły względem siebie położenie. Faza „d” ilustruje moment po kapilarnym nasyceniu 19. XII. 54. Widoczne tu dwa agregaty, utraciwszy łączność kapilarną z resztą gleby, nie zdołały jej nawiązać w ciągu doby i pozostały bez zmian objętościowych. Uniesione przez pozostałe pęczniejące agregaty zmieniły tylko lekko swe położenie. Po

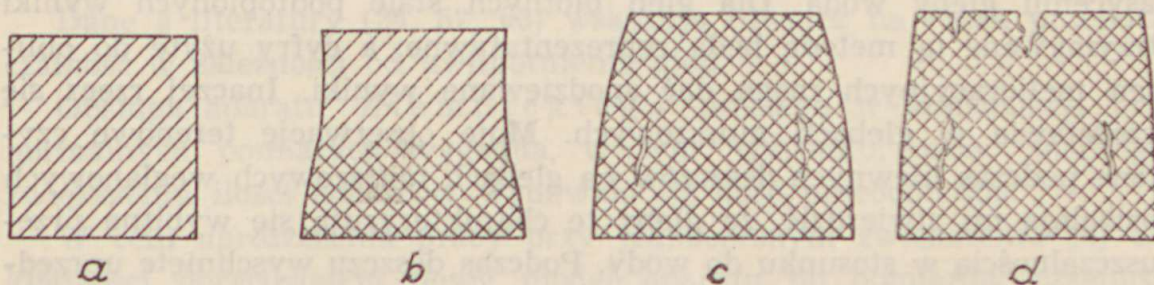
⁷ W nawiasach podano rozpiętość wahań wyników notowanych w 6 powtórzeniach.

⁸ Z natury rysowano sytuację na powierzchni, natomiast układ agregatów w przekroju pionowym w poszczególnych fazach rysowano na podstawie oględzin zewnętrznych, resztę hipotetycznie, gdyż przekroju rzeczywistego dokonano dopiero po zakończeniu doświadczenia.

całkowitym zanurzeniu w wodzie w ciągu 24 godzin próbka przybrała postać „c”. Wskutek nierównomiernego pęcznienia zarysowały się nowe pęknięcia. Wysychając w ciągu kilku miesięcy próbka kurczyła się nierównomiernie (szybciej w górnej części), pękając nadal, aż osiągnęła w dniu 3. X. 55 stan „f”. Podczas kolejnego podsiąkania kapilarnego osiągnięty efekt „g” usprawiedliwia luźny układ agregatów w zmienionym układzie przestrzennym. Dopiero dalsze zanurzenie próbki do wody na przeciąg doby prowadzi do częściowego jednak tylko upodabniania jej, do stanu naturalnego „h”, nie osiągając jednak nawet poziomu z 20. XII. 54 (jak „e”).

Podczas opisanego eksperymentu zwróciłem uwagę na agregaty torfowe, które nie reagowały na podsiąkanie. Niektóre z tych agregatów pozostawały suche, inne natomiast, mając suchą powierzchnię, zachowaniem swoim zdradzały chłonięcie wody. Zarówno jedne, jak i drugie oddzieliły się od zwartej masy torfowej w drodze ustawicznych ruchów wywoływanych kurczeniem się i pęcznieniem gleby.

Oddzielony agregat torfowy zbudowany z masy organicznej posiadającej charakter koloidalny zachowuje swą naturę w warunkach beztlenowych. Z chwilą, kiedy poprzez szczeliny powstałe w torfie „do wspomnianego agregatu” dostanie się powietrze, wówczas jego powierzchnia pokrywa się stwardniałą błoną powstałą w drodze wytrącania się koloidów organicznych. Wnętrze agregatu ulega powolniejszym zmianom, jest bowiem chronione przez zwartą powłoczkę stwarzającą wewnątrz warunki beztlenowe, konserwujące masę torfową. Jeśli taki agregat otoczony jest stwardniałą powłoczką ze wszystkich stron, wówczas nie ma łączności kapilarnej z innymi agregatami. I jeśli nawet sąsiednie agregaty nasiąknięte są wodą kapilarną, ten pozostaje bez zmiany. Inaczej sytuacja przedstawia się jeżeli z jednej strony powłoczka jest słabsza, wskutek czego woda kapilarami dostaje się do środka agregatu. Następuje wówczas powolne pęcznienie od dołu.



Rys. 5. Zachowanie się przesuszonego torfu pod wpływem podsiąkającej wody.

Rysunek 5 przedstawia poglądowo poszczególne fazy pęcznienia próbki torfu o kształcie walca. Przy pomocy kratki zaznaczono wodę kapilarną.

Faza „a” przedstawia suchy torf skurczony, „b” początkową fazę pęcznienia pod wpływem podsiąkającej wody. W fazie „c,” górna powierzchnia pozostaje sucha bez zmian, powierzchnie boczne wypukłe — napięte pod wpływem pęcznienia, w kilku miejscach zarysowują się pęknięcia na bocznych stwardniałych ściankach. W fazie „d” nastąpiło pęknięcie powłoczki powierzchni górnej pod wpływem pęcznienia wywołanego podsiąkiem kapilarnym. Stwardniała powłoczka jednak pozostaje nadal sucha i niekiedy dopiero po kilku dniach można doprowadzić do jej zwilgotnienia.

Przepuszczalność wodna omawianych gleb badana była w próbkach nasyconych wodą. Wyniki zestawione w tabeli 3 obrazują różnicę przepuszczalności poszczególnych warstw. Szczególnie ciekawie przedstawia się przepuszczalność w profilach gleb murszowych węglanowych wykształconych z utworów torfowych. Na ogół największą przepuszczalnością odznaczają się poziomy murszejące, jednak nie rozpylone, w których wielkość agregatów waha się od kilkunastu do kilkudziesięciu milimetrów średnicy. Występują one w większości omawianych gleb na głębokości około 15—40 cm (w różnych profilach mogą być pewne przesunięcia w tych granicach). Współczynnik przepuszczalności w stanie nasycenia, w tych warunkach jest kilka do kilkudziesięciu razy wyższy od warstw powierzchniowych, jak również niżej zalegających nie zmurszałych. Poziomy powierzchniowe jako najbardziej zmurszałe posiadają drobnoagregatową lub pyłową strukturę, przeważnie już bez stwardniałych otoczek, łatwiej więc przy nasyceniu wodą pęcznieją, nie pozostawiając otwartych dróg dla przeciekania wody. Stąd też przepuszczalność tych warstw w stanie nasycenia zbliżona jest do przepuszczalności warstw naturalnego torfu niezmurszałego.

Zależnie od składu masy poszczególnych warstw, przepuszczalność w glebach mułowo-torfowych układa się różnie w różnych profilach.

Wyniki otrzymane tą metodą obrazują nam moment statyczny przy nasyceniu gleby wodą. Dla gleb błotnych stale podtopionych wyniki otrzymywane tą metodą będą reprezentatywne, a cyfry użyte do obliczeń melioracyjnych mogą dać spodziewane wyniki. Inaczej rzecz się przedstawia w glebach murszowych. Moje obserwacje terenowe czynione podczas ulewnych deszczów na glebach murszowych węglanowych pozwalają mi stwierdzić, że gleby te charakteryzują się wybitną przepuszczalnością w stosunku do wody. Podczas deszczu wyschnięte uprzednio warstwy murszowe (nie rozpylone) zachowują się podobnie jak piaski luźne. Wyniki otrzymane z pomiarów laboratoryjnych zdawały się tego nie potwierdzać. Wyjaśnienia niezgodności zacząłem szukać w sposobie oznaczania przepuszczalności.

Współczynnik przepuszczalności wodnej otrzymany dla warstwy gleby nasyconej wodą jest wartością względnie stałą dla danej fazy rozwojowej procesu glebotwórczego. Mając jednak na uwadze ogromną wrażliwość gleb błotnych organogenicznych na uwilgotnienie i pozostające w związku z tym zmiany natury fizycznej (rys. 3, 4, 5), fizykochemicznej, powinno się również mierzyć przepuszczalność przy różnych stanach uwilgotnienia. Wydaje mi się bowiem, że z punktu widzenia technicznego (przy projektach melioracyjnych) ważniejsze będą cyfry dla skrajnych wilgotności, aniżeli tylko średnie w stanie nasycenia.

Tab. 5. Porównanie współczynników przepuszczalności wodnej w początkowej i końcowej fazie przesączania.

Głębokość cm	K_{10} początkowej fazy przepływu wody cm/sek	K_{10} po ustaleniu się przepływu wody cm/sek
0 — 7	0,0003679	0,0002341
7—14	0,0033499	0,0031000
15—22	0,0197561	0,0073249
25—32	0,0092688	0,0039177
38—45	0,0044194	0,0010367
58—65	0,0005351	0,0005016

Sprawdzając słuszność powyższego twierdzenia pobrałem próbki z profilu gleby murszowej węglanowej, wytworzonej z torfu.

Próbki w stanie naturalnym, bez uprzedniego nasycenia wodą wstawiono do aparatu Ziemińskiego i notowano ilości przesączonej wody w równych odstępach czasu w ciągu kilku godzin aż do momentu ustalenia się przepływu. Współczynniki przepuszczalności obliczono dla początkowej fazy przepływu oraz dla końcowej. Dane zestawione w tab. 5 wskazują na znaczne różnice w przepuszczalności przy różnych stanach uwilgotnienia gleby murszowej. Różnice te byłyby bardziej jaskrawe, gdyby próbki pobrane były w okresie suszy letniej.

Dane z literatury (25, 52, 63) wskazują również na różną przepuszczalność w zależności od uwilgotnienia gleb.

Obsługa aparatu Ziemińskiego prostego w konstrukcji przy normalnych pomiarach wygodna, w tym wypadku, przy znacznym zwiększeniu ilości odczytów wydawała się dość pracochłonna.

W celu uproszczenia pracy przy jednoczesnym zwiększeniu jej dokładności opracowałem nowy model aparatu do pomiarów przepuszczalności wodnej gleb w warunkach laboratoryjnych (90), oparty na tej samej zasadzie co aparaty: Ostromęckiego (63) i Ziemińskiego (94).

C. BADANIA GENEZY GLEB BŁOTNYCH WĘGLANOWYCH W DOLINIE HUCZWY

Szczegółowe studia nad glebami błotnymi węglanowymi wykonano w kilku dolinach rzecznych Lubelszczyzny (16, 20, 88, 91).

Przytoczony niżej fragment badań w dolinie Huczwy wybrałem celowo. W omawianej dolinie występuje kilka odmian gleb błotnych węglanowych. Procesy zachodzące w profilach tych gleb są typowe dla ogromnej większości dolin rzecznych Wyżyny Lubelskiej.

Celem tych badań było między innymi zorientowanie się w rozmieszczeniu przestrzennym na obszarze doliny oraz w układzie stratygraficznym interesujących nas gleb.

Charakterystyka terenu

Nad rzeką Huczwą powyżej Werbkowic wykonałem prace kartograficzno-gleboznawcze na kilkokilometrowym odcinku doliny, której część (około 130 ha) przedstawia załączona mapa gleb (rys. 6). Dolina Huczwy na wspomnianym odcinku zarysowana jest wyraźnie. Zachodnią i północną jej granicę stanowi krawędź biegnąca wzdłuż obecnego koryta rzeki, granicę wschodnią natomiast strome zbocza wznoszące się nad porzuconą starą łąką. Różnica poziomów między doliną a bezpośrednio otaczającymi terenami mineralnymi wynosi średnio około 2—3 m, z tym, że w miarę oddalania się od doliny różnica ta szybko rośnie, osiągając na przestrzeni około 0,5 km w kierunku NW kilkanaście metrów.

W bezpośrednim sąsiedztwie doliny od zachodu występują gleby wytworzone z lessów całkowitych przeważnie brunatne z fragmentami czarnoziemnymi, a od wschodu gleby brunatne i bielcowe gliniaste lekkie pylaste z fragmentami piasków słabo gliniastych i gliniastych w partiach przylegających do starej łąki.

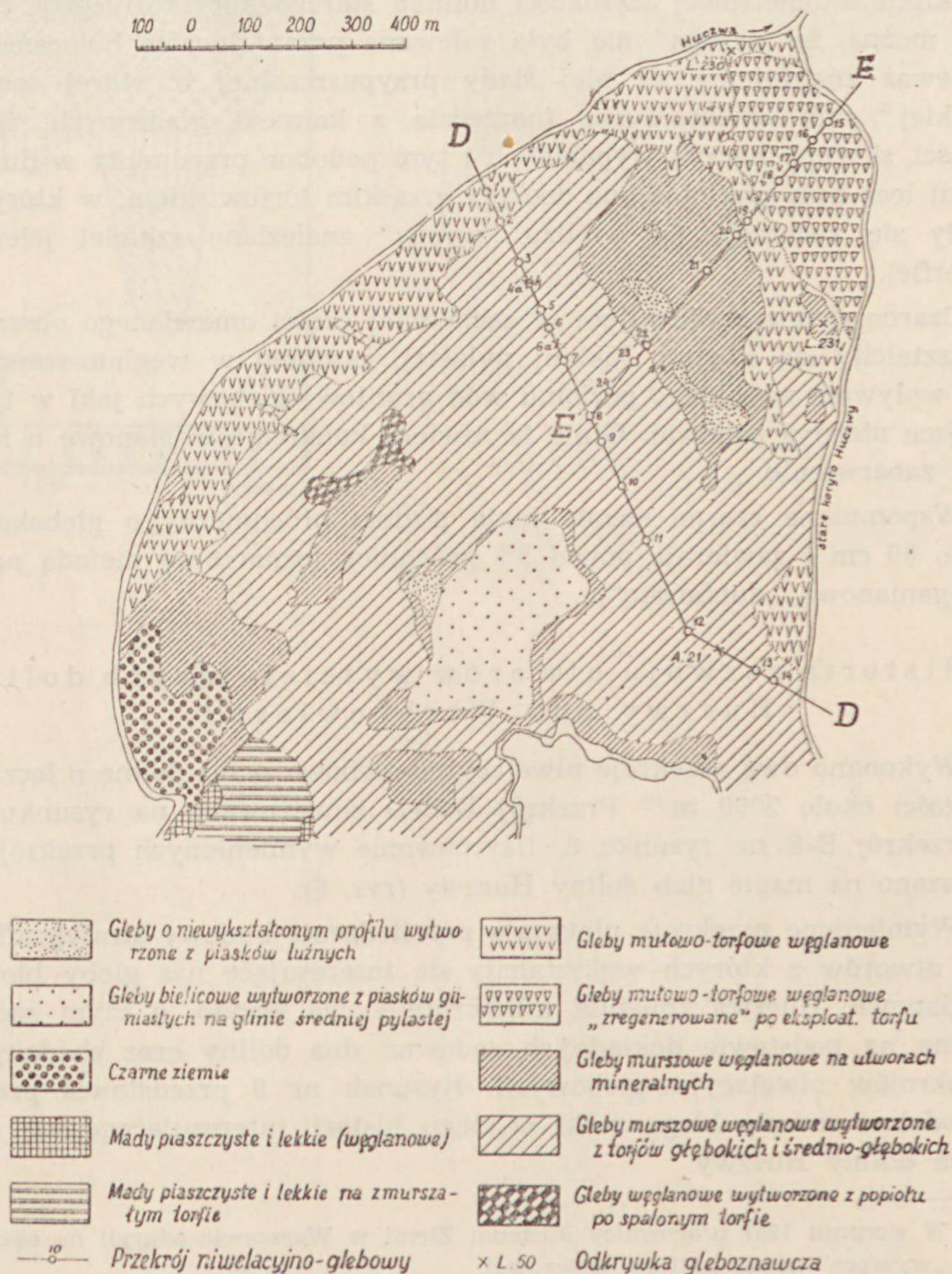
Pokrywą glebową dorzecza omawianego odcinka przedstawia mapa kompleksów glebowych Lubelszczyzny (rys. 1).

2. Gleby mineralne badanego odcinka doliny

W okresie przed intensywną ingerencją człowieka w dziedzinę gospodarki wodnej, czyli prawie do końca XIX w., w dolinie Huczwy panował proces torfotwórczy. Wówczas na omawianym odcinku ponad płaską powierzchnią torfowiska sterczały jedynie pagórki, które na mapie gleb (rys. 6) odpowiadają powierzchniom zajęтым przez: — gleby o niewykształconym profilu wytworzone z piasków luźnych (słabo zadarnione); — gleby bielcowe wytworzone z piasków gliniastych na glinie średniej pylastej i przez — czarne ziemie.

Piaski luźne posiadają kilkumetrowy profil (wiercono do 300 cm) o składzie mechanicznym zmieniającym się wraz z głębokością na korzyść frakcji grubszych.

Prawdopodobne jest, że piaski te są pozostałością interglacjalnej serii piaszczysto-żwirowej wypełniającej dno ówczesnej Huczwy (30).



Rys. 6. Rozmieszczenie gleb w dolinie Huczwy pod Werbkowicami.

Gleby bielcowe wytworzone z piasków gliniastych średnio-głębo-
kich, zalegających na glinie średniej pylastej węglanowej, stanowią
zwarty kompleks o kształcie zbliżonym do czworoboku nieforemnego.
Kompleks ten ma charakter, budowę profilową i skład mechaniczny
podobny do gleb na terenie przyległym od strony południowo-wschod-
niej, oddzielony od samotnej czworobocznej „wyspy mineralnej“ jedy-
nie kilkunastometrowej szerokości dolinką starego koryta Huczwy. Są-
dzić można, że „wyspa“ nie była zalewana przez Huczwę holoceniską,
ponieważ znajdujemy na niej ślady przypuszczalnej b. starej osady
ludzkiej⁹, lub cmentarzyska (narzędzia z kamieni gładzonych, igły
z kości, skorupy naczyń wypalanych i tym podobne przedmioty w dużej
ilości) lecz była ona otoczona dookoła grząskim torfowiskiem, w którym
topiły się zwierzęta (w pobliżu „wyspy“ znaleziono szkielet jelenia
w torfie).

Czarne ziemie występujące w zachodniej części omawianego obszaru
wykształciły się z gliny lekkiej pylastej, zasobnej w węglan wapnia,
pod wpływem wysokiego poziomu wód gruntowo-glebowych jaki w tym
miejscu niegdyś panował. Gлина ta zawiera konkracje węglanowe o żół-
tym zabarwieniu.

Wspomniane czarne ziemie mają poziom próchniczny o głębokości
około 50 cm i zawierają ponad 5% próchnicy (oznaczonej metodą nad-
manganianową „dublańską“).

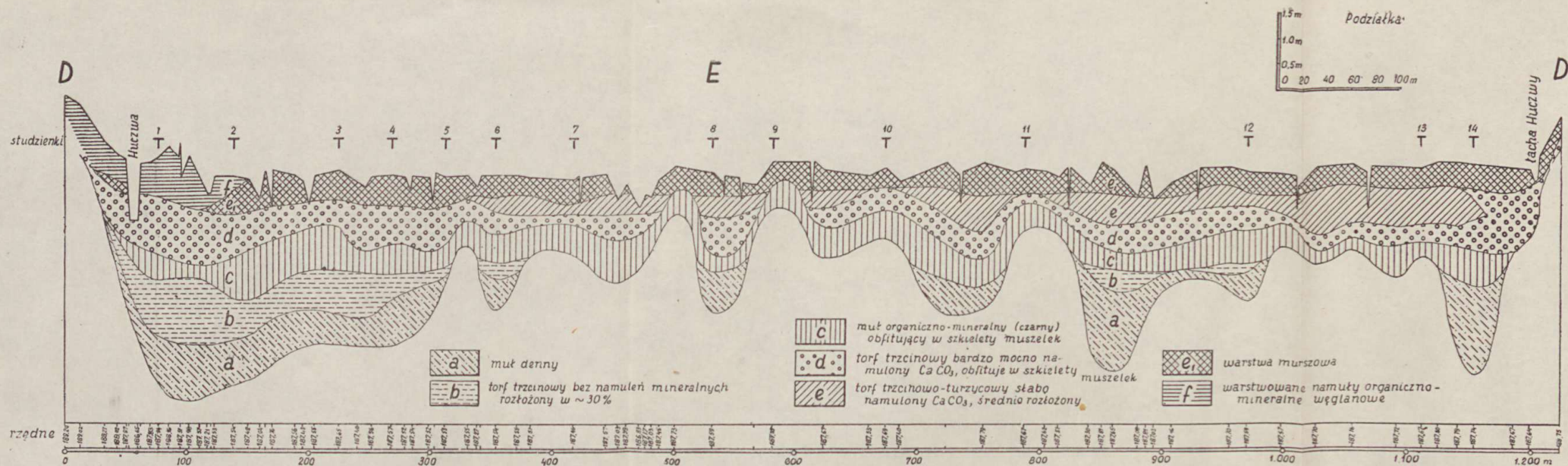
3. Historia rozwoju utworów wyściełających dolinę Huczwy pod Werbkowicami

Wykonano dwa przekroje niwelacyjno-glebowe przez dolinę o łącznej
długości około 2000 m¹⁰. Przekrój D-E-D zilustrowano na rysunku 7,
a przekrój E-E na rysunku 8. Usytuowanie wymienionych przekrojów
pokazano na mapie gleb doliny Huczwy (rys. 6).

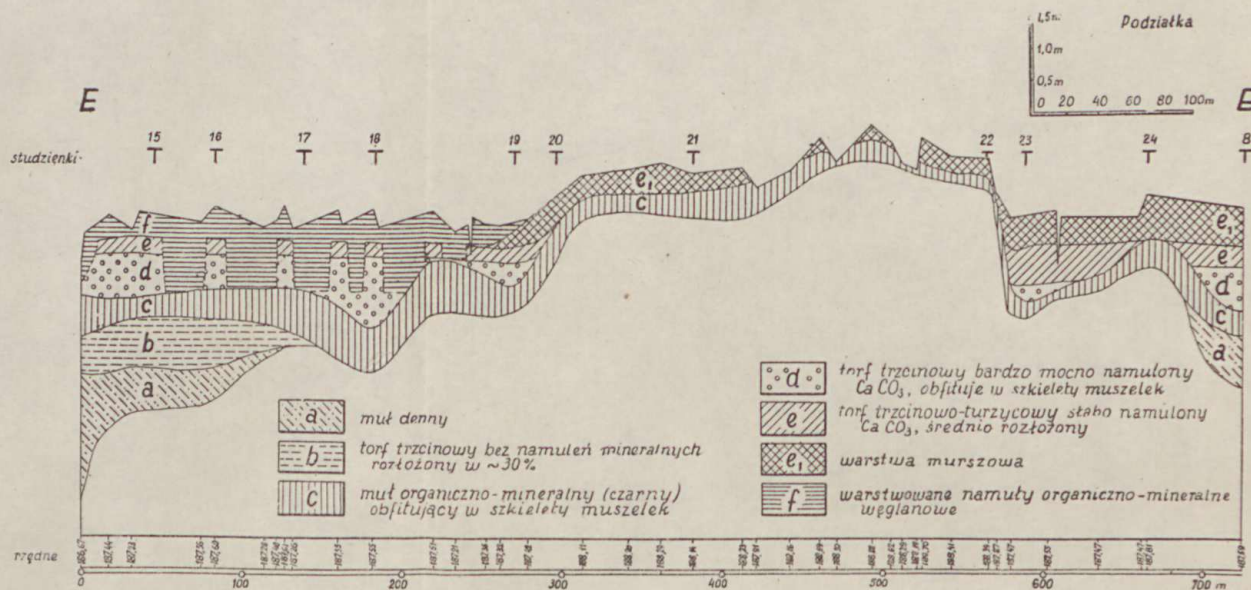
Wymienione przekroje ułatwiają prześledzenie budowy stratygraficz-
nej utworów z których wykształciły się interesujące nas gleby błotne
węglanowe. Huczwa zmieniła kilkakrotnie swe koryto, o czym sądzić
można na podstawie dokładnych sądowań dna doliny oraz zbadanych
przekrojów niwelacyjno-glebowych. Rysunek nr 9 przedstawia praw-
dopodobne zmiany biegu rzeki w ciągu historii interesującego nas od-
cinka doliny Huczwy.

⁹ W sierpniu 1957 pracownicy Muzeum Ziemi w Warszawie odkryli na sąsied-
niej „wysepce” osadę kultury wstęgowej.

¹⁰ Punkty wskazane przez autora zaniwelował w sierpniu 1954 r. Z. Wiejak,
pracownik IMUZ.



Rys. 7. Przekrój niwelacyjno-glebowy D—E—D przez dolinę Huczwy pod Werbkowicami.



Rys. 8. Przekrój niwelacyjno-glebowy E—E przez fragment doliny Huczwy pod Werbkowicami.

Historię tę możnaby podzielić na kilka faz, którym odpowiadają serie osadów o różnym składzie. Tworzyły się one w zmiennych warunkach, jakie panowały w odpowiadających im okresach.

Faza I licząc od momentu, kiedy dno Huczwy było już mocno wyerodowane i rozpoczęło się odkładanie osadów w rodzaju mułu dennego sapropelowego tworzącego warstwę „a” na przekrojach (rys. 7 i 8). Muł ten ma szarobrunatne zabarwienie, miejscami żółtawe, konsystencję mazistą, a niekiedy jakby galaretowatą, co upodabniałoby go do gitii.

Zawartość węglanów jest różna w różnych miejscach, ale wszędzie muł ten wykazuje reakcję wyraźną z HCl . Ku górze wzrasta zawartość słabo rozłożonych szczątków roślinnych, aż wreszcie przechodzi w warstwę „b” — torf trzcinowy o brunatnej barwie.

Musiał wówczas panować niezakłócony dłuższy okres sprzyjający odkładaniu się torfu trzcinowego prawie niezróżnicowanego w całej swej miąższości. Równomierny stopień rozkładu wynoszący około 30% świadczy o stosunkowo szybkim narastaniu warstw torfu powodowanym przez stopniowe spiętrzanie wody na skutek zarastania przepływu przez roślinność torfotwórczą. Przyjmuję bowiem za Kulczyńskim (32) i Kurbatowem (71), że rozkład torfu następuje w powierzchniowej warstwie w warunkach odpowiedniej aeracji. Torf ten nie wykazuje zamulenia materiałem mineralnym, nie spotykamy tu też namuleń węglanowych. Sporadycznie tylko znaleźć można w tej warstwie pojedyncze drobne szkielety wapienne muszelek. Miąższość tej warstwy wynosi średnio około 100 cm. Dwuwarstwowa seria osadów pierwszej fazy kończy się ostro, wywołana gwałtowną zmianą w życiu doliny.

Faza II zaakcentowana jest bardzo wyraźnie na całej przestrzeni badanego odcinka doliny Huczwy w postaci czarnego mułu organiczno-mineralnego obfitującego w wapienne szkielety muszelek. Miąższość tej warstwy znaczonej literą „c” waha się około 50 cm, schodząc w niektórych miejscach poniżej tego wymiaru, by w innych znacznie go przekroczyć. Powstanie jej związane jest prawdopodobnie z poważną gwałtowną zmianą stosunków hydrologicznych w dorzeczu. Sądzić o tym można na podstawie składu masy, w której przeważa substancja mineralna o pylastym składzie mechanicznym. Zmianę tę można by wiązać z momentem wkroczenia rolnictwa na teren dorzecza, a ściślej biorąc z momentem wycinania lasów. W zalesionej zlewni panowała równowaga regulowana przez samą przyrodę. Z chwilą zakłócenia tej równowagi zaczęły się intensywne zmywy. Unoszona masa glebowa odkładana była częściowo w dolinach rzecznych, a wiele cząstek najdrobniejszych wody unosiły dalej.

Druga faza rozwoju osadów w dolinie Huczwy sprzyjała poza mineralnym namuleniem, również procesowi przyrostu masy organicznej. Masa ta uległa dość dokładnemu rozkładowi wzbogacając warstwę „c” w czarną substancję próchniczą przypominającą łądząco muły stawowe tzw. „stawarkę”. Płytką, mało ruchliwą wodą sprzyjała masowemu rozwojowi drobnych mięczaków budujących swe szkieleciki z dostarczanych w obfitości węglanów wapnia. Organiczno-mineralna warstwa „c” stała się wtórnym dnem doliny dla serii osadów fazy trzeciej.

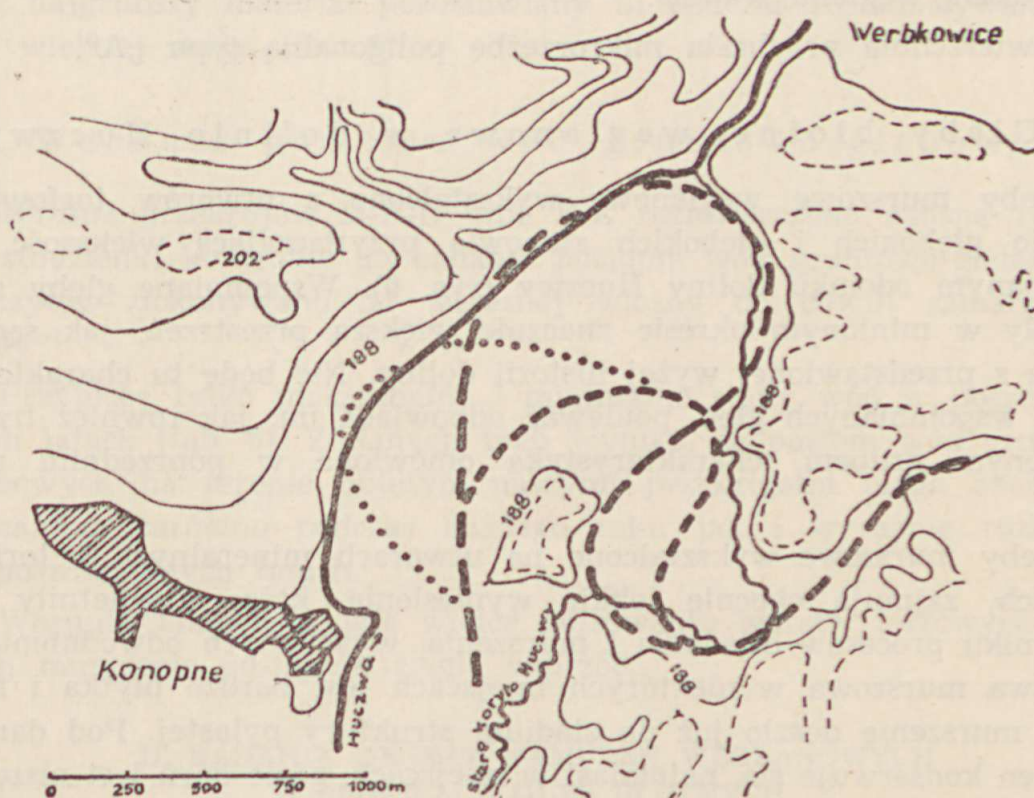
Faza III trwała do momentu dalszej ingerencji człowieka w dziedzinę gospodarki wodnej, tym razem w dolinie, mianowicie do chwili rozpoczęcia zabiegów odwadniających.

Warstwa „d” składała się z trzcinowego torfu o zróżnicowanym stopniu rozkładu na różnych głębokościach. Torf ten jest bardzo mocno namulony węglanem wapniowym i obfituje w wapienne szkieleciki mięczaków. Całość warstwy ma zabarwienie szarobrunatne, po wyschnięciu jasno-szare, a miejscami przeważa biała barwa pyłu węglanowego i muszelek, które występują przeważnie gniazdowo. Miąższość omawianej warstwy waha się od 25—100 cm.

Warstwa „e” to torf trzcinowo-turzycowy słabo namulony węglanem wapnia, średnio rozłożony, w niektórych miejscach tylko turzycowy z bardzo małą ilością namulów. Warstwa „e” była powierzchnią warstwą torfowiska zalegającą na całym niemal przedstawionym na mapie obszarze, z wyjątkiem wspomnianych już wyżej wysp, które wystawały ponad płaszczyznę torfowiska. Przyrost masy torfowej na grubość trwał aż do momentu przerwania procesu torfotwórczego wywołanego radykalną zmianą stosunków hydrologicznych w dolinie, która dała impuls do wszczęcia procesu regresji poziomu torfowiska, kompensowanego w niewielkim tylko stopniu, na niektórych terenach, przez kolmatację namulów.

Moment ów stał się również impulsem rozpoczęcia fazy IV w rozwoju doliny, zasygnalizowany tworzeniem się w łonie torfu „e” warstwy zaznaczonej symbolem „e₁”. Faza IV jest fazą współczesną, trwa stosunkowo niedawno (około 80 lat), od momentu przekopania pierwszych rowów odwadniających w północnej części omawianego obszaru przed intensywną eksploatacją torfu, którą rozpoczęto w roku 1872 (72). Na przekroju E—E widoczny jest fragment byłej kopalni torfu, po której na powierzchni pozostały tylko nieznaczące ślady w postaci dość regularnie występujących równoległych grobelek i spłaszczonych wydłużonych zagłębień. Grobelki stanowiły pola suszenia torfu oraz drogi dojazdowe. Wyrzucono tu również tzw. wierzchnicę. Przekrój przebiega ukośnie przez dawne kariery z których wybrano torf. Doły po-

torfowe próbowano następnie zasypać, wrzucając do nich dawniej usuniętą wierzchnicę oraz resztki niezdatnego do użytku wysuszonego torfu z pól suszenia. W ten sposób tylko częściowo zasypano dawne kariery, reszty dokonała woda corocznie zalewająca te tereny. Wielkie wody powodowały nanoszenie obfitych namulów mineralnych, które mieszały się z bogatą masą resztek roślin bujnie występujących w podtopionych dolach, w których żyły również liczne kolonie mięczaków. W ten sposób w ciągu kilkudziesięciu lat teren dawnej eksploatacji torfu został niemal całkowicie zregenerowany, oczywiście w sensie wyrównania, a nie regeneracji torfu w ścisłym tego słowa znaczeniu. Do wyrównania przyczynił się w ogromnym stopniu, bardzo szybko w tym czasie postępujący, proces osiadania całości torfowiska, którego powierzchnia obniżyła się około 100 cm, według mojej oceny na podstawie planów warstwicowych, liczonej raczej z niedomiarem.



Rys. 9. Prawdopodobne zmiany biegu rzeki Huczwy na terenie fragmentu doliny pod Werbkowicami.

Wspomniane wyżej namuły mineralne odkładane są przez wielkie wody wzdłuż współczesnego koryta Huczwy, pokrywając w partiach przybrzeżnych niżej zalegające warstwy torfowe. Namuły te tworzą warstwę oznaczoną na rysunkach 7 i 8 literą „f”. Charakteryzują się one drobnym warstwowaniem odpowiadającym każdorazowym wyle-

wom. Warstewki te naprzemian ciemniejsze i jaśniejsze posiadają różną miąższość wahającą się od kilku milimetrów do 2—3 centymetrów. Warstewki ciemniejsze brunatne posiadają próchniczny skład. Powstają one z rozkładu darni wytwarzającej się na powierzchni kolejnego namulenia. Warstewki jaśniejsze to osady namulone o składzie przeważnie mineralnym. Całość warstwowanych osadów „f” wykazuje silną reakcję z HCl , świadczącą o znacznej zawartości CaCO_3 .

Warstwa „e₁” to główny efekt trwania fazy IV. Wykopanie rowów i eksploatacja torfu spowodowały odwodnienie torfowiska. Przyczyniło się to do zmiany kierunku procesów. W miejsce procesu torfotwórczego wkroczył proces murszotwórczy. Zaczęło się powolne zagęszczanie masy organicznej w warstwach powierzchniowych przy jednoczesnym wzbogacaniu ich w substancję mineralną osadzoną przez wielkie wody. Warstwy powierzchniowe charakteryzują się również zwiększającą się zawartością węgla wapnia.

Powierzchnia przybrała mikrorzeźbę poligonalną typu „A”.

4. Gleby błotne węglanowe w dolinie Huczwy

Gleby murszowe węglanowe wykształcone z utworów torfowych średnio głębokich i głębokich stanowią przytłaczającą większość na omawianym odcinku doliny Huczwy (rys. 6). Wspomniane gleby zajmowały w minionym okresie znacznie większą przestrzeń, jak sądzić można z przedstawionej wyżej historii doliny. Nie będę tu charakteryzował wspomnianych gleb, ponieważ odpowiada im, jak również trzem następnym grupom, charakterystyka omówiona w poprzednim rozdziale.

Gleby murszowe wykształcone na utworach mineralnych z torfów płytkich, zajmują obecnie lekkie wyniesienia, które uwydatniły się w wyniku procesów osiadania i murszenia, wywołanych odwodnieniem. Warstwa murszowa w niektórych miejscach jest bardzo płytka i niekiedy murszenie doszło już do stadium struktury pylastej. Pod darnią stan ten konserwuje się, natomiast w miejscach, gdzie darń jest niszczone mechanicznie, następuje bardzo szybkie wywiewanie suchych rozpylonych cząstek organicznych. Bliższą charakterystykę znaleźć można w tablicach 1—4 (profil L. 231).

Gleby mułowo-torfowe węglanowe układają się wzdłuż współczesnego koryta Huczwy. Powstały one przez odkładanie się namulów mineralnych na torfie. Warstwowane namuły odpowiadają na rysunku 7 i 8 warstwie „f”, odznaczają się znaczną zawartością węgla wapnia. Gleby te charakteryzuje profil L. 230 (tab. 1—3).

Gleby mułowo-torfowe węglanowe zregenerowane po eksploatacji zajmują zwarty obszar w północnej części omawianego terenu. Bliższą charakterystykę podałem wyżej przy omawianiu fazy IV historii doliny.

Gleby węglanowe wytworzone z popiołu po spalonym torfie zajmują powierzchnię kilku hektarów w południowo-zachodniej części obszaru. Profil tych gleb zbliżony jest bardzo do budowy profilu gleb murszowych na utworach mineralnych. Ciemnobrunatna warstwa darniowa o miąższości kilku centymetrów zalega na rdzawym popiele torfowym, bardzo mocno reagującym z kwasem solnym. Niżej znajduje się podłoże mineralne.

Kompleks mad piaszczystych i lekkich zalegających na zmurszałych torfach spotyka się w południowej części opisywanego obszaru. W kompleksie tym wyróżnić można mady płytkie, średnio głębokie, oraz głębokie. Na obszarze zajęтым przez wymienione gleby odkładany jest najgrubszy materiał pozostawiany tu podczas rozładowywania się fali wielkiej wody. (fot. 6).

5. Wahania poziomu wód gruntowo glebowych

Wzdłuż przekrojów D-E-D oraz E-E rozmieszczono wiosną 1954 r. 24 studzienki kontrolne do badania poziomu wód gruntowo-glebowych. Odczytów dokonywano od wczesnej wiosny do chwili zamarznięcia wody¹¹.

Przytoczę tylko maksymalne i minimalne stany wód w poszczególnych latach (tab. 6). Z danych tych wynika, że poziom wód gruntowo-glebowych na terenie objętym naszymi przekrojami ulega znacznym wahaniom zarówno podczas każdego roku jak i wyraźnie różni się w poszczególnych latach.

Warunki takie sprzyjają wielce pulsowaniu warstw torfowych, których murszenie postępuje ciągle naprzód..

D. BADANIA GENEZY NAMULEŃ WĘGLANOWYCH W PROFILACH GLEB BŁOTNYCH

Podjąłem próbę wyjaśnienia przyczyn powstawania namuleń węglanowych w glebach błotnych. Za punkt wyjścia posłużyła mi postawiona na wstępie, pod wyraźną sugestią literatury, hipoteza robocza zakładająca, że „geneza węglanów w profilach gleb błotnych związana jest z występowaniem rędzin węglanowych w dorzeczu“.

¹¹ Odczyty w latach 1954—1956 przeprowadzała mgr L. Orłowska.

Tab. 6. Najniższe i najwyższe stany wód gruntowo-glebowych w latach 1954—1956 notowane w studzienkach na przekroju D—E—D i E—E w Werbkowicach. (głębokość lustra wody podana w cm od powierzchni gleby)

Nr studzienki	1954			1955			1956		
	najniższy		naj-wyższy	najniższy		najwyższy	najniższy		naj-wyższy
	28.VI.	16.IX.	5.VIII.	13.V.	28.IX.	10.VIII.	11.VI.	3.IX.	3.VII.
1	115	—	83	99	101	19	117	108	48
2	95	95	53	70	72	+20	104	83	7
3	92	92	48	63	68	+15	96	81	15
4	88	87	42	62	67	+16	96	82	10
5	84	84	32	57	67	+24	92	77	7
6	85	84	36	57	61	+24	89	77	3
7	77	77	22	49	54	+35	85	71	+ 3
8	86	89	41	59	64	+16	94	79	10
9	104	109	62	75	84	8	110	98	39
10	97	100	47	55	65	+12	104	84	12
11	85	94	51	54	59	+ 6	89	79	18
12	73	78	41	36	41	+19	73	61	8
13	73	76	51	41	49	+ 6	80	68	21
14	81	98	60	51	61	1	87	75	29
15	53	52	22	19	24	+20	53	52	12
16	85	90	53	54	58	+ 5	90	87	29
17	67	66	35	32	36	+37	65	61	0
18	—	88	55	52	56	+ 8	87	80	15
19	77	80	48	40	46	+28	77	68	4
20	105	104	76	73	—	+11	104	99	35
21	130	137	108	102	107	49	126	125	71
22	166	152	137	139	143	71	163	158	97
23	87	85	32	55	60	+24	90	77	4
24	85	87	33	56	62	1	89	78	24

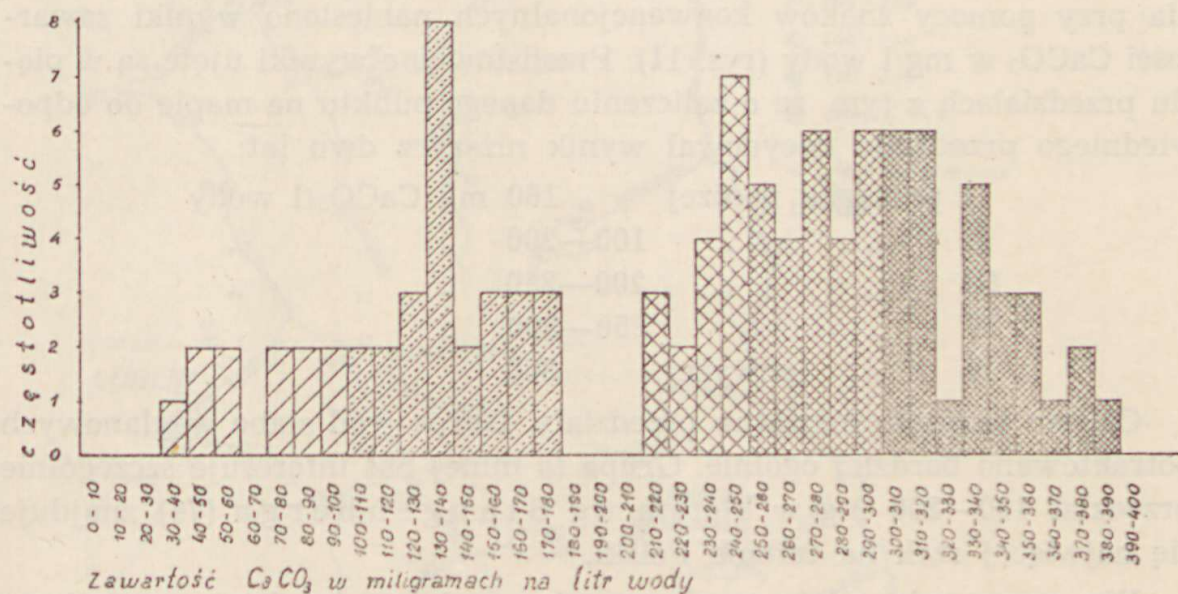
Wstępne próby uzasadnienia słuszności powyższego założenia nie dały pomyślnego rezultatu. Naniesione bowiem punkty występowania gleb błotnych węglanowych na mapę kompleksów glebowych Lubelszczyzny (rys. 1) wskazują na obecność tych gleb w dolinach rzecznych kilku regionów fizjograficznych. Nie widać tu jednak jakiegoś wyłączonego powiązania z rędzinami.

Podjąłem więc próbę wyjaśnienia tego zagadnienia na innej drodze. Wychodząc z założenia, że jeśli materiał węglanowy pochodzi z rędzin, to musi być transportowany przez wodę, a skoro tak, to wody spływające ze zlewni rędzinowych winny wykazywać większą zawartość tego związku.

Uogólniając to założenie postanowiłem sprawdzić, czy zachodzi stała zależność między występowaniem gleb błotnych węglanowych, a zawartością węglanu wapnia w wodach rzek Lubelszczyzny.

1. Rozmieszczenie zawartości węglanów w rzekach Lubelszczyzny¹²

Pobrałem dwukrotnie próbki wód z 64 punktów w rzekach Lubelszczyzny: w roku 1955 w czasie od 18 do 20 kwietnia, a w 1956 roku od 25 kwietnia do 3 maja. Wymienione terminy wybrałem celowo w okresie ustalenia się przepływu wód po roztopach wiosennych.



Rys. 10. Częstość występowania podobnych stężeń węglanu wapnia w wodach rzek Lubelszczyzny badanych wiosną 1955 i 1956 r.

W pracowni w próbkach wody oznaczałem twardość ogólną, miareczkując 100 ml wody 0,1 n HCl wobec metylorange'u (76), przeliczyłem następnie wyniki na miligramy CaCO_3 w litrze wody. (tab. 7). Wyniki uszeregowałem systematycznie według częstości występowania w poszczególnych przedziałach skali podzielonej co 10 mg w zakresie od 0 do 400 mg CaCO_3 na litr wody (rys. 10). Na wykresie wyniki układają się w dwie duże grupy. Jedna grupa w przedziale od 35 do 175 mg CaCO_3 w litrze wody, oraz druga grupa w przedziale 215 do 390 mg CaCO_3 w litrze wody. W grupie pierwszej najczęstsze są wyniki w przedziale 130—140 mg/l, przewyższając zdecydowanie pozostałe częstości w innych przedziałach. W grupie drugiej najliczniej wy-

¹² Opracowania tego dokonałem dzięki pomocy materialnej i udostępnieniu środków lokomocji przez Instytut Melioracji i Użytków Zielonych.

stępują wyniki w przedziale od 240 do 340 mg/l. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że wymienione dwie grupy wyników odizolowane są od siebie dość szerokim przedziałem od 175 do 215, w których nie zanotowano ani jednego wyniku. Mamy więc do czynienia z dwoma odmiennymi rodzajami wód rzecznych. Wspomnianą już wyżej grupę pierwszą spróbuję nazwać słabo węglanową, grupę drugą natomiast silnie węglanową.

Wyłoniła się potrzeba przedstawienia przestrzennego rozmieszczenia otrzymanych wyników badań wód. W tym celu na mapę sieci rzecznej Lubelszczyzny naniesiono punkty pobrania próbek wód numerując je kolejno zgodnie z numeracją w tabeli 7. Następnie w punktach pobrania przy pomocy znaków konwencjonalnych naniesiono wyniki zawartości CaCO_3 w mg/l wody (rys. 11). Przedstawiane wyniki ujęte są w pięciu przedziałach z tym, że o zaliczeniu danego punktu na mapie do odpowiedniego przedziału decydował wynik niższy z dwu lat:

I przedział poniżej		100 mg CaCO_3 /l wody		
II	„ „	100—200	„	„ „
III	„ „	200—250	„	„ „
IV	„ „	250—300	„	„ „
V	„ powyżej	300	„	„ „

Celowo przyjęto nierówne przedziały. Grupę wód słabo węglanowych potraktowano bardziej ogólnie. Grupa ta mniej nas interesuje szczególnie przedział 100—200 mg w którym wg Stangenberga (74) znajduje się najwięcej rzek na terenie Polski.

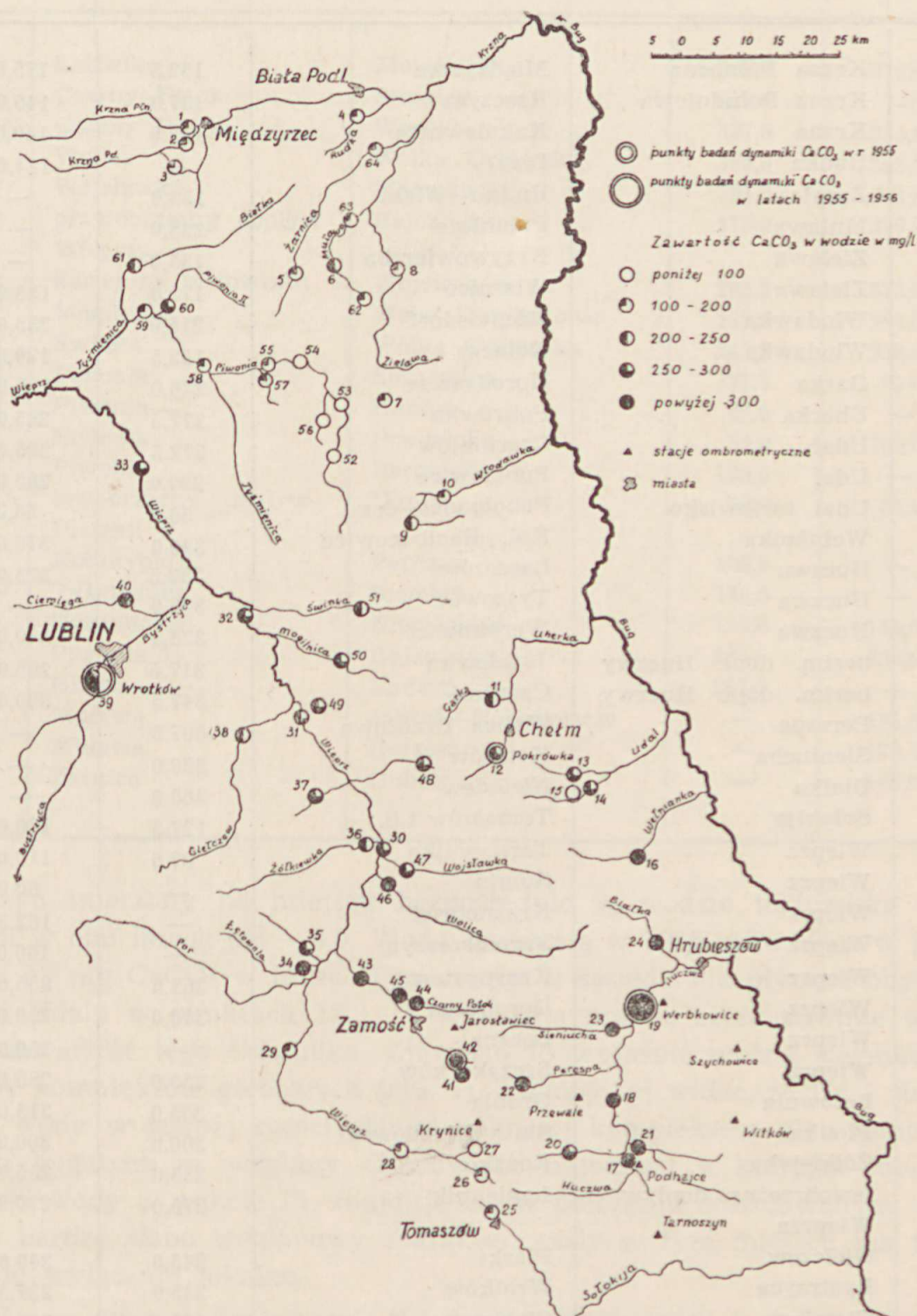
Dla grupy wód silnie węglanowych przyjąłem bardziej szczegółowy podział, co umożliwiło mi dokładną analizę ich przestrzennego rozmieszczenia.

Rozmieszczenie zawartości węglanów w wodach rzek Lubelszczyzny wykazuje wyraźną rejonizację stężenia CaCO_3 .

Najmniejszą wartością węglanów odznacza się rzeka Piwonia wraz ze swym lewym bezimiennym dopływem przepływającym przez miejscowość Uhnin. Piwonia zbiera swe wody ze zlewni wybitnie ubogiej pod względem rolniczym. Występują tu w zdecydowanej przewadze gleby bielcowe wytworzone z piasków całkowitych luźnych i słabo gliniastych otaczających rozległe przestrzenie torfowisk niskich. Około 20% zlewni Piwonii pokryte jest lasem przeważnie sosnowym.

W przedziale poniżej 100 mg CaCO_3 w litrze wody na uwagę zasługuje również punkt 15. Jest to torfowisko niskie w widłach rzeki Udal w lesie sosnowym z domieszką brzozy w podszyciu pod Pobołowicami. Torfowisko to wykształcone na podłożu piaszczystym, którego bezpośrednie otoczenie stanowią podobnie jak w dorzeczu Piwonii gleby bieli-

cowe wytworzone z całkowitych piasków luźnych i słabo gliniastych, zalane było wodą w momencie pobierania próbki zarówno w roku 1955 jak i 1956. Pobrana woda była klarowana o zabarwieniu żółtozielonym.



Rys. 11. Rozmieszczenie węglanu wapnia w wodach rzek Lubelszczyzny wiosną 1955 i 1956 r.

Tab. 7. Zawartość CaCO_3 w wodach rzek Lubelszczyzny

Nr punktu	Dolina rzeki (torfowisko)	Miejscowość	mg CaCO_3 w litrze	
			1955	1956
1	Krzna Północna	Międzyrzec	152,5	175,0
2	Krzna Południowa	Rzeczycza	137,5	145,0
3	Krzna	Kąkolewnica	132,5	140,0
4	Rudka	Lisy	—	123,0
5	Żarnica	Rudno—Wiski	135,0	—
6	Muławka	Polubicze	225,0	—
7	Zielawa	Krzywowiec	135,0	—
8	Zielawa	Wisznice	175,0	135,0
9	Włodawka	Michelsdorf	215,0	235,0
10	Włodawka	Kolacze	122,5	120,0
11	Garka	Horodyszcze	270,0	215,0
12	Uherka	Pokrówka	277,5	285,0
13	Udal	Czerniejów	272,5	295,0
14	Udal	Pobołowice	290,0	285,0
15	Udal torfowisko	Pobołowice—las	50,0	55,0
16	Wełnianka	Kol. Raciborowice	320,0	315,0
17	Huczwa	Łaszczów	352,5	375,0
18	Huczwa	Tyszowce	345,0	—
19	Huczwa	Werbkowice	333,5	340,0
20	bezim. dopł. Huczwy	Józefówka	317,5	285,0
21	bezim. dopł. Huczwy	Czerkasy	347,5	390,0
22	Perespa	Wolica Brzozowa	307,5	—
23	Sieniucha	Kotorów	320,0	—
24	Białka	Nieledew	380,0	—
25	Sołokija	Tomaszów Lb.	127,5	170,0
26	Wieprz	Tarnawatka	87,5	110,0
27	Wieprz	Sumin	—	60,0
28	Wieprz	Krasnobród	—	162,5
29	Wieprz	Szczebrzeszyn	—	160,0
30	Wieprz	Krasnystaw	262,5	255,0
31	Wieprz	Dorohucza	310,0	250,0
32	Wieprz	Łęczna	—	250,0
33	Wieprz	Szczekarków	255,0	255,0
34	Łętownia	Grobla	305,0	315,0
35	Płonka	Staw Ujazdowski	300,0	300,0
36	Żółkiewka	Rońsko	235,0	255,0
37	lewobrzeżny dopływ Wieprza	Łopiennik	275,0	270,0
38	Gielczew	Piaski	245,0	240,0
39	Bystrzyca	Wrotków	235,0	227,5
40	Ciemiega	Ciecierzyn	340,0	335,0
41	Łabuńka	Łabunie	370,0	—
42	Łabuńka	Łabuńki	300,0	310,0

C. d. tab. 7.

Nr punktu	Dolina rzeki (torfowisko)	Miejscowość	mg CaCO ₃ w litrze	
			1955	1956
43	Łabuńka	Złojec	305,0	310,0
44	Czarny Potok	Sitaniec	337,0	—
45	Czarny Potok	Wysokie	327,5	355,0
46	Wolica	Wólka Orłowska	345,0	355,0
47	Wojśławka	Małochwiej	295,0	280,0
48	prawobrzeżny dopływ Wieprza	Rejowiec	275,0	280,0
49	karier na torfowisku	Wojciechów	295,0	315,0
50	Mogilnica	Wola Korybutowa	262,5	250,0
51	Świnka	Wólka Cycowska	242,5	250,0
52	Piwonia	Sosnowica	77,5	95,0
53	Piwonia	Hanów	85,0	—
54	Piwonia	Przewłoka	80,0	100,0
55	Piwonia	Parczew	165,0	—
56	lewobrzeżny dopływ Piwonii	Uhnin	50,0	35,0
57	Konotypa	Parczew	105,0	—
58	Tyśmienica	Siemień	140,0	—
59	Tyśmienica	Niewęgłosz	135,0	115,0
60	Piwonia II	Bojanówka	260,0	250,0
61	Białka	Radzyń	217,5	—
62	Muława	Jabłoń—Horodyszcze	—	155,0
63	Muława	Rossosz	—	175,0
64	Żarnica	Dubów	—	145,0

Odczyn mierzony na miejscu bezpośrednio w wodzie torfowiska wykazał w obu latach pH —6,0. Woda zawierała w 1955 roku 50, a w 1956 roku 55 mg CaCO₃ w litrze. Tymczasem w sąsiedztwie płynące obydwie cieki Udału w punktach 13 i 14 wykazują prawie sześciokrotnie wyższą zawartość tego składnika. Zjawisko to wyjaśnić można sięgając do mapy kompleksów glebowych (rys. 1). Z mapy tej widać, że Udał zbiera swe wody w górnej części zlewni pokrytej kompleksem gleb mineralnych bogatych w węglany. Torfowisko natomiast z którego pobrano próbki wody w punkcie 15, znajduje się w położeniu odizolowanym, dlatego bardzo słabo węglanowy charakter wody w tym miejscu ma znaczenie wyłącznie lokalne.

Krzna wraz z dopływami, Włodawka, Tyśmienica z dolną Piwonią i Konotypą, Sołokija oraz górny Wieprz na odcinku od źródeł do Szczepieszczyzna podczas badań miały wody zawierające 105 do 175 mg

CaCO_3 w litrze. Wymienione rzeki z wyjątkiem Sołokiji i górnego Wieprza, mają zlewnie wyścielone kompleksem gleb bielcowych utworzonych z piasków, oraz glin lekkich przeważnie pochodzenia lodowcowego. Gleby tego kompleksu są z reguły bezwęglanowe, najczęściej kwaśne. Odbija się to i na wodach w ciekach rzecznych. Nieco odmiennie sytuacja przedstawia się w wypadku Sołokoji i Wieprza na wymienionym wyżej odcinku. Obie rzeki mają zlewnie bogate w gleby kompleksu rędzin i innych gleb nawapieniowych. Sprawą wyjaśnienia tej kwestii zajmę się w dalszej części.

Na uwagę zasługuje występowanie w kilku rzekach północno-wschodniej Lubelszczyzny wód zawierających ponad 200 mg CaCO_3 w litrze wody. Do takich rzek należy Białka (radzyńska), Piwonia II, oraz środkowy bieg rzeki Muławy. Nie łatwo jest wypaśnić to zjawisko z udowodnieniem słuszności swego twierdzenia. Dostępne materiały kartograficzne zarówno geologiczne (70), jak i gleboznawcze (44, 66) nie wykazują w tych rejonach istnienie skał, ani gleb węglanowych, które mogłyby usprawiedliwiać ten stan rzeczy. Przypuszczać jednak należy, że istnieją na tym terenie pod powierzchnią jakieś pokłady skał węglanowych, lub materiał lodowcowy zasobny jest w węglan wapnia¹³.

Zwartą plamę na mapie zawartości węglanów w rzekach stanowi sieć punktów, w których stężenie CaCO_3 waha się w granicach 215 do 390 mg/l wody. Posuwając się od północy ku południowemu wschodowi obserwować można wzrost natężenia zawartości węglanów w rzekach. Najwyższe wyniki, bo powyżej 300 mg/l zanotowano podczas badań w dorzeczu Huczwy i Łabuńki, jak również w sąsiednich rzekach Wełniance, Wolicy i Łętowni oraz odległej Ciemiędze zbierającej wody z północnej równoleżnikowej krawędzi Wyżyny Lubelskiej.

Porównanie mapy zawartości węglanów w rzekach (rys. 11) z mapą kompleksów glebowych Lubelszczyzny (rys. 1) upoważnia, wydaje mi się, do stwierdzenia zależności między występowaniem gleb błotnych węglanowych, a zawartością węglanu wapnia w wodach rzek Lubelszczyzny.

2. Zasobność wód rzecznych w węglany, a pokrywa geologiczno-glebowa dorzeczy

Omawiany już wyżej wykres (rys. 10) obrazuje dwie odrębne grupy wód rzecznych na terenie Lubelszczyzny: słabo węglanową i silnie węglanową. Potwierdzenie istnienia tych grup i to odizolowanych prze-

¹³ Po napisaniu niniejszej pracy miałem sposobność być na terenie północnej Lubelszczyzny i stwierdziłem przy pomocy wierceń materiał mocno węglanowy w profilach glin zwałowych. W miejscowości Suchowola pow. radzyński na głębokości 150 cm, a w miejscowości Świerze na głębokości 260 cm.

strzennie wykazuje mapa zawartości węglanów w wodach rzek Lubelszczyzny (rys. 11). Mapa ta w zestawieniu z mapą kompleksów glebowych (rys. 1) orientuje nas, że rzeki o wodach silnie węglanowych grupują się na obszarze przede wszystkim Wyżyny Lubelskiej, Obniżenia Dubieńki i Obniżenia Dorohuckiego, oraz części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Wyżej w rozdziale traktującym o kompleksach glebowych Lubelszczyzny stwierdzono ogólnie, że wymienione tereny pod względem geologiczno-glebowym zaliczyć należy do bogatych w węglan wapnia.

Najwyższą zawartość CaCO_3 w mg/l stwierdzono w rzekach zbierających wody ze zlewni wyścielonych w przewadze glebami wytworzonymi z lessów przede wszystkim całkowitych (Huczwa, Wolica, Łętownia, Ciemięga).

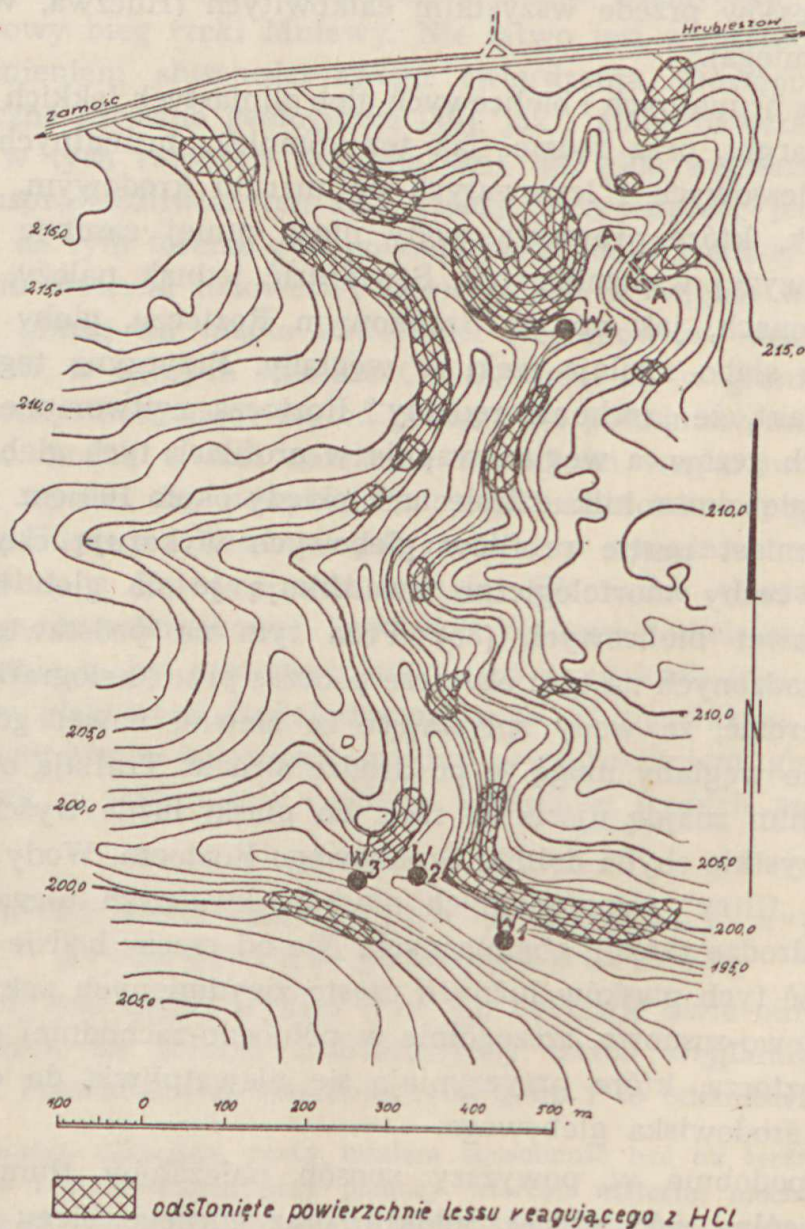
Kompleks brunatnych i bielcowych gleb gliniastych lekkich i piaszczystych na marglu, oraz rędzin, jak też kompleks brunatnych i bielcowych gleb lessowych i lessowatych na marglu kredowym, pokrywają zlewnie rzek, które prowadzą wody nieco mniej zasobne w węglan wapnia od wyżej wspomnianych. Stwierdzić jednak należy, że w niektórych rejonach, jak np. na Środkowym Roztoczu, gleby kompleksu rędzinowego słabo zasilają rzeki w węglany. Przyczyną tego zjawiska może być fakt, że „rzekome rędziny” Roztocza wytworzone są z bezwęglanowych gezów, a węglan wapnia w profilach tych gleb występuje dopiero na głębokości kilkudziesięciu, niekiedy około 100 cm. Powierzchniowe natomiast partie profilów glebowych wykazują często odczyn kwaśny, a cechy morfologiczne kwalifikują je do gleb brunatnych, niekiedy nawet bielcowych (85). Poza tym na podstawie własnych badań prowadzonych na tym obszarze podczas prac kartograficznych (67) mogę stwierdzić, że wody spływające ze zlewni, nawet gdyby niosły rozpuszczone węglany mogą je po drodze stracić. Trafiają one w obniżeniach, zanim znajdą ujście do rzek, na piaski luźne wyścielające dokładnie wszystkie chyba dolinki Środkowego Roztocza. Wody przepływające przez „filtry” wspomnianych piasków kwaśnych ulegają „oczyszczeniu” w drodze reakcji chemicznych. Nie od rzeczy będzie wspomnieć, że większość tych piasków luźnych często zwydmionych pokrywają lasy iglaste jodłowo-sosnowe, szczególnie w północno-zachodniej części Środkowego Roztocza, które przyczyniają się niewątpliwie do ciągłego zakwaszania środowiska glebowego.

Prawdopodobnie w powyższy sposób należałoby tłumaczyć niską twardość ogólną wód górnej Sołokiji, oraz górnego biegu Wieprza na odcinku od źródeł do Szczepczyszyna.

Dotychczas przedstawione materiały pozwalają wnioskować o istnieniu zależności między pokrywą geologiczno-glebową dorzecza, a zasobnością wód rzecznych w węglan wapniowy.

3. Kilka spostrzeżeń dotyczących wypłukiwania CaCO_3 ze zlewni lessowych

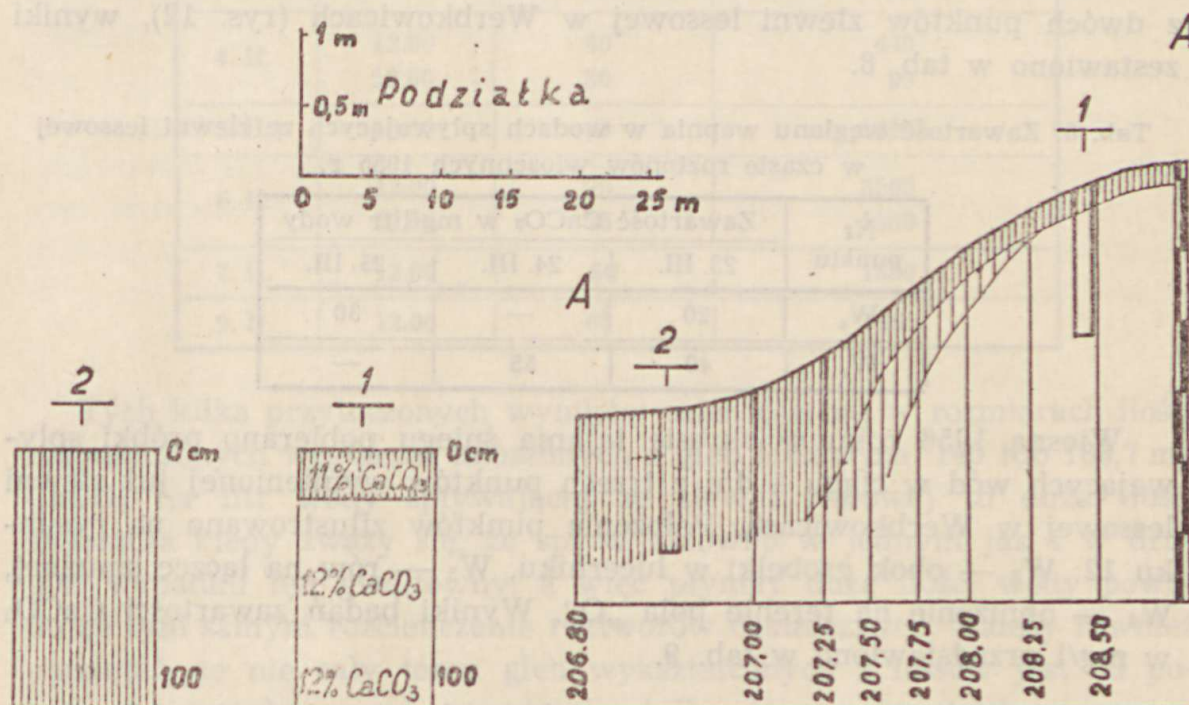
Stwierdzenie najwyższych stężeń CaCO_3 w wodach rzek płynących wśród lessów całkowitych pozwoliło na wysunięcie hipotezy roboczej zakładającej, że węglan wapnia wypłukiwany z lessów transportowany jest w postaci roztworu do rzek, które występując z brzegów wzbogacają w ten sposób tereny swych dolin.



Rys. 12. Rozmieszczenie badanych punktów na obszarze lessowym w Werbkowicach.

Badając słuszność tej hipotezy sięgnięto do literatury omawiającej erozję wodną lessów (17), oraz wykonano własne studia terenowe i laboratoryjne.

Na rysunku 13 przedstawiono rezultat własnych badań przekroju A-A na terenie pola „O” w Zakładzie Naukowo-Badawczym IUNG w Werbkowicach (miejsce przekroju uwidoczniono na rys. 12). Na całym przekroju zbocza w odstępach 2-metrowych wykonano wiercenia określając głębokości zalegania poszczególnych poziomów genetycznych w profilach glebowych, oraz notowano reakcję z HCl. W opisany sposób otrzymano dokładny przekrój gleboznawczy zbocza. Wykonano następnie 2 odkrywki glebowe, z których po dokładnym zbadaniu i opisaniu pobrano próbki do badań laboratoryjnych. Odkrywka nr 1 znajdowała się na erodowanym zboczu, natomiast odkrywka nr 2 w dolince wypełnionej próchnicznym materiałem lessowym, przemieszczonym tu z wyżej położonych partii miniaturowej zlewni.



Rys. 13. Przekrój niwelacyjno-glebowy z terenu lessowego.

Znamienny jest fakt wyraźnego zróżnicowania pod względem zawartości CaCO₃ profilów erodowanych zboczy i namywanych obniżen (rys. 13).

Na erodowanych zboczach odsłonięte są partie skały lessowej zasobnej w węglan wapnia.

Chcąc sprawdzić w jakim stopniu woda unosi ze zlewni lessowej węglany, dokonano kilku obserwacji. W dniu 2 czerwca 1954 około go-

dziny 16 na terenie Werbkowic koło Hrubieszowa spadł ulewny deszcz trwający około 20 minut. Miejscowa stacja ombrometryczna zanotowała opad w wysokości 18,3 mm. Będąc podczas tego deszczu w Werbkowicach miałem możliwość obserwowania intensywnego spływu ze zlewni lessowej wód z zawiesiną glebową. Pobrałem wówczas próbkę spływającej wody z rowu na łączce smużnej mocno zadarnionej, (punkt W_1 na rys. 12), przez którą przetaczały się wody ze zlewni lessowej. Należy zaznaczyć, że większość balastu glebowego osadzona została powyżej zadarnionej partii łączki. Badania laboratoryjne pobranej wody wykazały suchej pozostałości 514 mg/litr, odczyn 7,0 pH, oraz zawartość 140 mg/l CaCO_3 (twardość ogólna). Równocześnie pobrano próbkę wody z rzeki Huczwy poniżej ujścia cieką odprowadzającego wody z wymienionej zlewni lessowej. Woda ta zawierała 414 mg/l suchej pozostałości i 330 mg/l CaCO_3 .

Podczas roztopów wiosennych w 1955 roku pobrano próbki wód z dwóch punktów zlewni lessowej w Werbkowicach (rys. 12), wyniki zestawiono w tab. 8.

Tab. 8. Zawartość węglanu wapnia w wodach spływających ze zlewni lessowej w czasie roztopów wiosennych 1955 r.

Nr punktu	Zawartość CaCO_3 w mg/litr wody		
	23. III.	24. III.	25. III.
W_3	20	—	30
W_4	40	55	—

Wiosną 1956 roku w okresie tajania śniegu pobierano próbki spływających wód w ciągu 4 dni z trzech punktów wymienionej już zlewni lessowej w Werbkowicach. Położenie punktów zilustrowano na rysunku 12: W_2 — obok grobelki w lucerniku, W_3 — rów na łączce smużnej, W_4 — obniżenie na terenie pola „O”. Wyniki badań zawartości CaCO_3 w mg/l przedstawiono w tab. 9.

Tab. 9. Zawartość węglanu wapnia w wodach spływających ze zlewni lessowej w czasie roztopów wiosną 1956 r.

Nr punktu	Zawartość CaCO_3 w mg/litr wody			
	28. III.	29. III.	30. III.	31. III.
W_2	25	40	35	40
W_3	35	35	—	40
W_4	nie spływało			25

W dniu 30 sierpnia 1956 roku o godz. 12⁵⁰ podczas gwałtownego opadu deszczowego (19,7 mm w Lublinie) pobrano próbkę wody spły-

wającej ze zlewni lessowej w rejonie osady Czechów D. pod Lublinem¹⁴. Woda ta zawierała 183,7 mg/l CaCO_3 . Tabela 10 przedstawia wyniki zawartości CaCO_3 , oraz suchej pozostałości w próbkach wód pobranych ze zlewni lessowej w Elizówce pod Lublinem¹⁵.

Tab. 10. Zawartość węglanu wapnia w wodach spływających ze zlewni lessowej w czasie roztopów wiosennych 1957 r. w Elizówce pod Lublinem

Data	Godzina	CaCO_3 w mg/l wody	Sucha pozostałość po od- parowaniu wody mg/l
2. II.	9.00	15	40
	13.00	35	340
	18.00	37,5	210
3. II.	7.00	40	430
	12.00	37,5	180
	19.00	45	680
4. II.	12.00	40	440
	19.00	30	90
5. II.	12.00	65	1520
6. II.	12.00	75	3560
	19.00	75	1380
7. II.	12.00	50	1880
9. II.	12.00	60	1660

Tych kilka przytoczonych wyników orientuje nas w rozmiarach ilości rozpuszczonych węglanów unoszonych z gleb lessowych. 140 lub 183,7 mg CaCO_3 na litr wody spływającej ze zlewni lessowej to duża ilość, zwłaszcza kiedy zważy się, że spływ zarówno w jednym jak i w drugim wypadku był gwałtowny, a więc płynęły duże ilości wody powodując tym samym rozcieńczenie roztworów chemicznych. Należy również pamiętać, że nie cały teren gleb wykształconych z lessów jest od powierzchni węglanowy a przeciwnie, tylko fragmenty stoków przysparzają tego składnika wodzie spływającej po powierzchni (rys. 12).

Wyniki przedstawione w tabelach 8—10 stanowią również materiał dowodowy na istnienie rozpuszczającego działania wody w stosunku do węglanu wapnia zawartego w masie gleby lessowej. Liczby tu zestawione są stosunkowo niskie, ale w okresie roztopów wiosennych pewne ilości wody z tającego śniegu spływają początkowo prawie czyste bez

¹⁴ Próbkę tę dostarczył mi łaskawie mgr S. Przemyski.

¹⁵ Próbki wody oraz wyniki suchej pozostałości udostępnił mi mgr Z. Mazur wykonujący na terenie Elizówki badania erozji lessów.

zawiesiny i roztworów. Porywanie cząstek glebowych i ewentualne rozpuszczenie związków chemicznych w tej glebie zawartych rozpoczyna się dopiero z chwilą dojścia procesu tajania do powierzchni gleby.

Zagadnienie powierzchniowego wypłukiwania węglanu wapnia z gleb lessowych możnaby streścić w sposób poniższy. Woda z opadów atmosferycznych, dostając się do gleby lessowej powoduje jej rozmakanie w części powierzchniowej. Podczas gwałtowniejszych opadów następuje mechaniczne niszczenie na powierzchni układu agregatów glebowych. Następnie agregaty lub cząstki glebowe porywane są przez wodę i przetwarzane w postaci zawiesiny wzdłuż stoku. W czasie transportu następuje niszczenie pierwotnego układu masy glebowej, zachodzi tu proces o charakterze fizycznym, a równocześnie chemicznym, gdyż woda bogata w CO_2 zdolna jest rozpuszczać związki chemiczne, a przy tym i interesujący nas szczególnie węglan wapnia. Pod wpływem tych procesów masa glebowa dzieli się na balast glebowy, który częściowo odkładany jest wzdłuż zbocza, oraz roztwory unoszone przez wody ku niższym partiom zlewni.

Podobnie przebiega to zjawisko wiosną w czasie roztopów kiedy gleba jest zamarznięta, a pod wpływem ocieplenia zaczynają powierzchniowe części gleby rozmarzać. Na powierzchni tworzy się półpłynna masa, która na stokach bardziej stromych spływa, bowiem gleba w tym okresie wykazuje małą zdolność retencyjną (69).

4. Dynamika węglanów w wodach rzek Lubelszczyzny

Dla otrzymania pełniejszego obrazu wpływu dorzecza na zawartość CaCO_3 w wodach rzecznych przystąpiono do badań dynamiki tego związku w rzekach (89).

W roku 1955 oznaczano zawartość CaCO_3 w wodach Lubelszczyzny w pięciu stałych punktach.

W rzece Bystrzycy powyżej Lublina (Wrotków) codziennie od kwietnia do października.

W rzece Huczwie powyżej Werbkowic od 23 marca do 2 listopada. W okresie roztopów codziennie, a potem co tydzień.

W rzece Uherce powyżej Chełma (Pokrówka) co tydzień (od kwietnia do lipca włącznie).

W rzece Łabuńce powyżej Zamościa (Łabuńki) co tydzień, a następnie co dwa tygodnie.

W jednym ze źródeł rzeki Łabuńki (Łabunie) co tydzień (od kwietnia do końca czerwca).

W roku 1956 od marca do października badano dynamikę zawartości CaCO_3 codziennie w rzece Bystrzycy powyżej Lublina (Wrotków), oraz w Huczwie powyżej Werbkowic (rys. 14). Punkty badań uwidocznione są na mapie węglanów (rys. 11).

Chodziło o stwierdzenie rozmiarów zmian zawartości węglanu wapnia w rzekach i wpływu na te zmiany opadów atmosferycznych.

Dane opadowe ze stacji ombrometrycznych leżących na terenie interesujących nas dorzeczy uzyskano z PIHM (stacje opadowe naniesiono na mapę węglanów, rys. 11). Poza tym wykorzystano prowadzone w Werbkowicach notowania stanu wody w Huczwie. Uzyskane dane naniesione zostały na wykresy. Ze względu na oszczędność miejsca przytoczę tylko dane z badań dynamiki zawartości węglanu wapnia w rzece Huczwie w roku 1956.

Próbki wody pobierane były w Werbkowicach podobnie jak w roku 1955 około 350 m powyżej mostu kolejowego, przy moście gospodarczym Zakładu Naukowo-Badawczego I.U.N.G. Rysunek 14 przedstawia wykres krzywej zawartości CaCO_3 . Na rysunku tym zilustrowano również krzywą wahań poziomu wody według codziennych odczytów na wodowskazie. Dla ułatwienia komentowania dwu wymienionych krzywych, na rysunku tym zestawiono wykres opadów ze wszystkich czynnych stacji ombrometrycznych PIHM znajdujących się na terenie interesującej nas części dorzecza Huczwy, lub też w bezpośredniej jego bliskości.

W dniu 21 marca 1956 roku wzięto próbkę wody spod lodu, stwierdzając wysoką zawartość 385 mg CaCO_3 w litrze wody. Można próbować tłumaczyć taki stan zawartości węglanu wapnia wzrostem stężenia m. in. tego związku na skutek wykrystalizowania lodu (75).

Krzywa zawartości węglanu wapnia od 105 mg/l w krytycznym momencie spływu wód śniegowych w dniach 1—3 kwietnia szybko wzrasta przekraczając około 15 kwietnia 300 mg/l. W ciągu następnych 6 tygodni krzywa ulega znacznym ostrym wahaniom, dwukrotnie schodząc do 290 mg/l, ale również dwukrotnie przekraczając 350 mg/l. W ciągu czerwca zaznacza się powolna tendencja do spadku krzywej, która załamuje się nagle 20 czerwca osiągając 25—26 czerwca minimum wynoszące 185 mg/l CaCO_3 , by równie gwałtownie piąć się ku górze osiągając, po pewnym załamaniu, punkt wierzchołkowy w tym sezonie 390 mg CaCO_3 w litrze wody. Wysoka koncentracja węglanu wapnia w wodzie Huczwy utrzymuje się kilka dni, załamując się dwukrotnie. W dniach 22—24 lipca obserwujemy stan 280 mg/l, po czym krzywa wznosi się szybko ku górze, przekraczając 350 mg/l, utrzymuje się kilka dni w granicach 350—365. W ciągu sierpnia i w początkach września zawartość węglanu zmniejsza się stopniowo.

Krzywa wykreślona na podstawie odczytów wodowskazu podobnie jak w roku poprzednim waha się w zależności od nasilenia spływu wód z dorzecza wywołanego opadami atmosferycznymi. Daje się zauważyć, że krzywa ta, biorąc pod uwagę najogólniejszy zarys, ma kształt zbliżony do swej odpowiedniczki z roku 1955. Z tą różnicą, że maksimum wiosenne było o 60 cm wyższe w roku 1956, natomiast analogiczne do poprzednich dwa letnie wierzchołki krzywej są niższe, jeden o 20 a drugi o 60 cm. Wiąże się to wyraźnie z mniejszą ilością opadów podczas lata 1956 w stosunku do poprzedniego.

Analiza wykresów z dwu lat badań wskazuje na pewne zależności. Przede wszystkim stwierdzić można wyraźny wpływ opadów na wahaniami poziomu wody w rzece. Widać również odwrotną zależność między krzywą zawartości CaCO_3 , a krzywą poziomu wody. To znaczy, gdy poziom wody w rzece wzrasta to koncentracja CaCO_3 maleje i odwrotnie, w miarę obniżania się poziomu wody w rzece wzrasta koncentracja CaCO_3 . Jednym słowem wydawać by się mogło, że istnieje ujemny wpływ opadów na zawartość CaCO_3 w wodach rzecznych. Byłoby jednak zbyt prostym uproszczeniem absolutyzowanie tego twierdzenia. Tu zaznaczają się pewne tendencje, które każą sięgać do skreślonej w poprzednim rozdziale hipotezy. Otóż intensywne opady w okresie letnim powodują z jednej strony uwolnienie dużej ilości CaCO_3 ze zlewni i doprowadzenie ich do rzeki, a z drugiej strony równocześnie zamaskowanie tego faktu przez rozcieńczenie koncentracji wymienionego składnika powodowane spływem dużej masy wód. Jednak wnikliwie śledząc przebieg krzywych w porze letniej widzimy, że z chwilą ustania okresu deszczowego zaczyna spadać poziom wód, skacze natomiast ostro do góry krzywa koncentracji CaCO_3 , osiągając w okresie szczytu letniego poziom przewyższający koncentrację z okresu poprzedzającego opady.

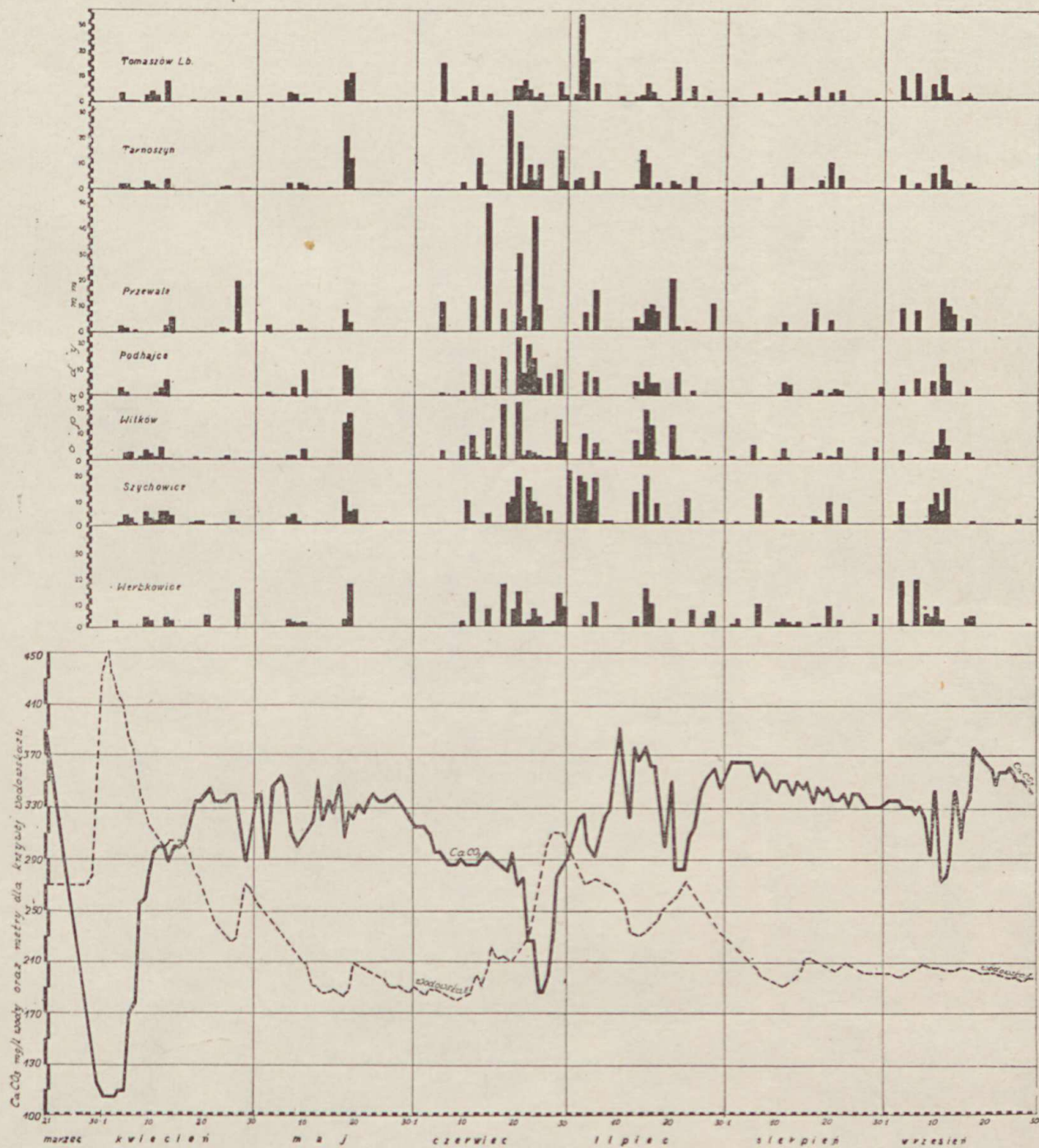
Na uwagę zasługuje również fakt, że Huczwa przeżywa swe maksimum koncentracji węglanu wapnia w okresie, gdy wody jej zaczynają powracać do koryta po letnich wylewach. Opadając pozostawiają na całej powierzchni doliny osad zawierający znaczne ilości węglanu wapnia wytrąconego po odparowaniu wody.

III. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ WŁASNYCH

1. Geneza namuleń węglanowych

Wysunięta we wstępie hipoteza robocza upraszczała zbyt prostym zagadnienie pochodzenia węglanów, oraz sposobu ich namulania.

Przeprowadzone badania wskazują, że gleby błotne węglanowe w dolinach rzecznych Lubelszczyzny nie są związane wyłącznie z występo-



Rys. 14. Dynamika CaCO_3 w rzece Huczwie w r. 1956 na tle opadów atmosferycznych w dorzeczu oraz odczytów wodowskazu

Saturnin Zawadzki

waniem rędzin kredowych w dorzeczu, jak to dotychczas przypuszczano (9, 49, 93), ale spotykamy je także i to często wśród lessów całkowitych.

Rozmieszczenie zawartości węglanu wapnia w wodach rzek Lubelszczyzny wskazuje na najwyższe stężenie wymienionego związku na obszarze dorzeczy o przewodze gleb wytworzonych z lessów całkowitych. Pozwala to sądzić, że z lessów węglan wapnia jest łatwiej wypłukiwany aniżeli z rędzin. Wyjaśnienie tego zagadnienia znajdujemy u Wignera (52 s. 344), który mówi, że w glebach bogatych w węglan wapniowy ustala się pewien stan równowagi między kwasem węglowym, a węglanem wapnia. Stąd też rozpuszczające działanie wody bogatej w CO_2 , na przykład deszczowej, w rędzinach jest niwelowane przez nadmiar węglanu wapnia. W świetle powyższego stwierdzenia bardziej zrozumiałe wydają się niskie wyniki zawartości CaCO_3 w wodach Nysy Kłodzkiej, wypływającej z utworów kredowych, otrzymane przez K. Stangenberga (75).. W lessach natomiast przy małej zawartości CaCO_3 woda zasobna w CO_2 szybko uzyskuje przewagę w reakcji chemicznej, dając w rezultacie wyższy efekt w porównaniu z rędzinami. Pewną rolę odgrywać może również struktura petrograficzna skał macierzystych. Struktura lessów jest wybitnie podatna na rozmywanie, na co zwraca się uwagę w literaturze (15, 41, 42, 68, 92).

Porównanie wyników zawartości węglanu wapnia w wodach spływających z obszarów lessowych w okresach roztopów wiosennych (tab. 8—10), czy też podczas intensywnych opadów deszczowych, z wynikami zawartości tego związku w wodzie rzeki w tej samej zlewni, pozwala sądzić, że powierzchniowe spłukiwanie rozpuszczonych soli nie jest jedyną i najważniejszą drogą wzbogacenia wód rzecznych w węglan wapnia.

W porze letniej, z chwilą ustania okresu deszczowego, zaczyna spadać poziom wód w rzece, skacze natomiast ostro do góry krzywa koncentracji CaCO_3 w tych wodach, osiągając w punkcie szczytu letniego poziom przewyższający koncentrację z okresu poprzedzającego opady (rys. 14). Nasuwa się więc przypuszczenie, że wody deszczowe (poza wpływem powierzchniowym) przesiakające przez profil lessowy uruchamiając węglan wapnia przysparzają go wodom wgłębnym, które z kolei zasilają źródła i wysięki znajdujące ujście do rzeki. Poparcie tego przypuszczenia znaleźć można w twierdzeniu A. Malickiego (41) o wypłukiwaniu przez wody deszczowe węglanu wapnia z pokładu lessowego, oraz H. Maruszczaka (42) o suffozji chemicznej w lessach.

Najprawdopodobniej suffozja chemiczna w lessach odgrywa kapitalną rolę przy wzbogacaniu wód rzecznych w węglan wapniowy, dlatego sądzę, że na ten proces warto zwrócić baczniejszą uwagę.

Kształtowanie się namułu węglanowego w profilu gleby błotnej zdaniem autora może przebiegać w dwojaki sposób:

- a) przez wytrącanie się węglanu wapnia,
- b) przez mechaniczne namulenie masy węglanowej.

a) Kwaśny węglan wapnia zawarty w formie roztworu w wodach zalewających dolinę rzeczną wytrąca się w formie CaCO_3 z chwilą odparowania wody. Dlatego zwykle po opadnięciu wielkich wód bogatych w węglan wapnia roślinność pokryta bywa białym lub szarym nalotem reagującym z HCl (fot. 8). Biały osad zebrany z roślin przybrzeżnych nad Huczwą w dniu 5 maja 1954 zawierał 15% CaCO_3 . Oglądany pod powiększeniem 85-krotnym wykazywał budowę igielkową.

Szczególnie jaskrawo zaznacza się wytrącanie węglanu wapnia w miejscach zastoiskowych, w każdym drobnym nawet zakłębnięciu, gdzie woda pozostawia cały swój zapas węglanu wapnia.

W zakłębnięciach, w których woda pozostająca po wylewie, podparta jest przez wodę gruntowo-glebową i stagnuje w ciągu dłuższego okresu, szybko zostaje pokryta kożuchem glonów, wśród których pojawiają się nieprzeliczone ilości drobnutkich muszelek tworzących niekiedy zwarte kolonie. Po odparowaniu wody na dnie zagłębienia pozostaje łatwo oddzielający się gęsty kożuch, posiadający po wyschnięciu konsystencję wojłkową. Masa glonów pokryta intensywnie bezpostaciowym pyłem węglanowym inkrustowana jest drobnymi szkielecikami mięczaków, które zamierają pozbawione wilgoci. Fotografia 9 przedstawia taki kożuch gałęzatk (*Cladofora*) w jednym z zagłębień na terenie doliny Huczwy pod Werbkowicami.

Masa organiczna węglanowego kożucha glonów bardzo łatwo ulega rozkładowi, tracąc budowę przypominającą sprasowaną watę lub wojłok. Przybiera natomiast na wilgotno formę pasty (kremu), a na sucho przypomina łądząco purchawkę.

Niekiedy w ciągu lata następuje kilkakrotne znaczne podniesienie się poziomu wód ponad powierzchnią torfowiska z dłuższymi przerwami, jak to miało miejsce m. in. w 1955 roku na terenie wielu dolin Wyżyny Lubelskiej. Wówczas rozwijające się w zagłębieniach liczne kolonie muszelek wraz z kożuchami glonów podczas kolejnego podniesienia się poziomu wody w dolinie transportowane są w inne miejsca i osadzone gniazdowo na powierzchni, często przy wystających wyższych fragmentach gleb doliny, w postaci zwojów masy organiczno-węglanowej.

W rozdziale o charakterystyce gleb błotnych wspomniałem, że powierzchniowe warstwy profilów gleb murszowych wykazują stosunkowo wyższą zawartość CaCO_3 w porównaniu z zalegającymi poniżej warstwami.

Zjawisko to wiąże się, moim zdaniem z obniżeniem poziomu wód gruntowo-glebowych. Dawniej, gdy w większości dolin rzecznych panował proces torfotwórczy, wielkie wody, nawet zasobne w węglan wapnia, nie pozostawiały go w całości na powierzchni torfowiska stale podtopionego. W wypadkach kiedy dochodziło do wahań lustra wody poniżej powierzchni i wytrącał się węglan wapnia, to był on równomierniej rozmieszczany wskutek ciągłego równoległego narastania masy torfowej. Grubsze wkładki namulów węglanowych, spotykane w głębszych partiach profilów torfowych, tworzyły się na ówczesnych obrzeżeniach torfowiska, w miejscach gdzie były warunki do wytrącania się wymienionego związku. Wkładki namulów węglanowych spotykane niekiedy w profilach gleb torfowych na większych fragmentach doliny świadczyć mogą o pewnych zakłóceniach natury hydrologicznej w dolinie.

Obecnie proces wzrostu torfowisk w większości interesujących nas dolin jest zahamowany. Po każdorazowym wylewie na murszejące powierzchnie torfowisk wody bogatej w roztwór dwuwęglanu wapnia, obserwuje się po spłynięciu nadmiaru wody, częściowo jej wsiąkanie, reszta zaś odparowuje, pozostawiając osad CaCO_3 . Następuje w opisany sposób nieustanne wzbogacanie w ten związek powierzchniowych fragmentów gleb.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że woda z łatwością przesącza się przez warstwy murszowe, posiadające agregatową budowę. Zwilżone powierzchnie agregatów wysychając wzbogacają się w węglan wapnia. Przyczynia się to wybitnie do zwiększenia hydrofobowości tych warstw. W tym też tkwi prawdopodobnie jedna z przyczyn, że gleby murszowe węglanowe są trudniejsze do zagospodarowania od swych bezwęglanowych analogów.

b) Kiedy gleby torfowe stykają się bezpośrednio z rędzinami może mieć miejsce przemieszczanie się masy glebowej (rędzinowej) na powierzchnie torfów. Kształtują się wówczas gleby mułowo-torfowe węglanowe jak np. w wypadku profilu L. 205.

Wartość użytkowa takich gleb uzależniona jest w dużym stopniu od miąższości warstwy namulonej, oraz składu mechanicznego tego namułu.

Należy sądzić, że tego rodzaju namuły pochodzenia deluwialnego z rędzin, będą mniej groźne od namulów powstających drogą wytrącania się CaCO_3 z roztworów. W niektórych wypadkach wody bogate w węglan wapniowy spływający ze zlewni lessowych, podczas wysokich stanów osadzają na terenach torfowych niezależnie od wytrącanego CaCO_3 również mineralny materiał pylasty. Zjawisko takie jest korzystniejsze od samego wytrącania się węglanu wapnia z wody czystej.

2. Zmiany strukturalne w odwadnianych warstwach torfowych

Przeprowadzone obserwacje terenowe poparte badaniami laboratoryjnymi pozwalają na stwierdzenie, że charakterystyczna „poligonalna” mikrorzeźba odwadnianych torfowisk jest związana z procesem murszotwórczym.

Nazwa tej mikrorzeźby zaczerpnięta z literatury geograficznej ma, moim zdaniem, uzasadnienie w podobieństwie genetycznym do „gleb poligonalnych” obszarów polarnych, a nie tylko fizjonomicznym jak to można sądzić z wypowiedzi A. J a h n a (28). Wychodzę przy tym z założenia, że mróz (zamarzanie i rozmarzanie) w klimacie polarnym jest tylko bodźcem, podobnie jak mróz lub woda (wysychanie i nawilgacanie) może być bodźcem w naszym klimacie. Przyczyną wywoływaną przez te bodźce w obu wymienionych klimatach jest „pulsowanie” warstw gleby (nieustabilizowane zmiany między innymi objętościowe). Skutkiem natomiast jest powstawanie „poligonów”.

a. Próba wyjaśnienia mechanizmu procesu murszenia (rys. 15).

F a z a I. Z chwilą obniżenia poziomu wody gruntowej w profilu torfowym następuje obsychanie powierzchniowych warstw. Zachwiany zostaje naturalny stosunek faz: stałej płynnej i gazowej. Miejsce wody w przestworach zajmuje powietrze, co sprzyja z kolei kurczeniu się masy torfowej. W wypadku daleko posuniętego obsychania powierzchnia torfu pokrywa się siecią charakterystycznych spękań (fot. 2, 3, 4), tworząc „poligonalną” mikrorzeźbę.

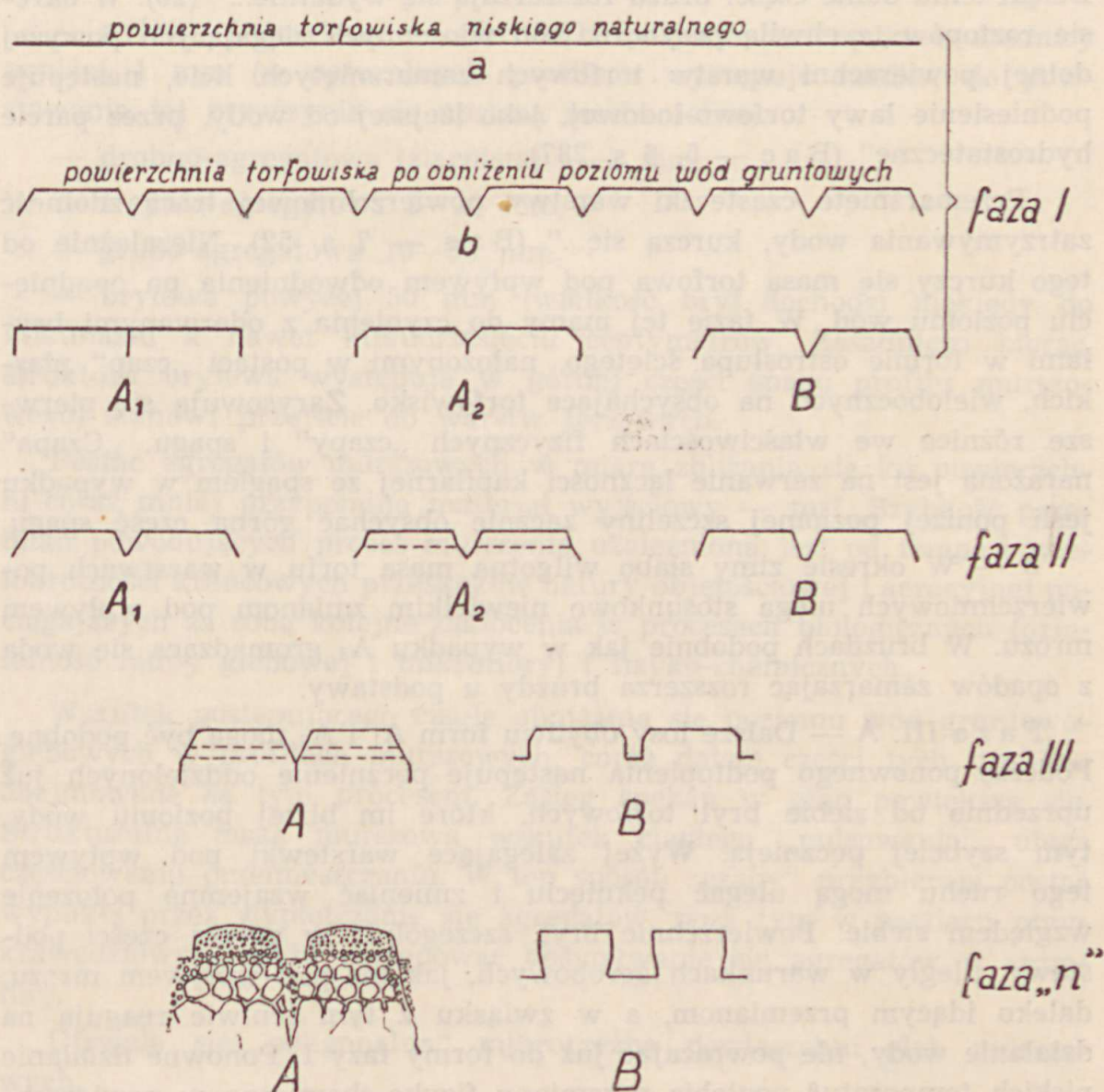
Wystawienie na działanie tlenu masy torfowej przystosowanej do warunków anaerobowych, pociąga za sobą denaturację koloidów organicznych. Równocześnie w warunkach aerobowych równowaga mikrobiologiczna przesuwana się na korzyść tlenowców, których działalność przyczynia się do szybkiego rozkładu masy organicznej.

Zakończenie fazy I może mieć trzy warianty:

A₁ — W wypadku podtopienia obsuszonego poziomu następuje pęcznienie skurczonej masy torfowej, szczeliny zasklepiają się. Pozornie torf powraca do stanu wyjściowego. Przyległe ponownie do siebie powierzchnie wzdłuż płaszczyzn spękań nie mogą jednak na nowo nawiązać włóknistej łączności strukturalnej, pomimo, że niekiedy są zszywane wtórnie korzonkami roślin.

A₂ — Poziom wody gruntowej podchodzi bliżej powierzchni następuje częściowe podtopienie. Szczeliny w dolnej części schodzą się (zachowując odrębność strukturalną jak w A₁), w górnej części rozwarcie pozostaje bez większych zmian.

B — Poziom wody gruntowej trwale obniżony, podtopienie nie następuje. Masa torfowa skurczywszy się nie powraca do wyjściowej objętości.



Rys. 15. Schematyczne ujęcie mechanizmu powstawania „poligonalnej” mikrorzeźby torfowiska

Faza II. A_1 Pod wpływem zamarzania zachowuje się jak w naturalnym torfowisku nieodwodnionym.

W okresie suszy przy obniżeniu poziomu wody gruntowej ulega ponownemu skurczeniu, szczeliny tworzą się wzdłuż starych śladów.

Przy ponownym podtopieniu całkowitym może się zachować jak w końcowej części fazy I A_1 , lub jeśli podtopienie jest częściowe jak w fazie I A_2 .

A₂ — Pod wpływem mrozu woda wykrystalizowuje, tworzy warstewki lodu, rozdzielając poziomo masę torfową. Pozatym „w bruzdach zbiera się w jesieni woda, która w początkach zimy zamarza. Dzięki temu dolne części bruzd rozszerzają się wydatnie...” (28). W okresie roztopów „z chwilą przyboru wód wiosennych sięgających powyżej dolnej powierzchni warstw torfowych zamarzniętych licie, następuje podniesienie ławy torfowo-lodowej, jako lżejszej od wody, przez parcie hydrostatyczne” (B a c — 5, 6 s. 237).

„Przemarznięte cząsteczki warstwy powierzchniowej tracą zdolność zatrzymywania wody, kurczą się...” (B a c — 7 s. 52). Niezależnie od tego kurczy się masa torfowa pod wpływem odwodnienia po opadnięciu poziomu wód. W fazie tej mamy do czynienia z oderwanymi bryłami w formie ostrosłupa ściętego, nałożonymi w postaci „czap” płaskich, wielobocznych na obsychające torfowisko. Zarysowują się pierwsze różnice we właściwościach fizycznych „czapy” i spągu. „Czapa” narażona jest na zerwanie łączności kapilarnej ze spągami w wypadku jeśli poniżej poziomej szczeliny zaczną obsychać górna część spągu.

B — W okresie zimy słabo wilgotna masa torfu w warstwach powierzchniowych ulega stosunkowo niewielkim zmianom pod wpływem mrozu. W bruzdach podobnie jak w wypadku A₂ gromadząca się woda z opadów zamarzając rozszerza bruzdy u podstawy.

F a z a III. A — Dalsze losy obydwu form A₁ i A₂ mogą być podobne. Podczas ponownego podtopienia następuje pęcznienie oddzielonych już uprzednio od siebie brył torfowych, które im bliżej poziomu wody, tym szybciej pęcznieją. Wyżej zalegające warstewki pod wpływem tego ruchu mogą ulegać pęknięciu i zmieniać wzajemne położenie względem siebie. Powierzchnie brył, szczególnie w górnej części podstawy, uległy w warunkach aerobowych, jak też pod wpływem mrozu, daleko idącym przemianom, a w związku z tym leniwie reagują na działanie wody, nie powracając już do formy fazy I. Ponowne działanie niskich temperatur pogłębia przemiany fizyko-chemiczne w powierzchniowych warstwach murszejącego już torfu.

B — Brak wahań poziomu wód dochodzących do powierzchni powoduje zakonserwowanie się form poligonalnych powstałych w I fazie.

Następuje dalsze poszerzanie się szczelin, przybierających formy, bruzd, o spłaszczonych dnach kosztem objętości „czap”. Przyczynia się do tego działanie wspomnianego już wyżej lodu, jak też wydeptywanie pasących się zwierząt.

F a z a „N” A — Drogą ciągłych zmian objętościowych wywołanych współdziałaniem wpływów termicznych (zamarzanie i tajanie) i wilgotnościowych następuje nieustanne mechaniczne rozdrabnianie

masy torfowej. Doprowadza to w typowych profilach murszowych wykształconych z utworów torfowych do powstawania charakterystycznych struktur warstw murszowych, które nazwałbym idąc od góry ku dołowi:

— pyłowa (rozpylona) — forma bezpostaciowa, cząstki o średnicy poniżej 1 mm (w naturalnych profilach występuje rzadko, do powstawania jej przyczynia się uprawa mechaniczna).

— drobno-agregatowa (ziarnista) 1—3 mm,

— średnio-agregatowa 3—10 mm,

— grubo-agregatowa 10—50 mm,

— bryłowa powyżej 50 mm (wielkość brył dochodzi niekiedy do kilkunastu a nawet kilkudziesięciu centymetrów. Zasadniczo biorąc, struktura bryłowa występuje w górnej części spągu profilu murszowego) stanowi przejście do warstw torfowych.

Postać agregatów murszowych w miarę zbliżania się ku powierzchni coraz mniej przypomina materiał wyjściowy — torf. Szybkość przemian powodujących proces murszenia uzależniona jest od tempa i wielokrotności krańcowych przeskoków natury objętościowej i aeracyjnej pociągających za sobą kolejne zakłócenia w procesach biologicznych (działalność fauny glebowej i mikroflory) i fizyko-chemicznych.

Wskutek postępującego ciągle obniżania się poziomu wód gruntowo-glebowych w profilach murszowych, coraz dalsze części tych profili obejmowane są tym procesem. Zasięg spękań w głąb powiększa się. Strukturalna masa murszowa wskutek ciągłego „pulsowania“, ulega częściowemu przemieszczaniu. W ten sposób „czapy“ przybierają postać wypukłą przez wypiętrzanie się agregatów, poza tym w partiach przykrawędziowych może następować obsypywanie się agregatów w szczeliny.

Utrwała się „poligonalna“ mikrorzeźba powierzchni gleb murszowych.

B — Masa torfowa skurczona w fazie I nie ulega większym zmianom objętościowym (poza niewielkimi wahaniami, wywoływanymi uwilgotnieniem pochodzącym z opadów atmosferycznych), ponieważ poziom wód gruntowych nie zbliża się zbyt ku powierzchni. Rozdrabnianie osuszonej, skurczonej masy torfowej następuje w minimalnym stopniu i to tylko w najbardziej zewnętrznych częściach „czap“. Zasadniczy miąż „czap“ pozostaje w stanie niezmienionym, przybiera strukturę „wojłokową“, lub „słomiastą“ (w wypadku słabo rozłożonego torfu). Objętość „czap“ z czasem zmniejsza się, przybierają one postać graniastosłupów, powiększają się natomiast przestrzenie bruzd (fot. 10).

Uprawa mechaniczna niszczy mikrorzeźbę poligonalną. Należy jednak zaznaczyć, że po upływie pewnego czasu (kilka miesięcy) zaznaczają się ponownie tendencje do regeneracji pierwotnej rzeźby. Przyczyna tego zjawiska leży w tym, że uprawa mechaniczna wyrównuje teren tylko w powierzchniowej partii profilu glebowego, a tymczasem zmiany strukturalne następują często w całym profilu.

Najszybciej mikrorzeźba poligonalna uzewnętrznia się na terenach pastwiskowych. Pasące się zwierzęta są czynnikiem jakby „retuszującym“ mikrorzeźbę powierzchni.

W terenie spotykałem najczęściej gleby murszowe typu „A“, większość przytoczonych w niniejszej rozprawie profilów gleb murszowych węglanowych jak i mułowo-torfowych węglanowych charakteryzowała się tego typu mikrorzeźbą.

Rzadziej spotyka się typ „B“, bowiem rzadziej występują stosunki hydrologiczne warunkujące jego genezę,

Uwagi dotyczące mechanizmu murszenia mają charakter uogólnienia, dlatego też odnosić się mogą zarówno do gleb murszowych wykształconych z utworów torfowych bezwęglanowych jak i węglanowych. Należy jednak podkreślić, że zawartość węglanu wapnia wpływa na jaskrawszy przebieg tego procesu. Tworzące się w wyniku murszenia agregaty, inkrustowane następnie węglanem wapnia odznaczają się większą hydrofobowością (14, 21, 22, 58, 59).

Aby nie zaciemniać obrazu, nie wprowadzam przy omawianiu mechanizmu murszenia zagadnienia stopnia rozkładu torfu oraz intensywności namulenia.

Masa torfowa ulegając procesowi murszenia zmienia swą postać, a w związku z tym i właściwości zarówno chemiczne, biologiczne (fauna, mikroflora), jak i fizyczne. Między innymi zdolność retencyjna maleje w miarę przechodzenia torfu kolejno w stadium struktury bryłowej, grubo- i średnio agregatowej, by znów wzrastać przy drobnoagregatowej i pylastej.

IV. WNIOSKI

Przeprowadzone wieloletnie badania i obserwacje genezy i ewolucji gleb błotnych węglanowych Lubelszczyzny pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Na czoło wysuwają się tu dwa zasadnicze, splatające się ze sobą procesy:

- a) wzbogacanie się w węglan wapniowy powierzchniowych warstw gleb błotnych podczas zalewów rzecznych,
- b) murszenie gleb torfowych, związane z kurczeniem się ich objętości i zmianami fizyko-chemicznym materii organicznej..

2. Stwierdzono występowanie stałej zależności między przestrzennym rozmieszczeniem gleb błotnych węglanowych, a zawartością węglanu wapnia w wodach rzek Lubelszczyzny. Ustalono przy tym, że wody rzeczne wymienionego obszaru zawierające ponad 200 mg/l CaCO_3 stwarzają dogodne warunki do powstawania w swych dolinach namuleń węglanowych w profilach gleb błotnych.

3. Stwierdzono występowanie zależności pomiędzy zawartością węglanu wapnia w wodach sieci rzecznej Lubelszczyzny, a budową geologiczno-glebową i ukształtowaniem powierzchni dorzeczy. Na badanym obszarze rzeki zbierające wody z dorzeczy wyższielonych w przewodzie glebami wytworzonymi z lessów całkowitych unoszą najwyższe ilości węglanu wapnia (kwaśnego).

4. Namulenia węglanu wapnia w glebach błotnych Lubelszczyzny pochodzą w przytłaczającej większości z wytrącenia się wymienionego związku z roztworu unoszonego przez wody. W nielicznych natomiast przypadkach powstają one z przemieszczonego materiału mineralnego zasobnego w CaCO_3 bezpośrednio z otaczających zboczy.

5. Gleby mułowo-torfowe w dolinach rzecznych przechodzą obecnie, wskutek obniżenia się poziomu wód, głębokie przemiany ewolucyjne tracąc charakter gleb typu błotnego, które z czasem doprowadzają do zakwalifikowania ich w poczet mad, ewentualnie w pewnych przypadkach do czarnych ziem na podłożu torfowym.

6. Obniżenie poziomu wód w torfowisku przerywa proces torfotwórczy, a uaktywnia proces murszotwórczy. Szybkość postępowania procesu murszenia uzależniona jest od tempa i wielokrotności krańcowych przeskoków natury objętościowej i aeracyjnej (pulsowanie masy torfowej), pociągających za sobą kolejne zakłócenia w procesach biologicznych i fizyko-chemicznych. Jednym z pierwszych zewnętrznych efektów, ciągłych nieustabilizowanych zmian zachodzących w trakcie procesu murszenia jest pojawienie się „poligonalnej” mikrorzeźby powierzchni torfowiska.

7. Wytwarzanie się na murszejącym torfowisku mikrorzeźby „poligonalnej” wywołuje zróżnicowanie warunków ekologicznych, które się uzewnętrzniają w zróżnicowaniu porostu roślinnego, zróżnicowaniu gleby, a prawdopodobnie wywołuje zróżnicowanie mikroklimatu. W świetle analizy procesów zachodzących w glebach murszowych węglanowych, „poligonalna” mikrorzeźba tych gleb jest fizjonomią głęboko zmienionych stosunków ekologicznych. Jest ona syntezą zaburzeń zachodzących w całym profilu gleby. Roślinność porastająca te gleby nie może przystosować się do nieustannego pulsowania gleb murszowych węglanowych, które są ogromnie wrażliwe na przebieg pogody.

8. Murszenie powierzchniowych warstw torfowych wyścielających doliny rzeczne z jednej strony i wzrastająca obecnie amplituda wahań poziomu wód w tych dolinach z drugiej, przy obecności wód mocno węglanowych powoduje przyspieszony proces wzbogacania tych warstw w węglan wapniowy.

PISMIENNICTWO

1. Bac S.: Osiadanie torfowiska Dublańskiego pod wpływem odwodnienia. *Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych*, t. XXIII, 1, Poznań 1930.
2. Bac S.: Zasady projektowania śluz drewnianych na torfowiskach głębokich. Postęp prac przy melioracji Polesia. Brześć n/Bugiem 1933.
3. Bac S.: O niektórych zmianach w torfowiskach niskich powstałych wskutek osuszenia i nawodnienia. „Inżynieria Rolna”, Warszawa 1932; nr 2—3.
4. Bac S.: Ruchy warstw gleby wskutek zamarzania i rozmarzania. *Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych*, t. XXXIII, Poznań 1934.
5. Bac S.: Obserwacje zimowe na torfowisku Czemerne. *Wiadomości Meteorologiczne i Hydrologiczne*, Warszawa 1935; nr 4—6.
6. Bac S.: Ruchy gleby pod wpływem zamarzania i rozmarzania. Cz. II. Materiały do poznania gleb polskich, t. 4, Puławy 1938.
7. Bac S.: Ruchy warstw gleby wskutek zamarzania i tajania. *Wiadomości Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej*, t. II, z. 1, Warszawa 1950.
8. Bac S.: Myśli przewodnie dotyczące nawodnień łąk i pastwisk. *Postępy Wiedzy Rolniczej, PWRiL*, z. 2, Warszawa 1952.
9. Bury-Zaleska J., Dobrzański B., Malicki A., Ziemnicki S.: Ekspertyza przedmelioracyjna woj. lubelskiego. Maszynopis, 1949—50.
10. Bury-Zaleska J.: Ekspertyzy przedmelioracyjne. *Biuletyn CIR*, Warszawa 1952; nr 1 (3).
11. Bury-Zaleska J., Sławikowski E., Ładomirska A.: Problematyka badań i wstępne prace badawcze rolniczo melioracyjne na polu przeciwoerozyjnym Zakładu Doświadczalnego w Werbkowicach. *Roczniki Nauk Rolniczych*, t. 71, seria F, z. 1, r. 1955.
12. Chałubińska A. i Wilgat T.: Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. *Przewodnik V Ogólnopolskiego Zjazdu P.T.G.*, Lublin 1954.
13. Chepil W. S.: Factors that Influence Clod Structure and Erodibility of Soils by Wind. III. *Calcium carbonate* and Decomposed Organic Matter. *Soil Sci.*, t. 77, r. 1954; s. 473—480.
14. Chudecki Z.: Próba oceny wpływu erozji gleb na straty składników pokarmowych roślin w terenie lessowym. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E*, vol. X, 1, Lublin 1955.
15. Dienisow N. J.: *Stroitelnyje svojstva lessa i lessowidnych suglinkow*. Izd. 2, Moskwa 1953.
16. Dobrzański B.: Badania terenowe i laboratoryjne gleb obszaru przeznaczonego pod doświadczenia melioracyjne w Lublinie. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E*, vol. IV, 12, Lublin 1949.
17. Dobrzański B. i Ziemnicki S.: Projekt układu pól erodowanych w Werbkowicach. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E*, vol. VI, 3, Lublin 1951.

18. Dobrzański B., Szember A., Zawadzki S.: Fizyczno-chemiczna i biologiczna charakterystyka niektórych gleb Kotliny Kłodzkiej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. VIII, 9, Lublin 1953.
19. Dobrzański B.: Procesy glebowe a melioracje rolne. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, PWRiL, z. 3, Warszawa 1955.
20. Dobrzański B., Uziak St., Zawadzki S.: Badania gleb, obszaru przeznaczonego do nawodnień wodami ściekowymi miasta Lublina. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XII, 3, Lublin 1953.
21. Ellenberg H.: Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Band II. Wiesen und Weiden und ihre standortliche Bewertung. Stuttgart—Hohenheim 1952.
22. Hagerman T.: Avvattning av kalkbehandlad torv. Bransletekniske Kommit-ten vid Ingeniörs Vetenskaps Akademien, Torvmötet Stockholm Meddeande r. 1941 nr 9.
23. Hohendorf E. i Grabarczyk S.: Zjazd naukowy gleboznawców w Olsztynie. Biuletyn IMUZ, „Gospodarka Wodna”, z. 2, r. 1956.
24. Honczarenko G.: Wpływ poprzedzającej zimy na plonowanie łąki torfowej. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 67, seria A, z. 1, Warszawa 1953.
25. Iwanow K. E.: Gidrologija bołot. Gidrometeorologičeskoe Izdatielstwo, Leningrad 1953.
26. Jahn A.: O niektórych formach gleb strukturalnych Grenlandii Zachodniej. „Przegląd Geograficzny”, t. XX, r. 1946.
27. Jahn A.: Badania nad strukturą i temperaturą gleb w Zachodniej Grenlandii. PAU, Rozprawy Wydz. Mat.-Przyr., t. 72, dz. A (1946), seria III, t. 32, Kraków 1948.
28. Jahn A.: Osobliwe formy poligonalne na łąkach w dolinie Wieprza. Acta Geologica Polonica, vol. I, 2, r. 1950.
29. Jahn A.: Zjawiska krioturbacyjne współczesnej i pleistocenijskiej strefy peryglacjalnej. Acta Geologica Polonica, vol. II, r. 1951.
30. Jahn A.: Wyżyna Lubelska. PWN, Warszawa 1956.
31. Jenny H.: Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology. New York and London 1941.
32. Kulczyński St.: Torfowiska Polesia. T. I, Kraków 1939.
33. Kułakow N. N.: Wwiedienie w fizyku torfa. Gesenergoizdat, Moskwa-Leningrad 1947.
34. Kunsky J.: Zjawiska krasowe. PWN, Warszawa 1956.
35. Lubicz-Niezabitowski E.: Kopce ziemne sypane przez mrówki na pastwiskach Galicji Wschodniej. „Kosmos”, t. 34, r. 1911.
36. Łoziński W.: Mapa gleb województwa tarnopolskiego. Prace rolniczo-leśne, PAU, Kraków 1933, nr 9.
37. Maksimow A., Okruszko H.: Torfowisko Parciaki. Roczniki Gleboznawcze, t. 2, Warszawa 1952.
38. Maksimow A., Okruszko H., Liwski L.: Torfowisko Kuwasy. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 68, seria A, z. 1, Warszawa 1953.
39. Maksimow A., Okruszko H., Liwski S.: Torfowiska biebrzańskie Kuwasy, Modzelówka, Jęgrznia. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 71, Seria A, z. 3, Warszawa 1955.
40. Maksimow A., Okruszko H., Liwski S.: Torfowisko biebrzańskie Brzeziny Cieszewskie. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 72, Seria A, z. 4, Warszawa 1956.

41. Malicki A.: Kras lessowy. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. I, 4, Lublin 1946.
42. Maruszczak H.: Warteby obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. VI, 5, Lublin 1951.
43. Mieczysławski T.: Zarys fizyczno-geograficzny województwa lubelskiego. Odbitka z Monografii statystyczno-gospodarczej województwa lubelskiego, t. I, Lublin 1931.
44. Mieczysławski T.: Böden der Wojewodschaft Lublin. Materiały do poznania gleb polskich, z. 2, Puławy 1932.
45. Mieczysławski T.: Gleby b. terytorium Gdańska. Instytut Bałtycki, Gdańsk—Bydgoszcz—Szczecin 1948.
46. Mitscherlich A.: Bodenkunde für Landwirte, Forstwirte und Gärtner. Berlin—Hamburg 1954.
47. Motyka J., Dobrzański B., Zawadzki S.: Wstępne badania nad łąkami południowo-wschodniej Lubelszczyzny. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. V, 13, Lublin 1950.
48. Motyka J., Zawadzki S.: Badania nad łąkami w dolinie Huczwy koło Werbkowic. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. VIII, 6, Lublin 1953.
49. Motyka J.: Współczesna ekologia roślin a melioracje rolne. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, PWRiL, Warszawa 1956, nr 3.
50. Musierowicz A.: Nawozy mineralne. PIWR, Warszawa 1948.
51. Musierowicz A.: Fizyczne własności gleb. PIWR, Warszawa 1948.
52. Musierowicz A.: Gleboznawstwo ogólne. PWRiL, Warszawa 1951.
53. Musierowicz A.: Gleboznawstwo szczegółowe. Warszawa 1953.
54. Nida S.: Die Rendsinen von Polesie. Materiały do poznania gleb polskich, t. 2, Puławy 1939.
55. Nida S.: Gleby południowego Polesia. Materiały do poznania gleb polskich, t. 5, Puławy 1939.
56. Niewiadomski W.: Tło przyrodnicze ekspertyzy przedmelioracyjnej bagien w dolinie Biebrzy. „Gospodarka Wodna”, z. 7—8, r. 1951.
57. Niewiadomski W.: Wpływ nawożenia mineralnego na glebę torfową i jej plonowanie. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 52, Warszawa 1949.
58. Niklewski B.: Nawożenie roślin na ziemiach polskich. INWRL, Polska, Poznań 1949.
59. Nowak M.: Uwagi o wapnowaniu łąk i pastwisk. Łąka i pastwisko nr 18. Warszawa—Sarny 1939.
60. Nowicka-Jasińska J.: Zagadnienie stopnia rozkładu torfu i metody oznaczania. Prace G. I. T., z. 2, Katowice 1951.
61. Okniński T.: O melioracji użytków zielonych. Postępy Wiedzy Rolniczej, PWRiL, z. 2, Warszawa 1951.
62. Okruszko H.: Zjawisko degradacji torfu na tle rozwoju torfowiska. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, PWRiL, z. 2, Warszawa 1956.
63. Ostromecki J.: O niektórych związkach funkcjonalnych między fizykalnymi własnościami torfu i torfowiska. Rocznik Łąkowy i Torfowy, t. I, r. 1936.
64. Ostromecki J.: Uwagi w sprawie ciężaru objętościowego torfów. „Gospodarka Wodna”, z. 8, r. 1954.
65. Praca zbiorowa: Przyrodniczo-genetyczna klasyfikacja gleb Polski. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 74, seria D, Monografie, Warszawa 1956.

66. Praca zbiorowa: Mapa gleb Polski 1:300 000. Ark. Lublin. (w druku).
67. Praca zbiorowa: Mapa gleb Polski 1:300 000. Ark. Zamość (w druku).
68. Reniger A.: Próba oceny nasilenia i zasięgów potencjalnej erozji gleb w Polsce. Roczniki Nauk Rolniczych, t. LIV, Warszawa 1950.
69. Reniger A.: Wyniki badań materiału unoszonego na Lubelszczyźnie w korycie rzeki Bystrej. „Gospodarka Wodna” r. 1956.
70. Różycki St. Zb.: Przeglądowa mapa geologiczna Polski 1:300 000. Ark. Lublin, D. 5. PIG, Warszawa 1946.
71. Skrinnikowa I. N.: K woprosu ob istorii issledowanija, principach klasifikacji i sistematiki bołotnich poczw SSSR. Poczwowiedienije, r. 1954, nr. 4.
72. Słownik Geograficzny Królestwa Polskiego i innych Krajów Słowiańskich. T. XIII, Warszawa 1893.
73. Stangenberg M.: Studia potamologiczne. I Wieprz. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, t. II, z. 4 i 5, Warszawa 1951.
74. Stangenberg M.: Wartość nawozu wód rzecznych. „Gospodarka Wodna”, z. 6, r. 1952.
75. Stangenberg K.: Skład chemiczny wód rzecznych na Dolnym Śląsku. Kosmos, seria A, Rozprawy, R. LXVI, z. IV, Wrocław 1953.
76. Struszyński M.: Analiza ilościowa i techniczna. T. III, Warszawa 1950.
77. Strzemski M.: Wstęp do gleboznawstwa. PWRiL, Warszawa 1952.
78. Tołpa St.: Przedmelioracyjne studia przyrodnicze w zlewni rzeki Biebrzy i Narwi. „Gospodarka Wodna”, z. 11, r. 1951.
79. Tomaszewski J.: Gleby łąkowe. Puławy 1947.
80. Tomaszewski J.: Tendencje życiowe i właściwości różnych kategorii gleb. Roczniki Gleboznawcze, t. I, Warszawa 1950.
81. Tomaszewski J.: Gleby błotne i środowisko. Roczniki Gleboznawcze, t. V, Warszawa 1956.
82. Trzebiatowski E.: Chemia nieorganiczna. PWN, t. I/II, Warszawa 1954.
83. Turk L., Millar C.: The Effect of Different Plant Materials Lime and Fertilizers on the Accumulation of Soil Organic Matter. J. Amer. Co Agric., r. 1936.
84. Uggle H.: Stosunki glebowe Pojezierza Mazurskiego. Referat na Zjeździe Naukowym P. T. G. w Olsztynie. R. 1955.
85. Uziak St.: Rzekome rędziny kredowe na terenie Roztocza. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. X, 3, Lublin 1956.
86. Walter H.: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I Teil: Standortslehre (Analitisch-ökologische Geobotanik). Stuttgart 1951.
87. Wilenski D. G.: Poczwowiedzenie. Moskwa 1950.
88. Zawadzki S.: Badania szczegółowe torfów w dolinie potoku Łętownia dopływu Wieprza w powiecie krasnostawskim. Lublin 1952 (maszynopis).
89. Zawadzki S.: Dynamika węglanów w wodach Lubelszczyzny. Komunikat. Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego 20—23. IX. 1956. Referaty i komunikaty, Warszawa 1956.
90. Zawadzki S.: Aparat do badań przepuszczalności wodnej gleb. Komunikat. Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego 20—23. IX. 1956. Referaty i Komunikaty, Warszawa 1956.

91. Zawadzki S., Orłowska L.: Materiały z badań terenów zdegradowanych fragmentu doliny Huczwy powyżej Werbkowic. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, PWRL, Warszawa 1956, nr 2/56.
92. Ziemnicki S.: Wstępne badania nad erozją lessów Lubelszczyzny, Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. VIII, 4, Lublin 1954.
93. Ziemnicki S.: Melioracje — czy walka z wodą. „Gospodarka Wodna”, r. 1951, z. 6.
94. Ziemnicki S. i Dobrzański B.: Metoda oznaczania współczynnika przepuszczalności gleb. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. VIII, 3, Lublin 1953.

Р Е З Ю М Е

Район исследований находится на территории междуречья Вислы и Буга. В этот район входят: часть Малого Мазовша, Люблинское Полесье, Люблинская возвышенность кроме западных её окраин, а также Ростоцье. В дальнейшем этот район будем называть Люблинским воеводством.

На обширных пространствах Люблинского воеводства речные долины устланы почвами болотного типа, содержащими значительное количество карбоната кальция (рис. 1, фот. 5, табл. I). В этих долинах по проведении мелиоративных мероприятий а именно обезвоживания изменилась основательно направленность почвенных и почвообразовательных процессов, вызвав отрицательные экономические последствия на луговых и пастбищных пространствах.

Научная комиссия, призванная для исследования в 1949—1950 годах положения дел в отношении мелиорации и зелёных угодий на территории Люблинского воеводства подчеркнула специфический и до некоторой степени загадочный характер болотных карбонатных почв, указав на необходимость более точного их исследования в целях разработки методов, предохраняющих от дальнейших неблагоприятных изменений, происходящих в этих почвах (рис. 7 и 8, фот. 1, 2, 3, 4, 7).

Настоящая работа является попыткой разьяснения двух узловых проблем, связанных с болотными карбонатными почвами Люблинского воеводства: 1) генезиса карбонатных намывов и 2) структурных изменений в обезвоживаемых торфяных слоях.

1. Генезис карбонатных намывов.

Доказательственная концепция при исследовании генезиса карбонатных намывов в профилях болотных почв опирается на установлении связи упомянутых почв в речных долинах с характером бассейнов.

Выдвинутая в самом начале рабочая гипотеза под влиянием единомышленных суггестий литературы (9, 45 47, 54, 55, 79, 92, 93) гласила:

генезис карбонатов в профилях болотных почв находится в связи с наличием карбонатных рендзин в бассейне, намыв же карбонатного материала происходит путём непосредственного споласкивания с рендзиновых склонов в долины.

Предварительные попытки обосновать правильность вышеуказанной предпосылки не дали положительных результатов, так как нанесенные на карте почвенных комплексов Люблинского воеводства пункты наличия болотных карбонатных почв (рис. 1) показали, что эти почвы в долинах не имеют исключительной связи с рендзинами.

Ввиду этого была сделана попытка обоснования вышеуказанной гипотезы другим путём. Исходя из положения, что если карбонатный материал происходит из рендзины, то он обязательно будет транспортироваться водой, если же так, то воды стекающие с рендзиновых бассейнов, должны выказывать большую содержимость CaCO_3 . Обобщая эту предпосылку, решено проверить, существует ли постоянная зависимость между наличием болотных карбонатных почв и содержимостью карбоната кальция в речных водах Люблинского воеводства.

Разработанная на основании собственных исследований карта содержимости карбоната кальция в речных водах Люблинского воеводства (рис. 11, табл. 7) выказывает выразительное районирование CaCO_3 .

Констатирование самой высокой концентрации CaCO_3 в речных водах, текущих среди почв, образованных из мощного лёсса, позволило выдвинуть очередную гипотезу, гласящую, что карбонат кальция, выполаскиваемый из лёсса, транспортируется в виде раствора углекислоты в речные воды, которые, выступая из берегов, обогащают этим соединением жространсвта своих долин.

Проведенные подробные исследования вод, стекающих во время проливных дождей и распутиц (табл. 8, 9, 10, рис. 10, 12, 13), а также исследования динамики в речных водах Люблинского воеводства (рис. 14), подтверждают правильность последней гипотезы с той оговоркой, что при обогащении речных вод CaCO_3 — большую роль, повидимому, играет химическая суффозия в лёссах.

Формирование наносного карбонатного ила в профиле болотной почвы может иметь разный характер.

а. Выделение карбоната кальция.

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, содержащийся в виде раствора в водах, заливающих речную долину, выделяется в виде CaCO_3 с моментом выпаривания воды. Поэтому обычно вместе с убылью больших вод, изобилующих карбонатом кальция, растительность покрывается белым или серым налётом, реагирующим с HCl (фот. 8). Особенно ярко отмечается это выделение в местах, где стояли застойные воды, в каждой даже мелкой впадине, где вода оставляет весь свой запас CaCO_3 . Оставшаяся в углублениях после разлива вода опирается на почвенно-грунтовую воду и удерживается там в течение долгого времени, при-

чём вскоре покрывается слоем водорослей, среди которых появляется бесчисленное количество мелких ракушек, образующих иногда сплоченные колонии. После испарения воды на дне углубления остается легко отделяющийся густой слой, обладающий по высушении войлочной консистенцией. Масса водорослей покрыта интенсивно безвидовой карбонатной пылью, инкрустирована мелкими скелетиками ракушек, которые отмирают, будучи лишенными влаги (фот. 9).

Органическая масса карбонатного слоя водорослей очень легко поддается распаду, утрачивая строение, напоминающее спрессованную вату или войлок. Пропитанная влагой принимает она вид пасты, а насухо поразительно напоминает дождевик.

Иногда в летнее время поднимается несколько раз уровень вод выше поверхности торфяника с длительными перерывами, как это между прочим имело место в 1955 г. на территории многих долин Люблинской возвышенности. Развивающиеся тогда в углублениях многочисленные колонии ракушек вместе со слоями водорослей во время очередного повышения уровня воды в долине транспортируются в другие места и умещаются гнёздами на поверхности, часто при торчащих более высоких фрагментах почв долины в виде свитков карбонатной органической массы.

Поверхностные слои профилей «муршевых» почв показывают относительно более высокие содержания CaCO_3 в сравнении с залегающими под ними (табл. I). Это явление, по мнению автора работы, сопряжено с положением уровня почвенно-грунтовых вод. Раньше, когда в большинстве речных долин господствовал торфообразовательный процесс, большие воды, даже изобилующие CaCO_3 , не оставляли его полностью на поверхности постоянно подтопленного торфяника. В случаях, когда доходило до колебаний водной глади ниже поверхности и выделялся карбонат кальция, то был он равномернее размещаем вследствие непрерывного параллельного нарастания торфяной массы. Более толстые вкладки карбонатных наносов, встречаемые в более глубоких партиях торфяных профилей, возникали на тогдашних краях торфяника, в местах, где существовали условия к выделению вышеупомянутого соединения. Вкладки карбонатных наносов, встречающиеся иногда в профилях торфянистых почв на больших фрагментах долины, могут свидетельствовать о некоторых нарушениях гидрологического характера в долине. В настоящее время процесс возрастания торфяников большинства интересующих нас долин приостановлен. После каждого разлива на «муршеющую» поверхность торфяников вод, изобилующих раствором $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, наблюдается после сплыва излишка воды частичное её всасывание, оставшая же часть испаряется, оставляя осадок CaCO_3 . Описанным способом происходит безустанное обогащение этим соединением поверхностных почвенных фрагментов.

Заслуживает внимания факт, что вода легко просачивается через «муршевые» пласты, имеющие агрегатное строение.

Увлажненная поверхность агрегатов, высыхая, обогащается CaCO_3 . Это способствует увеличению гидрофобии вышеупомянутых пластов. В этом вероятно заключается одна из причин, что «муршевые» карбонатные почвы труднее поддаются освоению, чем их бескарбонатные аналоги.

б. Механический нанос карбонатной массы.

Когда торфянистые почвы соприкасаются непосредственно с карбонатными рендзинами, может иметь место перемещение почвенной массы (рендзиновой) на поверхность торфяников.

Потребительная стоимость таких почв зависит в значительной степени от мощности намывного слоя, а также от механического состава этого намыва.

Следует полагать, что такого рода намывы делювиального происхождения из рендзин, станут менее грозными, чем намывы, возникающие путём выделения CaCO_3 из растворов.

2. Структурные изменения в обезвоживаемых торфянистых слоях.

Исследованные в Люблинском воеводстве карбонатные почвы болотного типа автор разделил на два подтипа:

а) почвы „муршевые“ карбонатные и

б) почвы илисто-торфянистые карбонатные,

«Муршевые» карбонатные почвы составляют, по мнению автора, эманацию торфянистых почв, возникшую в результате действия процесса «муршения» который в настоящее время стал общим явлением на территориях обезвоживаемых торфяников. Поверхность «муршевых» карбонатных почв характеризуется часто трещинами, укладывающимися в довольно регулярную сеть, образуя «полигональный» микрорельеф (фот. 3 и 4).

Среди «муршевых» карбонатных почв можно различить два рода:

1) „муршевые“ карбонатные почвы, сформированные из торфянистых пород и

2) „муршевые“ карбонатные почвы, образованные на минеральных отложениях.

Проведенные полевые наблюдения, подкреплённые лабораторными исследованиями (рис. 2—9), позволяют констатировать, что характерный „полигональный“ микрорельеф поверхности обезвоживаемых торфяников находится в связи с муршеобразовательным процессом.

Название этого микрорельефа, зачерпнутое из географической литературы, имеет, по мнению автора, обоснование в генетическом сходстве с „полигональными почвами“ полярных пространств, а не только в физиономическом, как это можно судить по словам А. Яна (28).

Автор работы исходит из того, что мороз (замерзание и отмерзание) в полярном климате является толчком, подобно тому как мороз или вода (высы-

хание и увлажнение) может быть толчком в нашем климате. Результатом вызываемым этими толчками в обоих упомянутых климатах, является „пульсация“ почвенных слоев (неустойчивые изменения, между прочим, объёмные). Следствием же этого является возникновение „полигонов“.

Попытка объяснения механизма процесса „муршения“ (рис. 15).

Фаза I. С моментом понижения уровня грунтовой воды в торфяном профиле наступает высыхание поверхностных слоёв. Поколеблено тогда естественное соотношение фаз: твёрдой, жидкой и газовой. Место воды в скважинах занимает воздух, что в свою очередь благоприятствует сокращению торфянистой массы. В случае дальнейшего высыхания торфянистая поверхность покрывается сетью характерных трещин (фот. 2, 3, 4), образуя „полигональный“ микрорельеф.

Выставление на действие кислорода торфянистой массы, приспособленной к анаэробным условиям, влечёт за собой денатурацию органических коллоидов. Одновременно в аэробных условиях микробиологическое равновесие передвигается в пользу аэробов, деятельность которых способствует быстрому распаду органической массы.

Окончание фазы I может иметь три варианта:

A_1 — В случае подтопления обсушенной поверхности наступает разбухание скорченной торфяной массы, трещины замыкаются. Торф якобы возвращается к исходному положению. Прилёгшие снова к себе поверхности вдоль плоскостей трещин не могут однако возобновить волокнистой структурной связи, несмотря на то, что иногда они сшиваются повторно корешками растений.

A_2 — Уровень грунтовой воды подходит ближе к поверхности, наступает частичное подтопление. Трещины нижней части сходятся (сохраняя структурное обособление как в A_1), в верхней части раскрытие остается без значительных изменений.

В. — Уровень грунтовой воды постоянно понижен, подтопление не наступает. Торфяная масса, скорчившись, не возвращается к исходному объёму.

Фаза II. A_1 — Под влиянием замерзания находится в таком состоянии, как в натуральном необезвоженном торфянике.

В период засухи при понижении уровня грунтовой воды снова поддается сокращению, трещины образуются вдоль старых следов.

При повторном полном подтоплении может находиться в таком состоянии, как в конечной части фазы I A_1 , или же если подтопление частично, как в фазе I A_2 .

A_2 — Под влиянием мороза кристаллизует, создаёт пласты льда, разделяя горизонтально торфянистую массу. Сверх того „в бороздах собирается осенью вода, которая в начале зимы замерзает. Благодаря этому нижние части борозд заметно расширяются“ (28).

В период распутиц „с моментом подъёма весенних вод, достигающих выше нижней поверхности торфяных слоев окончательно замёрзших, наступает поднятие торфяно-ледовой лавы, как более лёгкой чем вода, вследствие гидростатического давления“. (Бац 5, 6).

„Промёрзшие частички поверхностного слоя утрачивают вододерживающую способность, корчатся...“ (Бац 7). Независимо от этого корчится торфяная масса под влиянием обезвоживания по понижении уровня вод. В этой фазе мы встречаемся с оторванными глыбами в форме усечённой пирамиды, наложенными в виде плоских многоугольных „шапок“ на обсыхающий торфяник. Зарисовываются первые разницы в физических свойствах „шапки“ и „подшвы“. „Шапка“ подвергается опасности срыва капиллярной связи с „подшвой“ в случае, если ниже горизонтальной трещины начнёт обсыхать верхняя часть „подшвы“.

В — В зимний период слабо увлажненная торфяная масса в поверхностных слоях подвергается сравнительно небольшим изменениям под влиянием мороза. В бороздах, подобно тому как в случае A_2 накапливающаяся в связи с атмосферными осадками вода, замерзая, расширяет борозды у основания.

Фаза III. А — Дальнейшая судьба обеих форм A_1 и A_2 может быть тождественна. Во время повторного подтопления наступает разбухание уже предварительно отделённых от себя торфяных глыб, которые чем ближе уровня воды, тем скорее набухают. Выше залегающие пласты под влиянием этого движения могут подвергаться тресканию и изменять взаимное по отношению к себе положение. Поверхности глыб особенно в верхней части основания подверглись в аэробных условиях, равно как под влиянием мороза, далеко идущим видоизменениям и в связи с тем лениво реагируют на действие воды, не возвращаясь уже к форме фазы I. Повторное действие низких температур углубляет физико-химические изменения в поверхностных слоях уже „муршеющего“ торфа.

В — Отсутствие колебаний уровня вод, доходящих до поверхности, способствует консервированию полигональных форм, возникших в первой фазе. Наступает дальнейшее расширение трещин, принимающих формы борозд со сплюснутым за счёт объёма „шапок“ дном. Способствует этому действие вышеупомянутого льда, равно как вытаптывание пасущихся животных.

Фаза „N“. Путём непрерывных объёмных изменений, вызываемых содействием термических и климатических факторов (замерзание, таяние, сырость) наступает безустанное механическое раздробление торфяной массы. Это приводит в типичных „муршевых“ профилях, образованных из торфяных пород, к возникновению характеристи-

ческих структур „муршевых“ слоёв, которые я назвал бы, идя сверху донизу:

— пылевая (распыленная) аморфная форма, частицы диаметром меньше 1 мм.) в натуральных профилях выступает редко, её возникновению способствует механическая обработка);

— мелко-агрегатная (зернистая)	1 — 3 мм
— средне-агрегатная	3 — 10 мм
— крупно-агрегатная	10 — 50 мм
— глыбовая	выше 50 мм

(величина глыб доходит иногда до 10 — 20 и даже нескольких десятков сантиметров. В основном глыбовая структура выступает в верхней части подошвы „муршевого“ профиля, является переходом к торфяным слоям).

Вид „муршевых“ агрегатов по мере приближения к поверхности напоминает исходный материал — торф. Быстрота изменений, способствующих процессу „муршения“ зависит от темпа и многократности крайних скачков объёмного и аэрационного характера, влекущих за собой очередные нарушения в процессах биологических (действие почвенной фауны и микрофлоры) и физико-химических.

Вследствие беспрерывно происходящего понижения уровня почвенно-грунтовых вод в „муршевых“ профилях, этим процессом охвачены дальнейшие части этих профилей. Проникание трещин вглубь увеличивается. Структурная масса вследствие беспрестанной пульсации частично перемещается. Таким образом „шапки“ принимают выпуклый вид вследствие нагромождения агрегатов, сверх того в расположенных по краям частях может последовать осыпание агрегатов в трещины.

Упрочивается „полигональный“ микрорельеф поверхности „муршевых“ почв (фот. 3, 4, 11).

В. — Торфяная масса, скорчившаяся в фазе I, не подвергается большим объёмным изменениям (кроме небольших колебаний, вызванных увлажнением под влиянием атмосферических осадков), так как уровень грунтовых вод не приближается чрезмерно к поверхности.

Раздробление осушенной скорченной торфяной массы наступает в минимальной степени и то только в наиболее выставленных наружу частях „шапок“. Основная мощность „шапок“ остается в неизменном состоянии, принимает структуру „войлочную“ или же „соломистую“ в случаях слабо разложенного торфа. Объём „шапок“ со временем уменьшается, принимают они призматический вид, тогда как увеличиваются пространственно борозды (фот. 10).

При характеристике болотных карбонатных почв учтено некоторые химические свойства, а также шире рассмотрено физико-водные

качества, стараясь представить часть из них с динамической точки зрения.

При исполнении лабораторных работ в основном применялись известные испробованные методы, причем вводились в некоторых случаях модификации, облегчающие работу или же оказывающие влияние на увеличение точности результатов.

3. В ы в о д ы

Проведенные многолетние „полевые“ исследования, дополненные лабораторной разработкой, позволили прийти к следующим выводам:

1. На первое место выдвигаются два основных сплетенных с собой процесса:
а) обогащение карбонатом кальция поверхностных слоёв болотных почв во время речных разливов,

б) „муршение“ торфяных почв, сопряжённое с сокращением их объёма и физико-химическими изменениями органической материи.

2. Констатируется наличие постоянной зависимости между пространственным размещением болотных карбонатных почв и содержанием карбоната кальция в речных водах Люблинского воеводства. Установлено при том, что речные воды упомянутой территории, заключающие свыше 200 мг/л CaCO_3 создают выгодные условия для образования в своих долинах карбонатных намывов в профилях болотных почв.

3. Установлено наличие зависимости между содержанием карбоната кальция в водах речной сети Люблинского воеводства и почвенно — геологическим строением, а также рельефом поверхности бассейнов. На исследуемой территории реки, собирающие воды из бассейнов, устланных по преимуществу почвами, образованными из мощного лёсса, уносят наибольшее количества $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

4. Намывы карбоната кальция в болотных почвах Люблинского воеводства происходят в подавляющем большинстве из выделения вышеупомянутого соединения, уносимого водами, тогда как в немногих случаях они образуются из перемещенного минерального материала, изобилующего CaCO_3 , непосредственно с окружающих склонов.

5. Илито — торфяные почвы в речных долинах проходят в настоящее время вследствие понижения уровня вод, глубокие эволюционные изменения, утрачивая характер почв болотного типа, которые со временем доводят до квалифицирования их в качестве аллювиальных почв, или же в некоторых случаях, как черные земли на торфяных отложениях.

6. Понижение уровня вод в торфяниках прерывает торфообразовательный процесс и активизирует „муршеобразовательный“ процесс. Быстрота прохождения процесса „муршения“ зависит от темпа и многократности крайних скачков, объёмного и аэрационного характера (пульсация торфяной массы), влекущих за собой очередные нарушения в биологических и физико-химических процессах. Одним из первых внешних эффектов беспрестанных неустойчивых изменений, происходящих во время процесса „муршения“, есть появление „полигонального“ микрорельефа поверхности торфяника.

7. Образование на „муршеющем“ торфянике „полигонального“ микро-рельефа вызывает дифференцирование экологических условий, которое обнаруживается в различии растительного покрова, различии почвы и по всей вероятности вызывает дифференцирование микроклимата. В свете анализа процессов, имеющих место в „муршевых“ карбонатных почвах, „полигональный“ микро-рельеф этих почв является физиономией глубоко изменившихся экологических отношений. Он является синтезом нарушений, происходящих в целом профиле почв. Растительность, произрастающая на этих почвах, не может приспособиться к беспрестанной пульсации „муршевых“ карбонатных почв, которые весьма чувствительны к переменам погоды.

8. „муршение“ поверхностных торфяных слоёв, устилающих речные долины с одной стороны, и возрастающая в настоящее время амплитуда колебаний уровня вод в этих долинах с другой, при наличии в высокой степени карбонатных вод способствует ускоренному процессу обогащения этих слоёв карбонатом кальция.

SUMMARY

The territory of the investigations is situated between the Vistula and the Bug river. It covers Małe Mazowsze, Polesie Lubelskie, Wyżyna Lubelska (the Lublin Upland), except its western borders, and Roztocze. In the paper it is called the Lublin District, in Polish Lubelszczyzna.

On vaste areas of the Lublin District the river valleys are lined with bog soils abounding in calcium carbonate (fig. 1. phot. 5. table I.) In result of some draining works, soil courses and soil forming processes have changed thoroughly in those valleys. The changes proved to be disadvantageous for pastures and meadows from the economic point of view.

In the years 1949—1950, the Commission, set up to examine the state of draining works on meadows and pastures in the Lublin district, stressed the particular and, to some extent, enigmatic character of bog soils rich in calcium carbonate. The Commission stressed also the necessity of more detailed research to take up some precautions against the harmful changes going on in those soils (fig. 7 and 8. phot. 1, 2, 3, 4, 7).

The aim of this paper is to elucidate two chief problems connected with bog soils of the Lublin district:

1. The origin of calcium carbonate deposits,
2. The structural changes in drained peaty layers.

1. The origin of calcium carbonate deposits

When elucidating the origin of calcium carbonate in the profiles of bog soils, the author tried to search for a relationship between those bog soils, lining the rivers valleys, and the characteristics of the area situated around them.

A tentative hypothesis, accepted by the author according to unanimous reports in the literature (quoted under the items 9, 45, 47, 54, 55, 79, 92, 93), was as follows. The origin of calcium carbonate in some layers of bog soils is associated with rendzinas rich in CaCO_3 , occurring in the river basins. The collection of calcium carbonate and its deposition follows as a result of a watery process, during which calcium carbonate is transported by the flowing waters from the slopes covered with rendzinas to the places situated below.

Preliminary estimates, leading to prove the hypothesis, resulted in failure as the points of the occurrence of calcium carbonate bog soils, put on the map of soil complexes of the Lublin district, (fig. 1) show their relationship not only with rendzinas. Then the author tried another solution. His starting point was as follows. As calcium carbonate is derived from rendzinas, it must be brought with water, and if so, the waters of the river basins lined with rendzinas, should be richer in calcium carbonate. Accordingly, the author decided to check, if there was a firm relation between the occurrence of bog soils rich in CaCO_3 and the content of CaCO_3 in the waters of the Lublin district. The map, drawn according to the author's own research and presenting the occurrence of CaCO_3 in the river waters of the Lublin district (fig. 11. table III) show clearly the varied distribution of CaCO_3 on individual areas.

Supported by the fact that highest concentrations of CaCO_3 were found in the rivers running through the soils derived from deep loesses, the author suggested that calcium carbonate had been carried as calcium hydrogen carbonate to the rivers which, due to floods, enriched their valleys in calcium carbonate.

Detailed investigations on the waters running down during heavy rainfalls or a snow-melt period, (tables VIII, IX, X fig. 10, 12, 13), as well as examinations on the dynamics of calcium carbonate content in the river waters of the Lublin district (fig. 14) prove the hypothesis. It must be added, however, that the enriching of the waters in CaCO_3 is probably accelerated by a chemical suffusion going on in the loess layers.

In the author's opinion, the process of depositing calcium carbonate

in bog soils may take place in two ways. The first one is the precipitating of CaCO_3 .

a) The precipitation of CaCO_3 .

Soluble calcium hydrogen carbonate, abounding in the river valleys, is precipitated as calcium carbonate by evaporation. Accordingly, after retreating of big waters rich in CaCO_3 , the vegetation is covered with white or grey coat which reacts with HCl (phot. 8). The effect of precipitation is especially conspicuous in the places where stagnant water collects, in every small deepening in which water leaves its total store of CaCO_3 . Deepenings in which water, left after flood, comes in contact with ground water and stays for a long time are quickly covered with algae. Among them appears a lot of shells, forming, sometimes, compact colonies. After evaporation there remains in those places a thick coat, which, when dried out, resembles much felt by degree of density. This felt-like mass, covered thickly with amorphous calcium carbonate powder, contains a number of skeleton shells, dead because devoid of water. (phot. 9).

The organic part of this coat, rich in CaCO_3 , easily desintegrates. Then its felt-like consistency disappears. Soaked in water it has solidity of a paste or cream, while dried out, it resembles puff-ball consistency.

In some years, the level of water-tables repeatedly increases much above the surface of a peat-land. In such cases, upon a successive increase of water level in river valleys, algae and colonies of shells are shifted to other places, and deposited in clusters, often on higher, protruding borders of river beds as an organic mass rich in CaCO_3 .

Surface layers of the excavations of dry rot soils (gleby murszowe) show relatively higher contents of CaCO_3 than those underlying them. (table I). In the author's opinion, this fact is connected with general lowering of the level of ground water. In old times, when peat forming processes had taken place, in the majority of river valleys, big waters, even if rich in calcium carbonate, did not leave its total store on the surface of a peat-land, permanently steeped in water. When the level of water-tables decreased below the surface of a peat-land, and calcium carbonate precipitated, it was deposited more uniformly in result of a permanent and concurrent increase of peat mass. Thicker layers of soil, rich in calcium carbonate, found now only in deep peat excavations, formed themselves previously on the margins of the peat-land, where calcium carbonate had found favourable precipitation conditions. The layers, rich in calcium carbonate, found sometimes in peat excavations on more extensive areas of some river valleys, are an evidence of hydrological disturbances in the river valleys.

At present, peat forming processes are checked in many river valleys. In result of every successive inundation of peaty areas, undergoing dry rot processes and abounding in CaCO_3 , the water partly retreats, partly sinks down, the rest evaporates leaving CaCO_3 . In the above described way surface layers are being enriched in calcium carbonate.

It is worth while mentioning that water easily sinks through dry rot layers due to their aggregate structure. Those saturated layers are being enriched in calcium carbonate while they dry out. Thus, hydrophobia of those layers increases. In this fact one must also look for a reason why dry rot layers, rich in CaCO_3 , are more difficult to be cultivated than the soils of similar kind, devoid of calcium carbonate.

b) Mechanical deposition of calcium carbonate.

When peat soils come in direct contact with rendzinas, rich in CaCO_3 , then shifting of rendzinas up to the surface of peat soil may take place.

The agricultural utility of such soils depends, in a considerable degree, on the thickness of the sediment and its mechanical composition. One may assume that delluvial deposits, derived from rendzinas, are less disadvantageous, from the economic point of view, than those formed by the precipitation of calcium carbonate.

2. Structural changes in peat layers following draining

The bog soils, rich in CaCO_3 , examined by the author, in the Lublin district, are divided by him as follows:

- a) dry rot soils rich in CaCO_3 ,
- b) slime-peaty soils rich in CaCO_3 .

In the author's opinion, dry rot soils rich in calcium carbonate are derived from peaty soils. The derivation process took place in result of dry rot process, which is very common at present, on peaty areas undergoing drainage. The surface of dry rot soils, rich in CaCO_3 , is characterized by fissures formed often as a network. It forms a „polygonal microrelief“. (phot. 3 and 4).

Among dry rot soils, rich in CaCO_3 , one may distinguish two kinds of them:

- 1) dry rot soils, rich in CaCO_3 , derived from peaty formation,
- 2) dry rot soils, rich in CaCO_3 , with mineral substratum.

Field investigations supplemented by laboratory examinations (fig. 2—9) allow to draw a conclusion that there is a correlation between the characteristic polygonal microrelief of the surface and dry rot process following draining works.

The name microrelief, taken from the geographical literature, is justified, according to the author, not only by its pictorial resemblance to polygonal soils of arctic territories but, has its valid reason, in the genetic similarity too. The author of the paper assumes that the action of frost (freezing and a snow-melt period) in the arctic climate is a stimulus in such a degree as frost or water (drying out and getting moist of soil cover) may be under our climatic conditions. The effect produced by these two kinds of stimuli in the above mentioned climates is a „pulsation“ of soil layers (irregular changes of expanding and contracting concerning volume). The effect of the pulsation is polygonal microrelief.

A trial of elucidating the mechanizm of dry process (fig. 15)

Phase I. The lowering of the level of ground water in a peaty profile is followed by drying out of cover soil. The natural balance of phases: solid, liquid and gaseous is undermined. The air which replaces water in the peat layer contributes to contracting peat bulk. If the process of drying out is highly advanced, the surface of the peat-land is covered by a network of characteristic fissures (phot. 2, 3, 4) which form polygonal microrelief. When peat mass, adapted to anaerobic conditions, is exposed to the action of oxygen, then, organic colloids are denatured. Aerobes are in majority and they contribute to a rapid decomposition of the organic mass.

Phase I may come to an end in three different ways.

A₁ — If a dry cover of peat is steeped by water, contracted peat mass expands, cracks are filled up. Seemingly the peat mass assumes the original appearance. The walls of fissures adhere again along the lines of cracks but their fibrous structure, once broken, cannot return to its original form, even if it is interlaced again by plant roots.

A₂ — The level of ground water rises up to the surface of peat-land. In result of it the peat-land is partly soaked in water. The cracks in their lower parts are contiguous (differences in their fibrous structure remain as in A₁). In the higher parts cracks remain slightly changed.

B — The level of ground water remains low. The lower parts of the peat mass are not immersed. Peat mass does not reach its original bulk after contracting.

Phase II. **A₁** — In freezing period the peat mass remains the same as that of a peat-land under natural conditions. In dry period the level of ground water is lowered. Peat mass shrinks again. Fissures are formed along the old traces. A successive submersion may influence the peat

mass similarly as in the last part of the phase I A_1 . If submersion affects only a part of peat mass its influence is similar to phase I A_2 .

A_2 — During freezing period water undergoes the crystallization process. Then, there are formed layers of ice tending to separate the peat surface horizontally. Besides, „water which collects in the furrows in autumn freezes in winter, thus making the lower parts of the furrows to expand significantly (28). During a snow-melt period, „when spring waters are rising up above the lower parts of frozen peat layers the surface of peat mass, consisting of peat and ice, being lighter than water rises up due to hydrostatic pressure (B a c 5, 6).

„Frozen particles of the surface layer lose the capacity of retaining water and shrink...“ (B a c 7). Besides, the peat mass shrinks also after falling down of the water level. In this phase one may observe separate lumps, shaped like truncated pyramids, that are „capped“ on a drying surface of peat-land. The lumps are flat and multilateral. First differences concerning physical properties of „cap“ and „bottom“ (spag) appear. „Cap“ is exposed to the danger of losing capillary water relationship with „bottom“ if its upper part below the horizontal fissure begins to dry.

B — In winter the moderately wetted peat mass is little changed by frost in its upper layers. The rain water collected in the furrows expands in freezing period their lowest parts similarly as in A_2 .

Phase III. A — Further changes of A_1 and A_2 may resemble each other. A successive submersion of peat mass results in bulging of peat lumps, already separated, which the nearer they are the level water the quicker they bulge. In consequence of that, the layers situated higher may crack and change their reciprocal position. The surfaces of the lumps, especially the upper parts of their bases, changed significantly due to frost and aerobic conditions. Accordingly, their response to the action of water is weak. They do not reach their bulk they had in phase I. A successive influence of low temperatures accelerates physicochemical changes in the surface layers of peat, subject already to dry rot process.

B — Water-tables maintain steadily on a certain level far from the surface of peat-land. It results in preservation of polygons formed already in phase I. There is observed further enlarging of fissures which take up the form of furrows with flattened bottoms, at the expense of the bulk of „caps“. The action of frost and treading of the land by grazing animals accelerate the above described process.

Phase „N“. A — Due to continuous bulk changes produced by interaction of thermic influences (freezing and melting periods) and moisture conditions, one may observe a permanent mechanical desintegra-

tion of peat mass. In typical dry rot profiles, derived from peaty formation, this process results in the formation of dry rot layers which the author calls as follows beginning with the uppermost layer:

Pulverised layer — including particles below 1 mm in diameter. (It occurs seldom in profiles under natural conditions. Mechanical tillage of soil contributes much to produce it).

fine-grained layer	1 — 3 mm in diameter
fairly-grained layer	3—10 mm in diameter
coarse-grained layer	10—50 mm in diameter
a layer including lumps	above 50 mm in diameter

The size of lumps amounts to several tens centimetres. Strictly speaking, the layer of lumps occurs in the upper part of the bottom (spong) of dry rot profiles. It is a link with peat layers.

Dry rot aggregates the nearer they are the surface layer, the less they resemble the original material i. e. peat. The rate of changes, causing dry rot process, depends on the rate and frequency of extremely varied changes in regard to peat bulk and aerobic conditions, which in turn bring about successive disturbances in biological and physico-chemical processes.

In result of a continuous lowering of the level of ground water in dry rot profiles, the more extensive parts of them are subject to dry rot process. The size of cracks, going on into the depth of the soil, increases. A structural mass is partly shifted due to continuous pulsation. Thus the „caps take up the round form in result of a bulging process going on in the aggregate layers. Besides, their marginal parts may crumble into particles and fall down into fissures.

The polygonal microrelief of the surface layers of dry rot soils is on the point of stabilization (phot 3, 4, 11).

B — The peat mass shrunken in phase I is not subject to further bulk changes (except some insignificant ones produced by the supply of rain water), as ground level does not come too much to the surface. The shrunken, dried peat mass is subject to insignificant decomposition only in external parts of the „caps“. Their essential mass remains unchanged. It displays felt-like or straw-like consistency if peat material is slightly decomposed. As time goes on, caps diminish in bulk. They take up the shape of prisms. The space among the fissures increases (phot 10).

Giving the characteristics of bog soils, rich in calcium carbonate, the author has taken into consideration their chemical qualities and discussed, more widely, their physico-hydrological properties. He approached some of them from a dynamical point of view.

In laboratory examinations the author used standard methods. Sometimes he introduced modifications having in view economy of time and greater accuracy of results.

3. Conclusions

Many years' research and field investigations, supplemented by laboratory examinations, allowed the author to draw the following conclusions:

1. Two chief problems, closely related to each other, must be given priority. They are:

a) the enriching of peat soils in calcium carbonate, in result of river floods,

b) dry rot process, going on in peat soils, associated with their bulk reduction and physico-chemical changes in the organic mass.

2. A firm correlation has been found between the occurrence of calcium carbonate soils and the content of CaCO_3 abounding in the river waters of the Lublin district. It has been found out that the river waters of the above mentioned area, with the content of calcium carbonate exceeding 200 mg per 1 litre, offer favourable conditions for the deposition of CaCO_3 in bog soils.

3. It has been found out that there is a correlation between calcium carbonate content, in the river waters of the Lublin district, and the geological features of the river basins. On the territory investigated by the author, the waters running from the river basins, covered by deep loesses, abound in highest concentrations of $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

4. Calcium carbonate deposits, in the bog soils of the Lublin district, are chiefly due to precipitation of CaCO_3 carried by waters. In some cases only, calcium carbonate deposits must be put to a direct shifting of mineral material, rich in CaCO_3 , from the slopes enclosing the river valleys.

5. In consequence of the permanent lowering of the level of ground water slime-peaty soils are undergoing highly advanced, evolutionary changes. Those changes contribute to depriving them of their properties, and as time goes on, allow to assign them to the group of alluvial soils and in some cases to black soils with the peat substratum.

6. The lowering of the level water in a peat-land stops peat forming process, and prompts dry rot process. The rate of dry rot process depends on the rate and frequency of extremely varied changes in regard to peat bulk and aeration conditions (the pulsation of peat mass). They are, in turn, followed by successive disturbances in biological and physico-chemical processes. One of the first evident effects produced

by permanent, unsteady changes, going on during dry rot process, are polygonal microreliefs of a peat-land.

7. The formation of polygonal microrelief results in varied ecological conditions that manifest themselves by a varied plant cover. The polygonal microrelief causes manifold changes in the soil, and results probably in a varied microclimate. In the light of the processes taking place in dry rot soils, rich in CaCO_3 , polygonal microrelief of these soils evidences highly advanced changes in ecological relations. Polygonal microrelief is the synthesis of disturbances which take place in the whole thickness of the soil profile. The vegetation covering these soils finds unfavourable conditions for adapting itself to continuous pulsating of dry rot calcium carbonate soils, being extremely sensitive to weather changes.

8. Dry rot process affecting the surface peat layers of soils covering river valleys, on one hand, and the increasing amplitude of fluctuations of the water level in those valleys, on the other, with a concurrent presence of calcium carbonate, quickens the process of enriching those layers in calcium carbonate.



Fot. 1. Szczelina w profilu gleby murszowej węglanowej wykształconej
z utworu torfowego. Kotorów — dolina Huczwy.

Saturnin Zawadzki

Fot. Autor



Fot. 2. Dolina Czarnego Potoku pod Jarosławcem (okolice Zamościa).
Osuszona gleba torfowa namulona węglanem wapnia.

Fot. S. Ziemnicki



Fot. 3. Spękania powierzchni gleb murszowych węglanowych wykształconych
z utworów torfowych w dolinie Huczwy pod Werbkowicami. Poligonalna
Saturnin Zawadzki mikrorzeźba typu A.

Fot. J. Borowiec



Fot. 4. Poligonalna mikrorzeźba typu A powierzchni gleb murszowych węglanowych utworzonych z utworów torfowych w dolinie Huczwy pod Werbkowicami.

Fot. J. Borowiec



Fot. 5. Torfowisko Ostrówek w dorzeczu Mogilnicy.

Profil gleby murszowej węglanowej wykształconej z utworów torfowych.

Saturnin Zawadzki

Fot. Autor



Fot. 6. Namuły piaszczyste odłożone przez wielką wodę wiosenną w 1955 r.
w dolinie Huczwy pod Werbkowicami.

Fot. J. Borowiec



Fot. 7. Formująca się szczelina na powierzchni gleby murszowej węglanowej
wytworzonej z torfu. Zdjęcie wykonane w tydzień po ustąpieniu wielkiej wody
(IV. 1955 — Werbkowice, łąka uprawiana i podsiewana).

Saturnin Zawadzki

Fot. Autor



Fot. 8. Obsychający jasnoszary osad węglanowy pozostawiany przez wody wiosenne w kwietniu 1955 r. w dolinie Huczwy pod Werbkowicami.



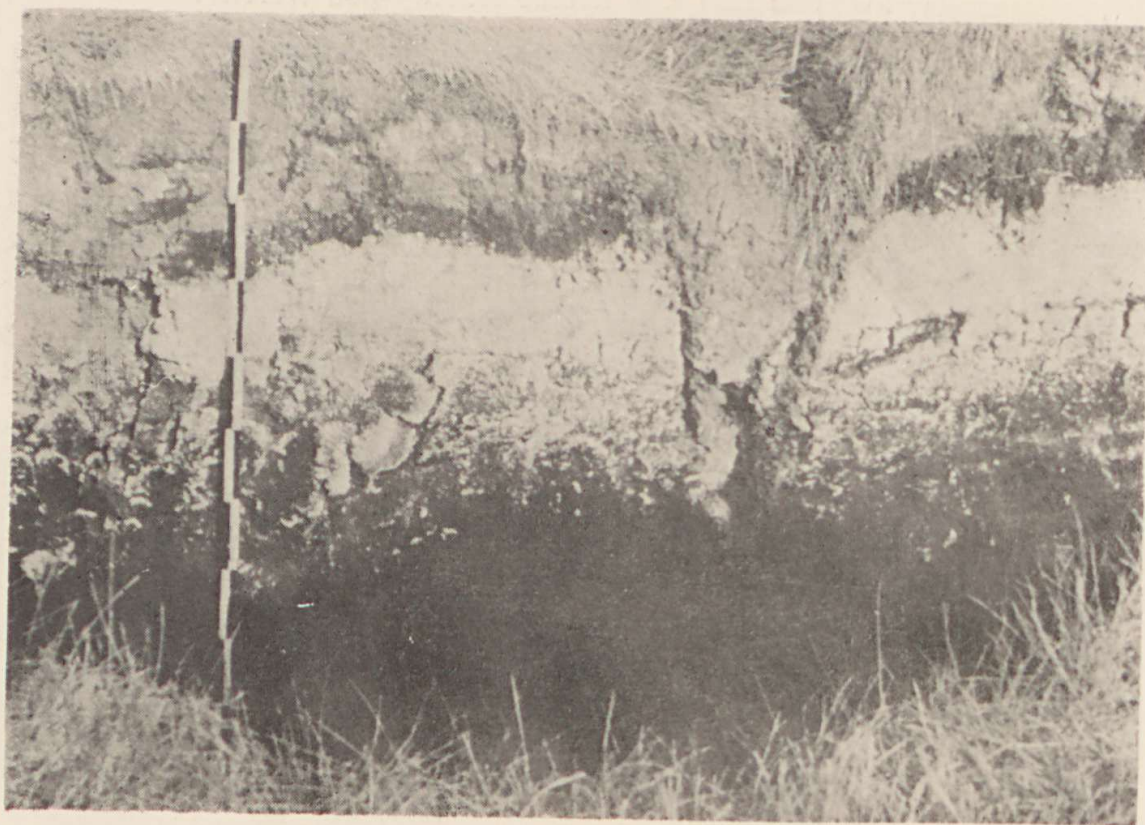
Fot. 9. Kózuch gałęzatk (Cladofora) inkrustowanej węglanem wapnia.
Werbkowice 1956 r.

Saturnin Zawadzki

Fot. Autor



Fot. 10. Mikrorelief typu B gleb murszowych w dolinie Krzny k. Międzyrzecza



Fot. 11. Przekrój przez dwa poligony typu A. Werbkowice. Gleba murszowa węglanowa wykształcona z utworu torfowego w dolinie Huczwy. Saturnin Zawadzki

Fot. Autor