

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN — POLONIA

VOL. III, 7

SECTIO B

1948

Z Zakładu Systematyki i Geografii Roślin U. M. C. S.  
Kierownik: prof. dr J. Motyka

Józef MOTYKA

**Północna krawędź Zachodniego Podola jako roślinne  
środowisko ekologiczne**

**La limite septentrionale de la Podolie occidentale  
comme le milieu phytoécologique**

SPIS ROZDZIAŁÓW

	str.
Uwagi wstępne . . . . .	169
Zarys geomorfologii północnej krawędzi Podola Zachodniego . . . . .	173
Zarys budowy geologicznej . . . . .	190
Osady lessowe . . . . .	198
Układ i krążenie wód glebowych i wgłębnych . . . . .	205
Stosunki glebowe . . . . .	218
Tworzenie się i rola próchnicy . . . . .	225
Charakterystyka siedlisk . . . . .	233
Siedliska leśne . . . . .	248
Czynniki klimatyczne . . . . .	259
Inne czynniki ekologiczne . . . . .	263
Wnioski ogólne . . . . .	264
Najważniejsze piśmiennictwo . . . . .	268
Résumé . . . . .	269

**Uwagi wstępne**

Praca niniejsza jest częścią geobotanicznej monografii północnej krawędzi zachodniego Podola. Ma ona za zadanie przedstawienie czynników fizjograficznych na tym obszarze i ich wpływu na wykształcenie i rozmieszczenie szaty roślinnej.

Pierwszym jej zadaniem jest opis fizjograficzny, przedstawienie związków pomiędzy roślinnością a czynnikami ekologicznymi. Stanowi on niezbędną podstawę do następnych części pracy, w szczególności analizy ekologicznej wybranych płatów roślinności czyli zdjęć. Drugim, ogólniejszym jej zadaniem jest przedstawienie na konkretnym przykładzie

metod analizy ekologicznej. Trzeci jej cel, to przedstawienie istotnych — w naszych warunkach — dla życia roślin czynników ekologicznych, sposobu ich wynajdywania i oceny.

Badanie czynników ekologicznych i ich wpływu na szatę roślinną jest istotną częścią składową każdej pracy geobotanicznej; w przeciwnym bowiem razie ograniczy się ona do samego opisu. Prześledzenie dziejów geobotaniki poucza nas, że cel ten przyświecał jej od samego początku. Dopiero w ostatnich latach zapomniano niejako o tym głównym zadaniu geobotaniki. Miejsce geobotaniki zajęła niemal w całości socjologia roślin i genetyczna geografia roślin. Oba te kierunki przyniosły wprawdzie wiele doniosłych wyników, właściwej jednak geografii roślin zbyt wydatnie naprzód nie posunęły.

Przyczyny tego stanu rzeczy leżą w znacznej mierze w niewłaściwym postawieniu całego zagadnienia. Usiłowano tłumaczyć większość zagadnień w sposób zbyt prosty, aprioryczny i najczęściej niewłaściwy, bez znajomości ekologii poszczególnych gatunków roślin, bez znajomości najważniejszych czynników ekologicznych i bez znajomości ich oddziaływania na roślinność. W szczególności popełniano stale duży błąd, szukając zależności pomiędzy klimatem a roślinnością, która to zależność jest w naszych warunkach stosunkowo niewielka. Dopiero wyróżnienie zbiorowisk roślinnych na ściślejszej podstawie i obiektywnej zasadzie metod statystycznych, i opracowanie metod analizy ekologicznej, ogólnej i szczegółowej, pozwoliło na właściwe ujęcie całego zagadnienia i na stwierdzenie, że pomiędzy szatą roślinną i jej rozmieszczeniem a czynnikami ekologicznymi zachodzi bardzo ścisły związek. Przy pomocy tych metod możemy połączyć socjologię roślin z ich ekologią, powrócić do zaniechanego a jedynie właściwego kierunku badań geobotanicznych. Drogą tych badań możemy dopomóc do opracowania obrazu fizjograficznego każdego kraju, dać podstawy naukowe do poczynań gospodarczych. Możemy też wskazać, gdzie oczekujemy pomocy i współpracy od poszczególnych nauk fizjograficznych.

Ujęcie niniejszej pracy jest odmienne od ogólnie przyjętego. Zarzucam całkowicie ujęcie apriorycznej, nawet gdy wydaje się ono oczywiste. Nie opisuję więc wpływu na roślinność klimatu i jego czynników, ani też poszczególnych czynników glebowych czy innych. Sposób badania wskazuje mi sama metoda. Po wyróżnieniu zbiorowisk roślinnych metodą analizy różniczkowej C z e k a n o w s k i e g o, usiłuję wyszukać czynniki ekologiczne układające się równoległe do ułożenia zdjęć i gatunków na uporządkowanej tablicy zdjęciowej i rozpatruję ich rozmieszczenie w terenie, badając równocześnie rozmieszczenie roślinności. Sposób postępowania wyjaśnia w szczegółach niniejsza rozprawa.

Można jako zarzut wysunąć okoliczność, że posługuję się tylko pojęciami porównawczymi; mówię o roślinach skrajnie, mocno, miernie, słabo wapniowych, o siedliskach bardzo, mocno, średnio, miernie żyznych, o wysiękach wody nikłych lub wydajnych, nie podając liczb określających natężenie odpowiedniego czynnika. Jest to niewątpliwie ujemną stroną mej pracy. Należy jednak mieć na uwadze, że obszerne dziedziny nauk przyrodniczych posługują się do dziś prawie wyłącznie pojęciami w skali porównawczej a doszły do wspaniałego rozwoju. Badanie porównawcze, jakościowe, musi poprzedzać badanie ilościowe. Dopiero badania porównawcze mogą wskazać, jakie czynniki należy poddać pomiarom. Właśnie w naszej nauce mamy mnóstwo przykładów, że mierzono z dużym nakładem pracy i kosztów czynniki bardzo mało ważne, pomijano zaś zupełnie najbardziej istotne. Dopiero metoda analizy ekologicznej wykazuje nam istotne czynniki, porządkuje je według doniosłości i to odnośnie do każdego gatunku rośliny. W czasie pracy polowej zdołałem sobie zdać sprawę tylko z nielicznych zależności a nawet zjawisk jako takich. Uwydatniła je dopiero analiza tablicy zdjęciowej. Dopiero po jej opracowaniu należałoby poczynić pomiary czynników ekologicznych. Tych prac nie mogłem przeprowadzić. Dopiero na podstawie przedstawionych tu poglądów można będzie przystąpić do innych prac z jaśniej zarysowanym poglądem na czynniki ekologiczne i ekologię poszczególnych gatunków roślin.

Przedstawienie czynników ekologicznych jest w obecnym stanie rzeczy zadaniem nader trudnym i przechodzącym siły jednego człowieka. Konieczne jest bowiem opanowanie podstaw wielu obszernych i samodzielnych nauk: geomorfologii, geologii, petrografii, klimatologii i gleboznawstwa. Każda z tych nauk wymaga znajomości pokrewnych dziedzin wiedzy. Ponadto musimy brać pod uwagę wpływ każdego z czynników na poszczególne gatunki roślin. Wspomniane nauki nie dają nam najczęściej odpowiedzi na nasze zagadnienia, gdyż zajmują się nimi jako takimi lub ujmują je od strony odczuwań lub potrzeb człowieka. Szczególnie w klimatologii i hydrologii rozpatrujemy wpływ czynników tak, jak je odczuwa człowiek, podczas gdy na roślinność działają one niejednokrotnie w sposób zupełnie swoisty. Geobotanik musi liczyć w swej pracy na życzliwą pomoc ze strony poszczególnych nauk i niejednokrotnie na pobłażanie, jeśli popełnia nieścisłości lub nie panuje nad zagadnieniem, które zwykle do niego nie należy. Musi on wyteńczyć wszystkie siły przy badaniu samej szaty roślinnej a badanie to nie jest ani proste ani łatwe. Nasuwają się trudności już w samym słownictwie naukowym: geobotanik musi się posługiwać pojęciami, zaczerpniętymi z różnych nauk, mimo że

ujmuje je często odmienne, pod kątem wymagań roślinności. Może to powodować nieporozumienia, które usunąć można tylko przy ścisłej współpracy specjalistów.

W badanym obszarze napotykamy przy rozważaniu czynników ekologicznych jeszcze na trudności dodatkowe. Piśmiennictwo naukowe dotyczące północnej krawędzi Podola jest obfite lecz bardzo rozprószone, różnego wieku i różnej wartości. Nie mogłem go ani wyczerpać ani umiejętnie wykorzystać, a tym więcej krytycznie ocenić. Przy opisie stosunków geomorfologicznych, geologicznych i hydrologicznych nie chodzi mi o ich wyczerpanie, choćby w najskromniejszym zakresie. Muszę je jednak uwzględnić, gdyż bez ich znajomości byłoby opracowanie stosunków geobotanicznych zupełnie niemożliwe. Zwracam uwagę tylko na te szczegóły, które mają znaczenie dla szaty roślinnej. W całej pracy ograniczam się do omówienia zagadnień, które wydają mi się jasne lub bardzo prawdopodobne, pozostawiając na razie na uboczu niepewne lub niejasne.

Opieram się głównie na własnych spostrzeżeniach. Unikam polemiki, przytaczania poglądów odmiennych, ograniczam się do podawania bezspornych faktów i wysnuwania oczywistych wniosków. Omówienie krytyczne dotychczasowych poglądów, odmiennych od tu przytoczonych, odkładam do innej pracy.

Pracę niniejszą mogłem wykonać, nie czekając na szczegółowe pomiary i bez analizy szczegółowej całego piśmiennictwa, dzięki szczególnie korzystnym stosunkom fizjograficznym. Północna krawędź Podola jest krajem kontrastów, tak w szacie roślinnej jak i w układzie czynników ekologicznych. Jedne siedliska są bardzo suche, inne mocno wilgotne, jedno bardzo bogate w wapno, inne z niego mocno wylugowane, jedno z wyraźnym wysiękiem wody, inne z wodą wsiąkającą w głąb. Dane te możemy najczęściej bezpośrednio stwierdzić i ocenić w polu. Spotykamy tu w bezpośredniej bliskości stoki o różnym nachyleniu, różnej wystawie, różnym nasłonecznieniu, różnej budowie petrograficznej i o różnym nawodnieniu. Wnioski w pracy wysuwane dotyczą wprawdzie jedynie badanego terenu, wiele jednak późniejszych moich spostrzeżeń, poczynionych w różnych miejscowościach kraju i wiele danych z piśmiennictwa, najczęściej przytoczonych okolicznościowo i ukrytych między wierszami, potwierdza moje spostrzeżenia. Rozwinięcie swych poglądów, w oparciu o szerszy materiał, odkładam na czas późniejszy.

Analiza ekologiczna szaty roślinnej i bliższe zbadanie rozmieszczenia poszczególnych gatunków roślin utwierdza nas coraz mocniej w przekonaniu, że czynnikiem dla roślin najważniejszym jest w naszych warunkach fizjograficznych stopień żyzności gleby. Czynniki fizjograficz-

ne, rzeźba powierzchni, budowa geologiczna, hydrologia, stosunki klimatyczne, a nawet glebowe, wpływają tylko o tyle na roślinność, o ile odgrywają rolę w stosunkach żyzności podłoża. Stąd też myślą przewodnią całej pracy jest ocena żyzności poszczególnych siedlisk i dociekanie, jak każdy z czynników wpływa na żyzność gleby. Stąd też na wstępie każdego rozdziału podaję ocenę każdej grupy czynników w stosunku do świata roślinnego. Zagadnienia ściśle ekologiczne, jak i fizjologiczne nie leżą w zakresie niniejszej pracy. Wspominam na przykład, że sosna unika poziomu alkalicznej wody w glebie a dąb szypułkowy musi go mieć dla swego rozwoju, nie usiłuję natomiast badać przyczyn tego stanu rzeczy.

Pragnę wyrazić swą wdzięczność kolegom, B. Dobrzańskiemu, K. Koniowskiemu i A. Malickiemu, profesorom Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, za życzliwe rady przy przygotowaniu niniejszej pracy do druku.

### Zarys geomorfologii północnej krawędzi Podola Zachodniego

Nie mamy żadnych podstaw do twierdzenia, a nawet do przypuszczenia, że istnieje bezpośrednia zależność między rzeźbą powierzchni ziemi a rozmieszczeniem roślinności. Wyróżniamy wprawdzie rośliny górskie, podgórskie i niżowe, mamy jednak wszelkie dane, przemawiające za tym, że wpływ ukształtowania powierzchni ziemi na szatę roślinną jest bodaj wyłącznie pośredni. Przytoczone w obecnym rozdziale dane dowodzą, że wpływ ten jest wielostronny i zawiły. Przy rozważaniu wpływu powierzchni ziemi na szatę roślinną mamy najczęściej na myśli w geografii roślin wyniesienie nad powierzchnię morza i związane z nim stosunki klimatyczne. Występujące na krawędzi Podola różnice wysokości zdają się nie wpływać zupełnie na rozmieszczenie roślin; są one zbyt nikłe. Nie podobna się również dopatrzeć wpływu klimatu w zależności od wystawy zboczy. Pewne spostrzeżenia przemawiają wprawdzie za wpływem wyniesienia — na przykład na rozmieszczenie buka — a wystawy zboczy na rozmieszczenie roślinności stepowej, inne jednak dane te wnioski w zupełności przekreślają. Rzeźba powierzchni ziemi, a raczej czynniki z nią związane, wywierają jednak na rozmieszczenie roślinności wpływ nader doniosły. Możemy na krawędzi Podola naocznie stwierdzić, że inaczej się układa roślinność, — nawet przy bardzo zbliżonych warunkach klimatycznych i glebowych, — na przykład na kopulastych wyniesieniach a inaczej na płaskowyżach. Inny ma układ na małych a inny na większych górkach, inny na stromych a inny na połogich zboczach. Badanie tych zależności jest na krawędzi Podola szczególnie wdzięczne i stosunkowo łatwe.

Przy rozpatrywaniu rzeźby północnej krawędzi Podola jako środowiska ekologicznego musimy brać pod uwagę nie tyle jej główne zarysy, nie jej właściwe ukształtowanie, które ma swoje przyczyny w dawniejszych okresach geologicznych, lecz jej dzisiejszą powierzchnię. Geomorfologowie pomijają najczęściej w swych rozważaniach pokłady lessowe i piaszczyste, gdyż zasadniczo one na zarys krawędzi Podola nie wpływają; te ostatnie mają wszakże podstawowe znaczenie dla szaty roślinnej. Bez pokrywy lessowej miałaby krawędź powierzchnię o wiele bardziej urozmaiconą, bogaciej wyrzeźbioną, inny układ krążenia wód, inne gleby i inną roślinność.



**Ryc. 1.** Mapka obszaru północnej krawędzi Podola Zachodniego.  
Carte de la limite septentrionale de la Podolie occidentale  
(według mapy Janiszewskiego)

Wpływ rzeźby powierzchni ziemi uwidacznia się przede wszystkim w zróżnicowaniu nawodnienia. Ważnym czynnikiem jest również erozja, odsłaniająca różne skały. Gdyby krawędź Podola była w całości pokryta lessem lub miała jednolitą petrograficznie budowę, gdyby brak było na niej pokładów skał mocno wapiennych, roślinność jej byłaby jednostajna, podobna do roślinności Beskidów.

Krawędzią Podola nazywamy załamanie między Płytą Podolską a Nadbużem. Podole jest prawie płaską wyżyną, bardzo łagodnie nachyloną ku południowemu wschodowi, Nadbuże opada łagodnie ku północy

i jest pofalowane w „grzędy“ i „bruzdy“ o przebiegu równoleżnikowym. Krawędź sama, czyli granica między Podolem a Nadbużem, jest bardzo wyraźna. Podole opada ku Nadbużu stromym progiem o kierunku ogólnym południowo-zachodnim, północno-wschodnim. Oglądana od północy przedstawia ona jakby niskie wyniesienie górskie. Wyniesienia krawędzi przybrały na skutek erozyjnej działalności wód, rzeźbiących główny jej zarys, wywołany przez czynniki prawdopodobnie geologiczne, postać kopulastych wzgórz i wydłużonych grzbietów, o silnie na ogół wyrzeźbionych zboczach. Zbocza te są dość strome, zwłaszcza w podszczytowych swych częściach. A. J a h n ocenia nachylenie stoków w zachodniej części krawędzi na średnio  $30^\circ$ , na Kamule i Kamiennej Górze nawet na  $40^\circ$ , a część zachodnia krawędzi jest na ogół mniej stroma niż środkowa i większa część wschodniej. Różnica wyniesień wynosi nierzadko na przestrzeni jednego kilometra 200 m a nawet więcej. W wielu miejscach jest jednak nachylenie zboczy znacznie mniejsze. W niektórych odcinkach, zwłaszcza na zboczach nie pokrytych przez lessy, przybiera krawędź wygląd niemal wysokogórski. Nachylenie zboczy jest na ogół dość mocno zróżnicowane i rzadko tylko są one nachylone prawie jednostajnie od podnóża po szczyty. Zwykle są one urozmaicone terasowatymi spłaszczeniami, mającymi przyczynę głównie w różnej odporności skał na wietrzenie, a przede wszystkim w dużej twardości ławicy piaskowcowej i litotamniowej. Zróżnicowanie nachyleń zboczy jest zresztą w poszczególnych odcinkach krawędzi dość urozmaicone.

Zachodni odcinek krawędzi Podola, który jest częścią Roztocza, ma postać dość stromych górek. Najwyższe z nich to Zamkowa Góra we Lwowie (413 m) i Czartowska Skała. Zamkowa i sąsiadująca z nią Piaskowa Góra, mają tak dalece zniszczoną szatę roślinną, że nie wchodzi w rachubę w badaniach geobotanicznych. Resztki roślinności wskazują na występowanie ongiś na nich płatów stepowych. Rosną na nich jeszcze obecnie takie rośliny jak *Astragalus onobrychis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Seseli annuum* oraz nie spotykany poza tym na krawędzi Podola *Linum austriacum*. Zbliżała się ona prawdopodobnie do Kamiennej Góry koło Kurowic. Wobec położenia w samym mieście, pobierania piasku oraz deptania w ciągu wieków, musiała ta roślinność stepowa wyginać.

Czartowska Skała i inne wyniesienia okolic Lwowa — aż po okolice Bóbrki — zbudowane są z piasku, pokryte ławicą piaskowcową i otulone — z wyjątkiem niewielkich płatów — płaszczem lessu. Były one pierwotnie prawie w całości, i są w znacznej mierze do dziś, porośnięte przez bukowe lasy. Nawodnienie tych górek jest słabe a gleby na nich są wierzchem dość mocno wylugowane; stąd roślinność ma tu układ dość jed-

nostajny. Wpływ podłoża kredowego i piaskowcowego zaznacza się słabo, gdzie jednak wychodzi ono na powierzchnię, nabiera szata roślinna ciękawszych rysów. Zachodzi to w Winnikach i w niektórych miejscach Czartowskiej Skały. Pojawia się tu wiele roślin wapniowych, rzadszych lub nawet bardzo rzadkich, a cała roślinność odczuwa potężny wpływ dużej zawartości wapna w glebie i wysięków wapnistej wody. Okolice te wykazują niewiele większych zjawisk geobotanicznych, dużo natomiast drobniejszych. Przyczynowe ich wytłumaczenie jest możliwe dopiero na tle znajomości szaty roślinnej całej krawędzi. Roślinność przedstawia tu obraz dość jednostronny i pod wieloma względami skrajny. Pochodzi to ze stosunkowo słabego nawodnienia piaszczystego jądra wyniesień.



**Ryc. 2.** Widok na zachodni odcinek krawędzi Podola od strony północnej. Zdjęcie przedstawia najwyższe wyniesienie krawędzi z Kamulą pośrodku. Na pierwszym planie pofalowane przedpole, porośnięte pierwotnie przez bujne lasy dębowo-grabowe, na krawędzi samej lasy bukowe z domieszką grabu, przeważnie z *Carex pilosa* w runie. Strop kredy sięga tu wysoko, tak że wyniesienia zbudowane są głównie z marglu; pokryte są one prawie zupełnie przez lessy. Na rycinach 2—7 widać wyraźnie kopulaste kształty wyniesień, porośnięte zawsze przez buczyny.

La limite de la Podolie près Bóbrka. Les pentes sont ardues et couvertes de loess. Sur les élévations en forme de dômes (fig. 2 — 7) nous trouvons toujours les hêtraies.

W okolicy Bóbrki przechodzi Roztocze w właściwą krawędź Podola, a tym samym zmienia się ogólny kierunek zboczy na wschodni, z lekkim odchyleniem ku północnemu wschodowi. Wyniesienie krawędzi jest tu najwyższe, zwiększa się również ich nachylenie. Północne zbocza są



szczególne strome, dość gęsto pocięte parowami; nachylenie ich jest jednostajne, bez znaczniejszych załamania. W zachodniej części, od Chomu po Wapniarkę, są one pokryte płaszczem lessu i tylko na drobnych płatach wychodzą na powierzchnię pokłady starsze i bogatsze w wapno: senoński margiel, wapieniste piaski lub ławica piaskowca; również niewielkie przestrzenie są pokryte cienką tylko powłoką lessową. Szata roślinna jest na skutek tego na tym obszarze stosunkowo jednostajna. Porasta te wzniesienia prawie wyłącznie las bukowy lub bukowo-grabowy, o runie z panującym *Oxalis acetosella* lub *Carex pilosa*. Tylko margle, piaski i ławice skalne mają roślinność bardziej urozmaiconą. Rzadko



**Ryc. 3.** Widok na krawędź Podola, na wschód od Przemyślan. Stoimy na szczycie wyniesienia nad Kurowicami i patrzymy w kierunku wschodnim. Po prawej stronie rysuje się krawędź Podola w postaci kopulastych wyniesień z lasami bukowymi, w środku obrazu i po lewej stronie płaski krajobraz Nadbuża. Na dalekim widnokręgu ledwo widoczna Żulicka Góra.

La limite septentrionale de la Podolie entre Przemyślany et Żłoczów.

spotyka się tu buczyny z *Dentaria bulbifera* i *Corydalis cava*, wyjątkowo — na południowych zboczach — małe polanki z roślinnością stepową.

Jednostajną roślinność na tym odcinku przerywają w paru miejscach małe skaliste górkę, wysunięte nieco na przedpole. Najważniejsze z nich to Kamienna Góra koło Kurowic i tejże samej nazwy górkę koło Romanowa. Brak na nich pokrywy lessowej, roślinność jest tu również inna. Zamiast jasnej zieleni bukowych lasów spotykamy na nich ciemne sośniny ze stepowymi roślinami w runie, a wśród niej rzadkie na krawędzi *Andro-*

*pogon ischaemon* i *Dianthus pseudoserotinus*. Na stromych stokach tych gór, otoczonych lasami lub polami ornymi, zachowała się w dość pierwotnym stanie roślinność stepowa, przy czym polany stepowe są porośnięte z rzadka przez drzewa i krzewy, żyjące w pełnej zgodzie z roślinami niewątpliwie stepowymi.

Doliny rzek i potoków przebiegają w zachodnim odcinku krawędzi na ogół prostopadle do krawędzi i głębiej się w nią zwykle nie wcinają. Dopiero od okolic Wapniarki na wschód sięgają doliny rzek głębiej w obręb krawędzi. Tworzą one albo dość szerokie jakby zatoki nadbużańskiego niżu, gołogórską i złoczowską, albo też wcinają się głęboko węższymi dolinami pomiędzy Żulicką, Świętą i Białą Górę. Ogólny kierunek krawędzi przebiega na południku Złoczowa prawie południkowo. Od masywu Podola wysuwają się półwyspowate odgałęzienia Łysej i Białej Góry, Żulicka zaś i Święta stoją odosobnione jako góry-świadki. Strome zbocza tych gór, zwrócone głównie na południe i północ, wolne są od pokrywy lessowej lub mają ją tylko na bardziej płaskich miejscach; świecą one nagimi zboczami margłowymi. Dzięki dużej zawartości wapna w glebie i osobliwym warunkom nawodnienia stanowią one najciekawszą pod względem geobotanicznym część środkowego odcinka krawędzi. Porastają je częściowo lasy bukowo-grabowe o urozmaiconym i bogatym runie, częściowo roślinność stepowa, również bardzo bogata i urozmaicona.

Przedpole krawędzi między Lwowem a Oleskiem jest zasypane grubą pokrywą piasków i glin, pochodzących z rozmywania krawędzi, częściowo przysypane lessem i prawie w całości zajęte pod pola orne; gdzie zaś zachowały się lasy, są one zbyt zniszczone i mało się nadają do szczegółowych badań. Jedynie na małych płatach wychodzi na wierzch podłoże margłowe, na przykład koło Winnik i Słowity.

Roślinność na tych margłowych płatach jest urozmaicona i bogata w gatunki, o ile oczywiście nie została zbyt zniszczona. Zachodnia część przedpola jest mocniej wyrzeźbiona i lepiej odwodniona, jednak dzięki znacznej miąższości podłoża i dużej pojemności wodnej jest wilgotniejsza. Porastały je pierwotnie bujne lasy dębowo-grabowe, w miejscach wilgotniejszych lub podmokłych — wzdłuż dolin rzecznych — łągi olchowe, dębowe a zapewne również wiązowe. Na bardzo wilgotnych, piaszczystych, dobrze odwadnianych, a więc łągowanych i zakwaszonych miejscach, pojawiają się z rzadka zaczątki torfowisk wysokich, na przykład w Peczeni koło Mikołajowa. Na miejscach bardziej wilgotnych wytworzyły się na miejscu łągów moczary, nierzadko z utrudnionym odpływem wody, zajęte przez moczarowate łąki.

Wschodnia część przedpola, na wschód od Glinian i Słowity, jest prawie płaska. Na podłożu marglowym zalegają tu niegrubą warstwą piaski, szczyrki lub rumosze marglowe, podglebie jest płytkie i nieprzepuszczalne. Tu i ówdzie biją denne źródła o zimnej i wapnistej wodzie, w dolinach i zagłębieniach tworzą się zastoiska wodne i błota. Miejsca nieco wyniesione są suche, pokryte warstwą rędziny nieznacznej miąższości, o urodzajnej, przewiewnej i żyznej glebie. Porastały je pierwotnie, zależnie od stosunków nawodnienia, bory dębowe z domieszką roślinności wapniowej i częściowo zapewne sosnowe lasy z runem leśnym, wilgotne obniżenia zajmowały dębowe, a zapewne i wiązowe łęgi. Lasy te zostały wyniszczone i zajęte pod rolę lub łąki; jedynie na głębszych piaskach zachowały się resztki sosnowych borów.

W środkowej części przedpola, koło Glinian i Białego Kamienia, pojawiają się dość niespodziewanie na tym obszarze wydmy. Mają one, o ile nie zostały zniszczone przez człowieka, typowy wygląd paraboliczny,



**Ryc. 4.** Widok na Łysą Górę koło Złoczowa od strony zachodniej. Przedpole i wyniesienie zbudowane jest z senońskiego marglu, z cienką — na zdjęciu niewidoczną — ławicą skalną na szczycie. Na pierwszym planie moczarowata łąka na miejscu olchowego łęgu, w głębi pola orne, porośnięte ongiś przez lasy dębowe. Na samej Łysej Górze widzimy bukowe lasy na jej stronie północnej i w zagłębieniach zboczy południowych, poza tym duże płaty stepowe. Na stromym załamaniu zboczy, nieco powyżej połowy obrazu, przebiega „dolny poziom wodny”. Sama nazwa Łysej Góry przemawia za tym, że istniały tu polany stepowe, większość stepów jest tu jednak niewątpliwie pochodzenia wtórnego, na miejscu wyrąbanych buczyn. Las bukowy styka się tu bezpośrednio ze stepem.

Łysa Góra (Mont Pelé) près Złoczów. Les steppes sur les pentes sud de marne, et les hêtraies sur les pentes exposées au nord et dans les dépressions.

a piasek ich jest dość zasobny w wapno. Porastają je sosny o pięknym kolumnowym wzroście, z runem dość urozmaiconym, miejscami borowym, — na glebach wilgotniejszych i wylugowanych, — miejscami ze zwykłą roślinnością piaskową, gdzieś z domieszką składników stepowych. Obszar wapnistych piasków jest nader wdzięczny przy badaniach geobotanicznych, na nieszczęście roślinność na nich jest zwykle bardzo wyniszczona.

Na wschód od Oleska wraca krawędź znów do kierunku prawie równoleżnikowego, z lekkim odchyleniem ku północnemu-wschodowi. Zbocza jej są strome lecz pokryte przez lessy, z ubogą i dość jednolitą roślin-



**Ryc. 5.** Łysa Góra koło Złoczowa od strony południowej. W dole zatoka gółgórska, porośła pierwotnie przez łęgowe lasy, dziś zajęta przez inocharowate łąki. Powyżej jasny pas pól ornych na miejscu dębowych lasów, jeszcze wyżej, na stromych zboczach, ciemniejszy pas stepów; na płaskowyżu szczytowym bukowe lasy. Na zboczach białe plamy marglu na miejscach erodowanych. górą zarysowuje się wyraźnie piaskowcowa ławica, przysypana cienką warstwą lessu.

Łysa Góra près Złoczów vue du sud. Les pentes ardues de la marne sont couvertes par les steppes, au dos de la montagne nous voyons les hêtraies.

nością leśną, zbliżoną w swym składzie do okolic Kamuły. Na skutek gęstego zaludnienia jest roślinność tego odcinka bardzo zniszczona. Wychodnie marglu i nagie tu i ówdzie skałki piaskowcowe, na przykład w Hucisku Brodzkim, porośłe przez bogatszą i ciekawszą roślinność, przedstawiają zubożały obraz gór między Złoczowem a Oleskiem i nie wzbudzają większego zaciekawienia.

Przedpole tej części krawędzi opada łagodnie ku północy, jest słabo pofalowane i pokryte dość grubą powłoką glin. Było ono porośłe pierwotnie przez bujne lasy dębowo-grabowe. Na północ od linii kolejowej do Brodów

jest podłoże przeważnie piaszczyste i porośnięte przez sosnowe, miejscami podmokłe bory. Oderwana od głównej linii krawędzi, leżąca na południe od Brodów Makutra, przypomina pod względem szaty roślinnej górkę między Złoczowem a Oleskiem i jest porośnięta przez step. Przyczyną tego jest marglowe podłoże i czapa wapnistego piaskowca na szczycie. Dzisiejsza roślinność Makutry jest zresztą niewątpliwie wtórna. Pokrywał ją pierwotnie prawdopodobnie las bukowy z bogatym podszyciem krzewów, jedynie z domieszką roślinności stepowej na najbardziej stromych południowych zboczach.

Od Boratyńskiej Góry koło Brodów po dolinę Ikwy pod Dunajowem zaznacza się krawędź w krajobrazie dość słabo. Przybiera ona postać prawie równego płaskowyżu; ku południowi przechodzi miejscami nieznacznie w płytę podolską a ku północy opada już to stromym już to dość łagodnym zboczem. Tak sam płaskowyż jak i zbocza są pokryte dość grubą powłoką lessu, stąd roślinność jest znów jednorodna. Margiel wy-



**Ryc. 6.** Środkowy odcinek krawędzi Podola między Gołogórami a Oleskiem. Na pierwszym planie bardzo wilgotny step kwiatny na linii wysięku wód wglębnych; duży krzew to *Rhamnus cathartica*. Na dalszym odgałęzieniu góry miernie wilgotny step kwiatny, częściowo zaorany. W głębi płaska „bruzda”, porośnięta pierwotnie przez łęgowe lasy, dziś zajęta w suchszych miejscach pod rolę, w wilgotniejszych przez podmokłe łąki. Na dalekim widnokręgu rysują się odosobnione góry: Żulicka, Święta i Biała, z płacami stepów na południowych zboczach bez lessowego pokrycia, poza tym z resztkami lasów na grzbiecie i zboczach lessowych.

La limite de la Podolie entre Gołogóry près Złoczów et Olesko. Le steppe humide au premier plan, les montagnes Żulicka, Święta et Biała, couvertes de steppes sur les versants sud. et de hêtraies au dos et sur les pentes couvertes de loess.

chodzi tu na powierzchnię tylko wyjątkowo, mimo że jego pokład wznosi się tu wysoko. Pokrywa go prawdopodobnie niegruba ale lita ławica piaskowca; powoduje ona tworzenie się płytkiego poziomu wodnego. Na wysuniętych półwyspowato odgałęzieniach płyty podolskiej pokrywy skalnej brak, margiel jest przepuszczalny, stąd poziom wodny zalega w nich niesłychanie głęboko. We wsi Budy sięgają studnie na rzadko u nas spotykaną głębokość około 100 metrów.

Na przestrzeni pomiędzy Brodami a doliną Ikwy zachodzi ważne geobotaniczne zjawisko: zanikanie buka i zastępowanie go przez dęba, i to tak na wyniesieniach jak i na zboczach. Na wschód od Białej Góry nie tworzy już buk większych lasów lecz niewielkie tylko skupienia, kępy lub rośnie tylko pojedynczo, prawie wyłącznie na wysuniętych półwyspach oraz na zboczach stromych parowów, nierzadko na miejscach piaszczystych, gdzie ułatwione jest wsiąkanie



**Ryc. 7.** Środkowy odcinek krawędzi między Oleskiem a Gologórami od strony północnej. Patrzymy z południowego stoku Białej Góry w kierunku południowym i widzimy północne zbocza Świętej Góry (na lewo), Żulickiej (pośrodku) i część Łysej Góry nad Lackiem na dalekim widnokręgu. Zbocza te porasta las bukowy. Na prawo prawie płaskie przedpole krawędzi, zbudowane z marglu i tylko cienko pokryte przez szczyrki i piaski a w dolinach rzek przez borowiny. W obniżeniu między Białą a Świętą Górą — w lewej części obrazu — bór dębowy na płytkich piaskach z poziomem wilgotnym w głębi, na płaskim stożku nasypowym z piasku bez poziomu wilgotnego — ciemny płat sosnowego boru. Na dalekim planie smuga łęgów nad Bugiem. Les montagnes Święta, Żulicka et Łysa sur la limite de la Podolie entre Olesko et Złoczów. Les hêtraies sont visibles sur les pentes exposées au nord, et les chênaies et les pineraies sur les terrains plans.

wody i opadanie jej w głąb. Wyszukuje on tu siedliska wyraźnie suchsze a nie wykazuje zupełnie zależności od stosunków klimatycznych. Spotykamy go bowiem tak na szczytach wyniesień jak i w zacisznych parowach. Dąb rośnie tu na siedliskach z wyraźnym poziomem wilgotnym w glebie, również zupełnie niezależnie od miejscowych warunków klimatycznych.

Przedpole krawędzi pomiędzy Brodami a doliną Ikwy należy do obszarów najbardziej ciekawych pod względem geobotanicznym. Jest ono — zwłaszcza w okolicach Brodów, Radziwiłłowa, Werby i u podnóża Wzgórzy Pełczańskich — prawie równe, płaskie lub nieznacznie pofalowane. Podłoże marglowe leży tu płytko lecz jest — rzecz dość dziwna — stosunkowo luźne i przepuszczalne. Nie sprzyja ono tworzeniu się poziomu wodnego na miejscach choćby nieznacznie wzniesionych ponad otoczenie. Margiel jest tu pokryty miejscami cienką pokrywą piaszczystej glinki, gdzie indziej piaskami, usypanymi nierazdko w wydmy. Podłoże



**Ryc. 8.** Północne zbocza Wzgórzy Krzemienieckich. Na pierwszym planie prawie płaskie przedpole marglowe płytko przysypane przez rumosze i szczyrki, w oddali północne zbocza Maślatyna z białymi plamami piasków odsłoniętych przy wyłomie kamienia. Na widnokręgu dwa kopulaste wyniesienia Łysej (Sokolej) Góry nad Kulikowem. Na szczycie Maślatyna ławica piaskowcowa z dębowym lasem. Przedpole porastały pierwotnie „głodujące dębowe bory”, na obwodziegórek widać resztki lasów dębowych z bujnym podszyciem krzewów, na ich zboczach od strony północnej lasy mieszane na piasku i grabowo-lipowe na lessie; od strony południowej niewidoczne na zdjęciu „bory zboczowe”. Należy zwrócić uwagę — podobnie jak w rycinach następnych — na płaskość powierzchni szczytowych.

Les collines dites Wzgórza Krzemienieckie près Krzemieniec. Les élévations sont planes au dos et couvertes de chênaies.

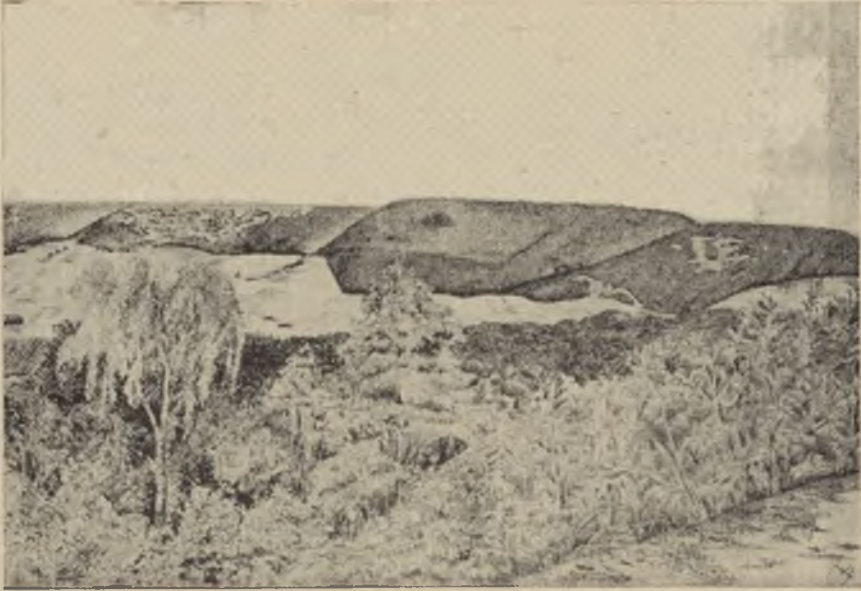
to jest na skutek słabego wylugowania bogatej w wapno gleby stosunkowo żyzne i na dużych przestrzeniach wybitnie suche, najsuchsze oczywiście na głębokich piaskach. Małe nawodnienie i sytkość piasku powoduje dużą jego ruchliwość, stąd łatwo się tu tworzą wydmy. Koło Leszniowa dochodzą one do kilku, a nawet do kilkunastu metrów wysokości. Wydmy te mogą po wylesieniu wędrować i dzisiaj. Taka wędrująca wydma zagrażała przed kilkadziesiąt laty Brodom i tylko wielkim wysiłkiem udało się ją zatrzymać drogą zalesienia. Piaski te są dość bogate w wapno lecz na miejscach zalesionych ulegają ługowaniu; sięga ono jednak niezbyt głęboko.

Wydmy z wapnistego piasku i szczyrki na marglowym podglebiu stwarzają dla roślin osobliwe i rzadko spotykane warunki siedliskowe; gleby żyzne lecz suche. Porastają je swoiste typy lasów i borów. Należy do nich las sosnowy z runem leśnym, złożonym z gatunków częściowo wyraźnie higrofilnych, na przykład *Circaea alpina*, i to mimo suchego podłoża. Na glebach piaszczystych ma runo skład borowy nierzadko z domieszką osobliwych gatunków, jak *Gymnadenia cucullata* lub *Goodyera repens*, niekiedy wyraźnie wapniowych, a nawet stepowych, jak *Linum flavum* lub *Adonis vernalis*. Sosna ma w tych lasach i borach doskonale warunki wzrostu, dorasta ogromnych rozmiarów, niezwyklej, iście masztowej wysokości, wytwarza prosty i pięknie wykształcony pień, drewno jej jest wysokiej jakości. Dowodzi to, że żyzne a suche podłoże jest dla sosny najlepszym siedliskiem.

Obszary lepiej nawodnione, z poziomem wilgotniejszym w glebie — niekiedy ledwo się zaznaczającym i niełatwym do stwierdzenia — na marglu bardziej zbitym i nieprzepuszczalnym, omija sosna zupełnie. Porastają je „głodujące bory dębowe“, skarłate, widne dębiny, z drzew zaledwie 20—30 cm średnicy mimo stu a nawet więcej lat. W niżej położonych miejscach i zagłębieniach jest nawodnienie obfitsze a poziom wodny w glebie bardzo wyraźny. Tworzy się na nich warstwa żyznej rędziny o odczynie zasadowym. Porastają je bujne lasy dębowe, niekiedy z domieszką czarnej olchy. Runo ma w nich skład mieszany, łęgowo-leśny, rzadziej łęgowo-borowy. Rozmieszczenie drzew zależy tu od stosunków nawodnienia, skład runa od żyzności i odczynu gleby. Płytka gleba, słaba adsorbcja wody i duża przepuszczalność podłoża powodują duże zróżnicowanie siedlisk mimo słabego wyrzeźbienia powierzchni ziemi. Dlatego też spotykamy tu w bezpośrednim nawet sąsiedztwie, bardzo różne zbiorowiska roślinne, od zaczątków torfowisk wysokich do bagienek wypełnionych bardzo żyzną rędziną lub borowiną, porośniętych przez roślinność eutroficzną.



Najbardziej zróżnicowany odcinek krawędzi Podola, tak pod względem krajobrazowym, rzeźby powierzchni ziemi, budowy geologicznej, stosunków nawodnienia jak i szaty roślinnej, przedstawiają **Wz g ó r z a K r z e m i e n i e c k i e**. Odmienną od reszty krawędzi jej postać powoduje twardsza i lepiej wykształcona ławica piaskowca i stosunkowo cienka pokrywa lessowa. Wzgórza Krzemienieckie przedstawiają prawie równy płaskowyż, opadający stromo i mocno wyrzeźbiony od strony północnej



**Ryc. 9.** Widok na Wzgórza Krzemienieckie z północno-zachodniej części Maślatyna. Na pierwszym planie ławica skalna, poniżej odradzający się po wyniszczeniu przez kamieniołom las. Na widnokręgu Strachowa Góra, porożciniana debrzami od strony północnej, z płaską powierzchnią szczytową. Na płaskowyżu zachowały się częściowo do dziś dębiny z bogatym runem, na zboczach rosną lasy o różnym składzie, zależnie od wystawy i nawodnienia. Na południowo-zachodnich zboczach wysuniętych półwyspów widać płyty roślinności stepowej na miejscach pozbawionych lessu. Na pierwszym odgałęzieniu od prawej strony, na małej górcie, a więc o niewielkiej pojemności wody — duża polana stepowa z pojedynczymi okazami lipy drobnolistnej i dębu bezszypułkowego na liniach podsięku w wody. Na drugiej górcie — o większej powierzchni szczytowej — ciemna plama sośniny ze stepowym runem zamiast stepowej polany. Na trzecim odgałęzieniu jest roślinność pierwotna zupełnie zniszczona, na ostatnim odgałęzieniu — całkiem po lewej stronie — znów polanka z roślinnością stepową. Poniżej małej Igorki po prawej stronie — z dużą polaną stepową — płat stepu na podłożu marglowym.

Vue aux Wzgórza Krzemienieckie d'ouest. Les pentes sont couvertes par les forêts diverses sauf de petites enclaves occupées par les steppes dans les endroits privés de loess.

i zachodniej, a opadający stosunkowo łagodnie ku południowemu wschodowi. Obok głównego masywu, otaczającego Krzemieniec i przeciętego doliną Ikwy, wznoszą się od zachodniej i północnej strony odosobnione górki: Boża, Sokola i Ostra Góra oraz Maślatyn. Wszystkie one mają podstawę z turońskiego marglu, część ich górna jest zbudowana z piasku i nakryta pokrywą skalną. Środkowa część Wzgórzy ma brzeg zachodni i północny wycięty w półwyspowate grzbiety i głębokie doliny o stromych, częściowo piaszczystych, częściowo skalistych zboczach. Są one niekiedy tak strome, że przedstawiają krajobraz niemal wysokogórski, w zmniejszonych oczywiście rozmiarach. Niektóre odgałęzienia płaskowyzu mają postać jakby osobnych górtek; najbardziej z nich znana jest Góra Bony w Krzemieńcu.

Znamienną cechą Wzgórzy Krzemienieckich jest swoiste na nich rozmieszczenie osadów lessowych. Stołowate powierzchnie wyniesień i zbocza południowe i zachodnie są albo zupełnie wolne od pokrywy lessowej albo pokryte tylko cienkim ich płaszczem, zbocza o innej wystawie oraz doliny położone wewnątrz Wzgórzy są przez nie grubo zasypane. Rozmieszczenie pokrywy lessowej jest tu w szczególności bardzo zawile i stoi niewątpliwie w związku z miejscowymi wiatrami w czasie jego powstawania. Szczególnie grube osady lessu osadziły się w „miejscach ciszy“, w głębokich dolinach, położonych w środkowej części Wzgórzy, oraz na zboczach południowo-wschodnich. Lessy te zostały częściowo zmyte, osarżone na dnie dolin i wtórnie przepłukane aż do kredowego dna przez płynące wody. Tak różnorodne warunki siedliskowe sprzyjają wielkiemu zróżnicowaniu się roślinnej pokrywy.

Strome zbocza skalne i osypiska piaszczyste porasta — jako zasobne w wapno, — roślinność stepowa. Na tym samym podłożu lecz w miejscach już wylugowanych z wapna, ocienionych przez drzewa i wilgotniejszych, rosną lasy i bory o bardzo urozmaiconym runie, na lessach — jak wszędzie — stosunkowo jednostajne lasy. Na ławicach piaskowcowych nie zdoła się las osiedlić na skutek zbyt płytkiej gleby, na południowych, słonecznych zboczach utrudniają mu życie stosunki klimatyczne, oraz mała pojemność wodna podłoża i duże nawapnienie. Możemy z dużym prawdopodobieństwem przypuszczać, że może się na tych miejscach utrzymać roślinność stepowa mimo zmian w stosunkach klimatycznych. Były one zawsze bogate w wapno, las nie mógł ocieniać wysokich skałek a południowe zbocza były stosunkowo ciepłe. Możemy nawet przypuszczać, że na tych skałkach leży odwieczny ośrodek rozmieszczenia stepowo-skalnej roślinności.



**Ryc. 10.** Maślatyn koło Krzemieńca. Południowa stroma ściana ławicy piaskowcowej z roślinnością stepową w szczelinach i na półkach skalnych. Poniżej strome piaszczyste zbocze. Na dalszym planie płaski krajobraz przedpola, zbudowany z marglu i płytko pokryty przez szczyrki, porośły pierwotnie przez głodne dębowe bory. Na dalszym planie bory sosnowe na piaskach nad Ikwą, poza nimi resztki łęgów. Na widnokręgu Boża Góra, pokryta częściowo przez lasy liściaste o różnym składzie, częściowo przez sośniny, z małymi płatami stepu na ławicy skalnej.

Pente rocheuse sur la limite de la Podolie près Krzemieniec, avec une végétation steppique. Au horizon la colline Boża Góra.

Przedpole Wzgórz Krzemienieckich stanowi przedłużenie płaskiego przedpola okolic Brodów. Odcina się ono nader ostro od zboczy krawędziowych i podchodzi w postaci prawie równej płaszczyzny pod same Wzgórz Krzemienieckie. Jest ono prawie równe, słabo wyrzeźbione, zbudowane z marglu, miejscami zupełnie wolne od młodszych osadów, miejscami przysypane cienkim pokładem piasku, szczyrku lub glinki, to znów z gniazdami, pasami lub większymi płatami piasków i wydym, w dolinach rzek z osadami borowin. Od przedpola okolic Brodów różni się mniejszą na ogół miąższością namarglowych osadów i płytszym zwykle poziomem wodnym. Płytki poziom wód glebowych wyklucza z tych obszarów sosnę lub ogranicza ją do wyniesień i wydym a sprzyja rozwojowi dęba.



**Ryc. 11.** Krawędź Podola na wschód od Smygi. Stoimy na płycie skalnej nad Huciskiem, zwróceni ku zachodowi. Po lewej stronie zbocza krawędziowe, w oddali stroma krawędź koło Krzemieńca, na widnokręgu Boża Góra. Przedpole zasypane piaskami i porośnięte przez sosnowe bory. Cały krajobraz roślinny prawie pierwotny.

La limite septentrionale de la Podolie près Krzemieniec. Les pineraies sur le sable et les forêts foliacées sur les pentes.

Przykrawędziowe obszary tego przedpola obfitują w wydmy i osady piasku; zajmują one tu dość znaczne przestrzenie, zwłaszcza w okolicach Liszni. Powstały one niewątpliwie z materiału miejscowego, z miocenijskich piasków krawędziowych. W okolicy Liszni łączą się one bezpośrednio z piaszczystymi zboczami krawędzi, w innych miejscach straciły one

z nimi połączenie lub stanowią resztki gór-świadców. Zróżnicowane stoki nawodnienia, ługowania, domieszki wapna i próchnicy stwarzają na nich nader urozmaicone i często swoiste warunki dla życia roślin. Porastają je najczęściej dębowe bory z domieszką roślin wapniowych w runie.

Wzgórza Krzemienieckie obniżają się stopniowo ku wschodowi i w okolicy Szumska tracą swój rys krajobrazowy. Zasypane one są coraz szczelniej pokrywą lessową lub rumoszem skalnym, stwarzają coraz mniej zróżnicowane siedliska dla roślin. W okolicy Szumska spotykamy tylko małe płaty kredowych zboczy, z roślinnością stepową. Na podłożu drobnoziarnistym rosną tu resztki bujnych ongiś dębowych lasów, na płaskich obszarach kredowych i piaszczystych prawie zawsze



**Ryc. 12.** Krajobraz koło Huciska, na wschód od Smygi. Odosobnione wyniesienie bez pokrywy lessowej, stąd strome jego zbocza.

Une élévation isolée près Smyga. Les pentes sont dépourvues de loess et ardues.

bory. Jedynie na bardzo zbitym podłożu marglowym, gdzie las nie zdoła się osiedlić, spotykamy tu i ówdzie skupienia roślinności stepowej.

Grzędy Nadbuża i Wzgórza Pełczańskie mają budowę i szatę roślinną zbliżoną do krawędzi i dostosowaną do budowy podłoża. Pokryte przez lessy wyniesienia porastały pierwotnie lasy, piaszczyste wzgórza i wydmy prawie wyłącznie bory sosnowe. Południowy skłon Wzgórzy Pełczańskich ma szatę roślinną zbliżoną do zboczy krawędziowych, północne ich zbocza są zasypane przez lessy i były pierwotnie porośnięte przez lasy.

Południowe zbocza przykrawędziowych wyniesień są prawie w całości pokryte przez lessy i mają roślinność dość jednostajną, typowo leśną. Badanie ich nie leżało w zakresie tej pracy, stąd ograniczyłem się do kilku tylko na nie wycieczek. Nie uwzględniłem również właściwego płaskowyżu Podola. Był on w północnej swej części porośnięty przez bujne lasy dębowo-grabowe; dziś zachowały się z nich tylko resztki.



**Ryc. 13.** Odosobnione wyniesienie krawędzi w okolicy Huciska na wschód od Smygi. Zbocza jego są strome i pozbawione pokrywy lessowej, jak u wszystkich prawie wyniesień wysuniętych na przedpole krawędzi; stąd śmiałe jego formy i mocne rozdebryzenie. Na widnokręgu właściwa krawędź Podola pokryta przez less, stąd o łagodniejszych formach. Na obszarach bezlessowych rosły pierwotnie na szczytowych płaszczyznach lasy dębowe a na zboczach mieszane o urozmaiconym runie, na pokrytych przez lessy — lasy lipowe z grabem.

Une élévation isolée près de Krzemieniec. Les pentes ardues au premier plan sont privées de loess, et elles sur la limite proprement dite au dernier plan, sont couvertes de loess et assez douces.

### Zarys budowy geologicznej

Znajomość budowy geologicznej jest nader ważna dla geografii roślin. Różne pokłady mają różny skład petrograficzny, różne przewodnictwo i adsorbcję wody, w różny sposób wietrzeją i tworzą różne rodzaje gleb. Wpływ geologicznego ukształtowania podłoża sięga jednak głębiej. Układ warstw i ich tektonika przesądza w dużej mierze krażenie wód wglębnych,

tworzenie się źródeł i poziomów wodnych, spękania i szczeliny skalne sprzyjają wsiąkaniu wody w głąb, w innych wypadkach powodują jej wsiąkanie lub wyciek. Przesiłekujące wody rozpuszczają różne składniki skalne i wmywają je w głąb lub wynoszą je na powierzchnię, zmieniając często zupełnie własności gleb. Jedne pokłady zatrzymują wody, w innych gromadzi się ona w znacznej ilości a w odpowiednich warunkach wycieka. W badaniach geobotanicznych musiny więc poznać nie tylko skład petrograficzny warstw wierzchnich ale i wgłębnych, tektonikę i stratygrafię danego obszaru.

Sposób badania stosowany w geologii najczęściej nam nie wystarcza. Wiele zjawisk ważnych dla geologa może być bez znaczenia dla szaty roślinnej, a duże znaczenie mogą mieć szczegóły dla geologii mniej istotne. Stąd też opis niniejszy nie jest nawet zarysem właściwej budowy geologicznej, jest tylko próbą przedstawienia wpływu budowy geologicznej na roślinność. Obszar krawędzi Podola daje nam pod tym względem obraz szczególnie przejrzysty i pouczający.

Budowa geologiczna krawędzi Podola jest prosta w głównych zarysach, urozmaicona natomiast w szczegółach. Skład petrograficzny poszczególnych pokładów jest na ogół bardzo jednolity, różne są jednak stosunki ich nawodnienia, krążenia wód i adsorpcji. Sam skład petrograficzny nie przesądza jeszcze składu szaty roślinnej, bardzo mocno jednak na nią wpływa. Wszystkie pokłady na badanym obszarze są dość bogate w wapno i stwarzają warunki dla życia roślin podobne; najważniejsze zatem będzie przy naszym opisie zaznajomienie się z wpływem budowy geologicznej na stosunki krążenia wód wgłębnych.

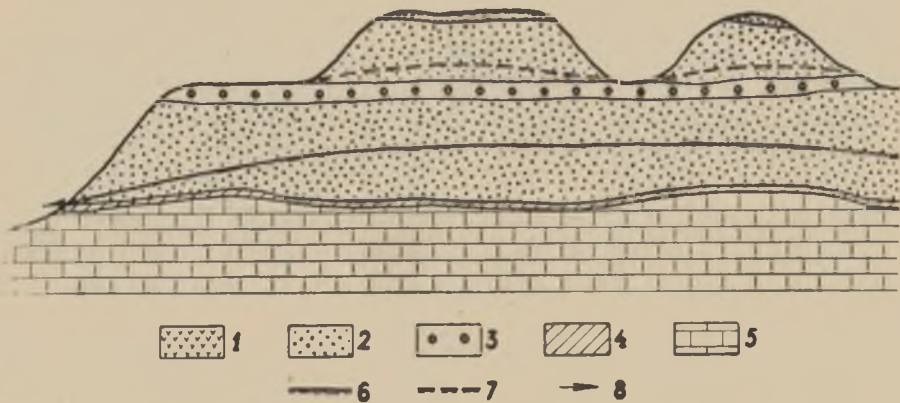
Krawędź Podola budują trzy poziomy geologiczne: 1) senoński i turoński margiel, 2) trzeciorzędowe pokłady piasków, piaskowców i litotamniów, 3) dyluwalne lessy na zboczach i wyniesieniach i przemyte ich pokłady na przedpolu. Ponadto występują tu aluwialne rumosze i pokłady pochodzenia przynajmniej częściowo organicznego, borowiny i zaczątki torfowisk.

Pokłady marglu leżą prawie poziomo i są bogate w węglan wapnia. Na powierzchnię wychodzą one na zboczach i na niektórych płatach przedpola; przeważnie są one pokryte przez osady młodsze. Skład i miąższość pokładów trzeciorzędowych jest dość urozmaicona. Na pewnych obszarach zalegają one grubymi pokładami, gdzie indziej miąższość ich jest niewielka. Pokrywa je prawie zawsze ławica piaskowcowa, litotamniowa lub też pokład dość luźnych buł wapiństo-piaskowcowych. Na nich leży warstwa lessu, rumoszu, niekiedy ilów lub borowin.

Wymienione pokłady ciągną się wzdłuż całej krawędzi lecz zaznaczają się różnie w jej poszczególnych odcinkach, różną odgrywają rolę

w krajobrazie i szacie roślinnej. Pokład senońskiego marglu został w okresie paleogenu mocno wyrzeźbiony przez erozję, różnie w różnych odcinkach dzisiejszej krawędzi. Na tej powierzchni kredowej osadziły się pokłady piasków, piaskowców i litotamniowych wapieni i wyrównały kredową powierzchnię. Wyniesienie powierzchni kredowej jest różne, nawet na bardzo zbliżonych miejscach, stąd też miąższość piasków jest bardzo różna, niekiedy nawet na sąsiadujących górkach, a nawet na tym samym wyniesieniu. Dlatego też jest krawędź Podola zbudowana w różnych odcinkach z różnych pokładów. Ma to bardzo duży wpływ na szatę roślinną.

Wyniesienie bezwzględne pokładu marglowego i miąższość piasków trzeciorzędowych wykazuje na krawędzi Podola dość wyraźną symetrię. W jej części środkowej, na południku Złoczowa, uległy pokłady marglu stosunkowo słabej erozji w paleogenie, stąd wznoszą się one wysoko, prawie po szczyty wyniesień; pokłady trzeciorzędowe mają tu niewielką



**Ryc. 14.** Przekrój przez Zamkową i Piaskową Górę we Lwowie.

Profil géologique et hydrologique d'une colline près Lwów.

1. Ławica piaskowcowa — Banc rocheux. 2. Piaski — Sables. 3. Ławica litotamniowa — Banc rocheux. 4 i 5. Margiel senoński — Marne d'âge sénonien. 6. Główny poziom wodny — Horizon humide principal. 7. Słaby i okresowy poziom wilgotny — Horizon humide peu marqué. 8. Źródło — Source.

Przekrój geologiczny według Łomnickiego.

Przekrój ten przedstawia nam stosunki geologiczne i hydrologiczne w najbardziej zachodniej części krawędzi. Na dole zalegają prawie poziomo warstwy senońskiego marglu, wierzchem zwietrzałe, na nich gruby pokład piasku, powyżej ławica litotamniowa, na niej znów pokład piasku, na wierzchu ławica piaskowcowa. Less nie występuje — jak zwykle na odosobnionych wyniesieniach. Powyżej nieprzepuszczalnych ławic zarysowują się wilgotniejsze poziomy w kształcie płasko-wypukłej soczewki, wysiąkające na zbocza, mocniejszy powyżej stropu kredy, słabszy powyżej ławicy litotamniowej. La figure nous présente la structure géologique et les horizons humides dans les collines près Lwów.



tylko miąższość. Na obu skrzydłach tego wyniesienia marglowego, na zachodzie i wschodzie krawędzi, wznoszą się pokłady marglowe niewiele ponad poziom przedpola. Osadziły się na nich grube pokłady piasków. Zajmują one rozległe przestrzenie i one to budują głównie wyniesienia krawędzi. Piaski te są zwykle przykryte ławicą piaskowcową nieznacznej na ogół miąższości. Przedpole nie posiada — poza grzędami — osadów piasku, tym więcej brak ich w dolinach Nadbuża. Obecność wydm na tym obszarze przemawia jednak za tym, że istniały tu dawniej przynajmniej wzgórki piaszczyste. Nie są one pochodzenia dyluwialnego, gdyż zawierają znaczną ilość wapna, podobnie jak piaski na samej krawędzi Podola.

Powierzchnia senonu została przed osadzeniem się piasków bardzo bogato wyrzeźbiona, stąd wyniesienie jej zmienia się w różnych odcinkach krawędzi w granicach około 120 m (Zierhoffer A., Jahn A., Tokarski A.). Wobec przykrycia przez piaski i lessy jest ta powierzchnia trudna do odczytania. W okolicach Lwowa wznosi się powierzchnia margli, według Łomnickiego do 280, 290—340 m npm., według Siemiradzkiego 280—320 m. Na skład szaty roślinnej wpływa tu margiel w niewielkiej tylko mierze. Roślinność zielna nie odczuwa wpływu wapna i podcieku wody a tylko w rozmieszczeniu drzew można stwierdzić wpływ wody gromadzącej się na kredowej powierzchni. Zastoiska i wysięki tej wody na zboczach wskazują jawory, klony, jesiony i lipy, a dęby na dnie dolin lub miejscach równiejszych. Z samej istoty rzeczy zaznacza się ten wpływ tylko w obniżeniach, jarach, wąwozach i dolinach. Tylko w Winnikach koło Lwowa wychodzi kreda na powierzchnię i zaznacza się w składzie roślinności zielnej.

W dalszym przebiegu krawędzi, koło Bóbrki, podnosi się powierzchnia kredy dość nagle. Na zboczach Kamuły dochodzi ona do 383 m, koło Turkocina do 385 m, w Stanimirzu do 360 m (A. Jahn).

Wyniesienia okolic Bóbrki są zatem zbudowane głównie z jądra kredowego i pokryte lessem. Na wschód i zachód od Kamuły wysokość osadów kredowych się zmniejsza. Miąższość pokładów trzeciorzędowych jest na tym odcinku niewielka. Lity masyw tych gór, słabo zaznaczona ławica piaskowcowa, jednostajne nachylenie zboczy i pokrycie ich przez lessy jest przyczyną jednostajnego na ogół nawodnienia i mało urozmaiconej szaty roślinnej.

Dalej ku wschodowi utrzymuje się poziom kredy ciągle na dość znacznej wysokości: Wapniarka do 395 m, Łysa, Żulicka, Święta i Biała Góra do 380 m, Boratyńska Góra i Makutra do 385 m. Są one zatem prawie całkowicie zbudowane z marglu i tylko pokryte czapą piaskowcową na szczycie (J. Smoleński).

Dalej na wschód jest strop kredy mało znany na skutek pokrycia wyniesień przez lessy i na skutek braku pomiarów. Wysokość jego zdaje się tu być dość różna. W jednych miejscach dochodzi ona aż pod szczyt wyniesień, w innych zdaje się zapadać głęboko. W Leduchowie wychodzi margiel na zbocza, koło Poczajowa zauważyłem go na dnie dolinek. Ostra Góra nad Ikwą, Maślatyn i Strachowa Góra oraz inne wyniesienia Wzgórzy Krzemienieckich mają tylko podstawę zbudowaną z marglu. Strop jego dochodzi tu, według D. Piaseckiego do 300 m. Koło Szumska i Suraza zdaje się powierzchnia marglu opadać jeszcze bardziej, tak, że zaznacza się on tylko w najdolniejszych częściach zboczy.

Na przedpolu krawędzi leży margiel stosunkowo płytko. Grubym pokładem piasków i glin jest on pokryty tylko w południowo-zachodniej części Nadbuża, między Lwowem a Kurowicami. Na samą powierzchnię wychodzi on tylko w miejscach bardziej płaskich, koło Brodów, Krzemieńca i Szumska. Najczęściej jest on pokryty niegrubą warstwą piasków, szczyrków lub lessu.

Wyniesienie pokładu marglowego ma dla roślinności krawędzi Podola niezmiernie doniosłe znaczenie. Jako osad bardzo bogaty w łatwo rozpuszczalne wapno, zasobny w fosfor i potas, przeważnie dobrze nawodniony, stwarza on nader korzystne i swoiste siedliska dla roślin. W odpowiednich warunkach porasta na nim bogaty w gatunki step kwiatny, w innych bogate lasy o osobliwym często składzie piętra drzew, podsycia i runa. Wielkie bogactwo florystyczne krawędzi Podola wynika w dużej mierze z obecności na niej marglowych pokładów. Ponieważ roślinność stepowa zajmuje najczęściej górne części marglowych zboczy a obecność marglu zależy od paleogeńskiej erozji, wywarła ta ostatnia doniosły wpływ na roślinność krawędzi -- oczywiście pośrednio.

Wyniesienia wschodniego i zachodniego odcinka krawędzi są zbudowane głównie z pokładów trzeciorzędowych, z piasków poprzedzielanych litotamniami, piaskowcami i wapieniami. Skład tych osadów zależy od warunków miejscowych w chwili ich osadzania się w tortońskim morzu. Największą różnorodność wykazują pod tym względem piaski. W pewnych okolicach brak ich zupełnie, w innych osiągają one znaczną miąższość, na przykład na Piaskowej Górze we Lwowie i na południowy wschód od niej, aż po Lesienice i Czartowską Skalę. Zachodnia część Wzgórzy Krzemienieckich, od Ostrej Góry aż po Czerczę, a zapewne i dalej na wschód, w okolicy Smygi, jest również zbudowana głównie z piasku. Leżąca na piaskach ławica piaskowca, dość twarda i oporna na wietrzenie, chroni je od rozmywania i rozdmuchiwania przez wiatry. Poniżej kulminacyjnych wyniesień towarzyszy krawędzi wysoki poziom,

zachowujący prawie to samo położenie od Lwowa po Krzemieniec, zbudowany z odporniejszych na wietrzenie piaskowców.

Zróźnicowanie petrograficzne osadów trzeciorzędowych ma bardzo doniosły wpływ na skład i rozmieszczenie szaty roślinnej, a miało go również w przeszłości. Zaznacza się ono tak w głównych rysach roślinności jak i w drobniejszych jej szczegółach. Inaczej wpływa na roślinność podłoże skalne a inaczej piaszczyste, nawet gdy ma bardzo podobny skład chemiczny.

Wpływ podłoża piaskowego odbija się inaczej na roślinności, gdy piasek leży na powierzchni, inaczej gdy stanowi jądro wyniesienia, otulone pokrywą lessową. Szczególnie duży wpływ wywierają piaski leżące na samej powierzchni ziemi i nie pokryte ławicą piaskowcową. Jest on nader różny, zależnie od wyniesienia, miąższości, wystawy i nachylenia zboczy, zawartości wapna i okruchów skalnych, nawodnienia i wyługowania. Oprócz bezpośredniego wpływu piasku jako siedliska, ma w nim duże znaczenie układ i krążenie wód wglębnych. Ruch ten, jak w ogóle stosunki nawodnienia i żyzności, zależą od obecności i przepuszczalności ławicy piaskowcowej, składu oraz miąższości warstw powyżej i poniżej piasków leżących. Piaski są na skutek słabej adsorpcji wody i dużych przestrzeni włoskowatych z natury rzeczy suchsze od innych pokładów w tych samych warunkach; szczególnie suche są wyniesienia o małej powierzchni szczytowej, zwłaszcza wąskie piaszczyste grzbiety. Poziom wilgotniejszy zarysowuje się w nich dopiero w spągu, na styku z marglem. Taki układ stosunków spotykamy często w okolicy Lwowa (rys. 14). Pokrywają je lasy czysto bukowe, niekiedy z nikłym runem o składzie borowym. Na wyniesieniach piaszczystych o szerokiej i płaskiej powierzchni jest odciek wody utrudniony, wsiąka zaś więcej opadów atmosferycznych, stąd są one lepiej nawodnione. Poziom wodny układa się na tych miejscach w postaci leżącej płasko-wypukłej soczewki. Wobec słabej adsorpcji wody wsiąka ona na obwodzie lub przynajmniej lepiej nawadnia dolne części zboczy. Stąd też zbocza szerokich piaszczystych wyniesień porastają lasy liściaste, zwykle dębowe, a górki piaszczyste o małej powierzchni szczytowej bory sosnowe lub bukowe. Łatwo to stwierdzić na sąsiadujących wyniesieniach o różnych rozmiarach, na przykład na Strachowej i Bożej Górze koło Krzemieńca. Zaznacza tu swój wpływ również domieszka różnych składników w glebie i obecność skalnej ławicy.

Grubsze pokłady piasków, zwłaszcza pokrytych skalną ławicą, są dość zasobne w odżywcze składniki i wapno, gdyż nie uległy one jeszcze wyługowaniu. Wody przez nie przesiąkające przechodzą uprzednio przez pokłady lessu albo wapnisto-piaskowcową ławicę, same piaski są również

dość mocno wapniste. Zbocza piaszczyste albo ulegają ługowaniu przez wody opadowe lub sączące się wzdłuż stoków albo też paruje na nich podsiąkająca woda i pozostawia zawarte składniki. Ilość ich jest jednak niewielka, stąd nawapnianie podsiąkającą wodą jest słabe. Na stromych zboczach o południowej wystawie przeważa zwykle wpływ użyźniający parującej wody, na innych ługowanie. Szczególnie wydatne jest ono na zboczach bardziej połogich, nie pokrytych przez skalną ławicę, oddawna ustalonych. Wydmy są zwykle bogatsze w odżywcze składniki od zboczy, zwłaszcza gdy zostały niedawno przesypane. Mocniej są wylugowane piaski głębokie, słabo zaś płytkie i leżące na marglu.

Ł a w i c a s k a l n a leży albo na piaskach albo też wprost na marglu. Skład jej jest dość urozmaicony. Składa się ona albo z litego piaskowca albo z litotamniów, albo też z okruchów skalnych, pomieszanych z gruzem skalnym i piaskiem. Ławicę tę pojmuję tu nie jako określony poziom geologiczny ale jako twardszy pokład skalny. Zależności składu szaty roślinnej od budowy petrograficznej bliżej nie zdołałem zbadać. Skały uboższe w wapno, na przykład na Kamiennej Górze koło Romanowa, mają jednak wyraźnie uboższą pokrywę roślinną.

Znaczenie ławicy skalnej jest dla szaty roślinnej dwojakie. Jest ona swoistym siedliskiem dla roślin i wpływa bardzo wydajnie na ruchy wód i procesy glebowe. Krótki opis tej ławicy pozwoli nam na zrozumienie rozmieszczenia tak poszczególnych gatunków jak i zbiorowisk roślinnych. Wywiera ona potężny wpływ tak na stepowych zboczach jak i w cieniistych lasach, w obu wypadkach oczywiście bardzo różny.

W pewnych odcinkach krawędzi zaznacza się ławica skalna bardzo wyraźnie. Zbudowana jest z dość twardego i litego piaskowca, wapnisteo lub krzemionkowego. Widzimy ją na Kamiennej Górze koło Romanowa i na Dziewiczych Skałach w Krzemieńcu w postaci ścian i zwalisk skalnych, wysokich na kilka lub kilkanaście nieraz metrów. W innych miejscach jest ona o wiele bardziej luźna i miększa, bardziej wapnista i częściowo przepuszczalna; na dużych odcinkach krawędzi nie zaznacza się ona zupełnie. Była ona tu zbudowana z pokładów mało odpornych na wietrzenie i uległa zniszczeniu albo też nie wytworzyła się zupełnie. Zachowanie tej ławicy zależy również od leżących pod nią warstw. Na piaskach ulegała ona pękaniu na skutek podmywania przez wody a odłamy jej staczały się po zboczach. Odosobnione górki, oderwane od krawędzi, jak Kamienna Góra koło Romanowa, Boża, Ostra, częściowo Strachowa Góra i Maślątyń przedstawiają nam obraz niszczenia skalnej ławicy i rozmywania leżących pod nią piasków. Jak długo kapelusz skalny utrzymuje się na szczycie górki, opiera się ona erozji. Gdy zostanie zniszczony lub zsunie

się z wierzchołka, staje się górka igraszka wiatrów, aż wreszcie pozostaje z niej rozdmuchana wydma wapienistego piasku.

Piaskowcowa ławica była dawniej o wiele wyraźniejsza, niż to ma miejsce obecnie, i to niedawno, w czasach jeszcze historycznych. Zniszczył ją w dużej mierze dopiero człowiek w ostatnim tysiącleciu. Była ona i jest do dziś głównym źródłem kamienia na południowym Nadbużu i północnym Podolu. Na wielu miejscach krawędzi istnieją do dziś kamieniołomy lub ślady po nich w postaci głębokich lejów, podobnych do krasowych. Ilość wydobytego kamienia możemy sobie wyobrazić, gdy rozważymy, że wszystkie kamienne kościoły, cerkwie, zamki, budowle w miastach i podbudówki domów wiejskich, a od niedawna drogi i gościńce, budowano z kamienia pochodzącego z tej ławicy; pobierano zaś zawsze kamień leżący na wierzchu lub płytko przykryty przez inne osady. Stąd też ławica piaskowcowa zachowała się jedynie na miejscach trudno dostępnych, jak na Kamiennej Górze koło Romanowa, zdaleka od miast, na Wapniarce, lub tam, gdzie tego kamienia jest dużo, na przykład w Krzemieńcu. Zachowały się również ławice zbudowane z kamienia miękkiego lub pokruszone. Obecność ongiś wyraźniejszej i bardziej ciągłej ławicy skalnej od okolic Krzemieńca aż po Lwów, a także wzdłuż Rostocza, aż po Wyżynę Lubelską, nawet przy przerwach kilku, kilkunasto, czy kilkudziesięciokilometrowych, jest tak obecnie, jak była zwłaszcza w przeszłości, niezwykle ważnym czynnikiem geobotanicznym dla tego obszaru.

Skały ławicy piaskowcowej były, jako przeważnie zasobne w wapno, odwiecznym siedliskiem skalnej roślinności wapienowej, jak również stepowej. Wzdłuż tej ławicy odbywały się niewątpliwie wędrówki roślinności naskalnej ku wschodowi a stepowej ku zachodowi i północy. Wiele danych przemawia za tym, że tu leżał ośrodek rozmieszczenia stepowej roślinności i że stąd rozeszła się ona wtórnie na płaskie obszary stepowe na wschodzie. Podobnym ośrodkiem były również inne obszary skalne, Miodobory i gipsy Pokucia. Ponieważ wyższe skałki nigdy nie były porośnięte przez lasy, mogły się na nich utrzymać rośliny heliofilne. Zmiany klimatyczne nie wywierały na nie większego wpływu, gdyż wszystkie one mają krótki okres rozwoju i zadowolają się niedługim okresem ciepła w ciągu roku. Ogromna większość tych roślin należy do wczesno wiosennych, a rozwój ich kończy się późną wiosną lub wczesnym latem. Południowe zbocza miały zresztą dogodne warunki ciepłoty.

W okresach klimatycznych niekorzystnych, zwłaszcza suchych, mogła roślinność ta utrzymać się na lepiej nawodnionych zboczach marglowych. Analiza ekologiczna roślin stepowych dowodzi bezspornie, że

większość ich należy do wyraźnych higrofitów a niekorzystny dla nich mógł być zwłaszcza okres suchy. Rozważenie tej sprawy wyjaśnia nam, dlaczego na skałach krawędzi spotykamy dużo gatunków rzadkich, o porzrywanych zasięgach. Są one po prostu resztką dawnej roślinności naskalnej.

Ławica skalna wywiera również obecnie potężny wpływ na roślinność leśną, tak drzewiastą jak i zielną. Kilka gatunków roślin zielnych rośnie wyłącznie na ocienionym podłożu skalnym (*Lunaria rediviva*, *Arabis arenosa*) niektóre gatunki naskalnych paproci (*Asplenium ruta-muraria*, również *Polypodium vulgare*, *Asplenium trichomanes*). Domieszka zwietrzelin skalnych w glebie sprzyja występowaniu wielu gatunków. Szczególnie doniosły jest wpływ tej ławicy na stosunki nawodnienia i ługowania gleby. Zatrzymuje ona opadające w nadległych osadach lessowych wody, powoduje wytworzenie się wilgotniejszego i żyzniejszego poziomu. Nagromadzone na tym poziomie wody wsiąkają na przecięciu warstw przez zbrocza i stwarzają swoiste warunki siedliskowe. Przypominają one układy warunków glebowych występujące często w górach. Ławica piaskowcowa sprzyja więc występowaniu z jednej strony na krawędzi Podola roślin stepowych, naskalnych, światłolubnych, z drugiej ceniolubnych, często górskich.

### Osady lessowe

Krawędź Podola narzuca niemal omówienie wpływu i znaczenia lessu dla szaty roślinnej. Pokłady lessowe są tu bardzo rozpowszechnione i pokrywają ogromną większość powierzchni ziemi. Ponieważ na obszarze tym styka się roślinność stepowa, leśna i borowa, można na nim prześledzić wpływ tego osadu na różne formacje roślinne. Ma to ogromne znaczenie zwłaszcza dla historycznej geografii roślin. Poglądy na znaczenie lessów są bardzo różne; jedne z nich nie doceniają ich wpływu, inne ujmują je jednostronnie i niewątpliwie — przynajmniej częściowo — błędnie. Często się uważa less za podłoże szczególnie dogodny dla stepu a nieodpowiednie dla lasu; wiąże się nawet osadzanie się lessów z okresem suchym, stepowym.

Przy rozważaniu wpływu podłoża lessowego na roślinność konieczne jest omówienie rozmieszczenia tych osadów i próba wytłumaczenia ich powstania. Jest to zagadnienie — jak powszechnie wiadomo — wielokrotnie rozważane i do dzisiejszego dnia sporne. Omawianie w szczególności zagadnienia lessu nie leży w zakresie tej pracy; nie jest nawet ubocznym jej zadaniem. Podaję tu tylko swoje spostrzeżenia i próby ich wytłumaczenia. Dotyczą one wyłącznie obszaru krawędzi Podola. Jeżeli

nawet nie okażą się one słuszne, wniosą może pewien wkład spostrzeżeń. Ograniczenie się do krawędzi Podola zwalnia mnie od przytaczania, a nawet brania pod uwagę, spostrzeżeń i wniosków opracowanych na innych obszarach.

Na podstawie dość licznych danych, zebranych w różnych okolicach kraju, można twierdzić, że podłoże lessowe nie przesądza w żadnym kierunku składu i wykształcenia szaty roślinnej. Na podłożu lessowym może w szczególnych warunkach osiedlić się step, w innych warunkach bór, najczęściej jednak u nas rośnie na nim las. Skład roślinności na lessach zależy od ruchu w nich wody, ten zaś od czynników klimatycznych i rzeźby terenu. Zagadnienie to omówię poniżej.

Przy omawianiu lessu na krawędzi Podola ujmuję go dość szeroko. Rozumiem pod nim osady pochodzenia według wszelkich danych eolicznego. Nie odróżniam dostatecznie ściśle lessu pierwotnego, typowego, od lessów wylugowanych, ilastych a częściowo i przemytych przez wody płynące. Nie przeprowadziłem szczegółowszych na ten temat badań i nie należą one do zakresu właściwych badań geobotanicznych. Prawdopodobnie udało mi się uniknąć w spostrzeżeniach i niniejszych uwagach większych nieścisłości, nie brak ich jednak zapewne w szczegółach.

Rozmieszczenie pokładów lessowych wydaje się bezładne. Dopiero przy dokładniejszych badaniach dają się stwierdzić wyraźne prawidłowości. Najbardziej zastanawiającą okolicznością jest niewątpliwie przywiązanie pokładów lessowych do wyniesień i zboczy, brak ich zaś na miejscach płaskich. Można z dużym przybliżeniem powiedzieć, że osady lessów są tym mniejsze, im podłoże jest bardziej płaskie. Zbocza są najczęściej pokryte grubo płaszczem lessów a tuż u podnóży — a najczęściej i na płaskich szczytowych wyniesieniach — albo ich brak zupełnie albo zalegają one tylko cienką warstwą. Prawie płaskie przedpole krawędzi w okolicach Brodów, Krzemieńca i Szumska jest prawie pozbawione lessu a tuż obok na wzniesionych, niekiedy bardzo stromych zboczach, zalegają one grubą warstwą. Wytlumaczenie tego zjawiska jest niezwykle trudne.

Najczęściej dopatrujemy się przyczyn tego zjawiska w erozji rzecznej lub lodowcowej; tłumaczenie takie wydaje się jednak bardzo mało przekonujące. Trudno sobie wyobrazić erozję denną bez równoczesnego zmywania zboczy. Winna ona być najwydatniejsza na stromych zboczach na przykład między Lwowem a Glinianami lub Oleskiem a Brodami, tymczasem mamy tu właśnie grube osady lessu na zboczach a brak ich na przylegającym przedpolu. Obszary bezlessowe leżą najczęściej w pobliżu rzek i ich dolin; rzeki te musiałyby mieć jednak ogromną ilość wody, by mogły zmy-

wać stoki wysokie na kilkanaście metrów ponad ich dno. Ponieważ trudno przyjąć przyływ tej wody spoza obszaru krawędzi — zwłaszcza gdy chodzi o miejsca wyniesione, leżące tuż u stóp krawędzi — musiałyby one pochodzić ze ścieku po zboczach. Trudno wówczas pojąć, co chroniło less od zmycia na zboczach. Przeczy temu również obecność lessu na dnie niektórych głębokich dolin, podczas gdy brak go na powyżej położonych płaskich obszarach, na przykład w Podwysokiem koło Krzemieńca. Nieprawdopodobne jest również przypuszczenie, że lessy usunęła erozja lodowcowa, gdyż spotykamy jego osady w niskich położeniach. Less powstał zresztą, według ogólnie przyjętych przekonań, w okresie lodowcowym lub w czasie jego ustępowania.

Osady lessu są na krawędzi Podola tak rozpowszechnione, że łatwiej jest wskazać obszary tego osadu pozbawione. Na zboczach krawędzi brak ich tylko w szczególnych okolicznościach, a mianowicie na odosobnionych wyniesieniach, na półwyspowatych odgałęzieniach, zwłaszcza gdy grzbiety wyniesień są wąskie a ich zbocza strome. Na tych miejscach brak jest zwykle lessu zupełnie, w każdej wystawie i zwykle aż po podnóże. Taki wypadek zachodzi na Kamiennej Górze koło Kurowic i koło Romanowa, na Żulickiej i Świętej Górze, na Makutrze, na Bożej, Ostrej i zachodnim odgałęzieniu Strachowej Góry koło Krzemieńca. Brak na nich osadu lessowego również na szczytowych płaszczynach. Wyniesienia o rozległych grzbietach lub szerokie odgałęzienia większych masywów są prawie zawsze na szczycie pokryte przez lessy. Spotykamy je na zboczach północnych i wschodnich, natomiast są ich często pozbawione zbocza południowe i zachodnie. Taki stan mamy na Białej Górze, na Strachowej i kilku innych miejscach. Na Łysej Górze leży on tylko na bardziej płaskich częściach grzbietu. Zbocza bezlessowe nie są ani bardziej strome ani bardziej wystawione na wiatry. Uderzającą jest rzeczą, że brak tych osadów na zboczach właściwej krawędzi i na górkach wysuniętych poza główną jej linię, a więc najbardziej wystawionych na działanie wiatrów. Możemy to stwierdzić szczególnie wyraźnie na przełomie krawędzi między Gołogórami i Oleskiem, na Makutrze i w zachodniej części Wzgórzy Krzemienieckich. Zbocza otaczające dość szeroką zatokę Gołogórką są prawie zupełnie — niezależnie od wystawy — bezlessowe, natomiast wąskie doliny w jej najbliższym otoczeniu, wcięcia zboczy i debrza — w Mitulinie, w dolinie Szypuły koło Ścianki, koło Majdanu Gołogórskiego i Lackiego — są mimo południowej często wystawy pokryte grubymi jego osadami. Wysunięte na przedpole zbocza Maślatyna i Strachowej Góry są bezlessowe a już nieco głębiej wcięte dolinki mają mimo tej samej wystawy, już w odległości ułamka kilometra, potężną niekiedy pokrywę lessową.



Według J. Tokarskiego pierwotny jest tylko less wierzchowi-  
nowy, na zboczach jest on osadem wtórnym, przemytym. Za twierdzeniem  
tym przemawia brak najczęściej lessu na wyniesieniach o wąskim grzbie-  
cie, gdzie less nie mógł być namywany na zbocza z braku jego na grzbie-  
cie. Uogólnienie takie byłoby jednak przedwczesne, gdyż istnieją jednak  
górkę o bardzo wąskich grzbietach i niewielkich rozmiarach, na których  
nie może być mowy o zmywaniu z grzbietu na zbocza, a które są w całości  
pokryte przez lessy. Do takich wyniesień należy między innymi Makitra  
(nie Makutra!) koło Brodów, Chom koło Żulickiej Góry i inne. Trudno  
sobie wyobrazić namulanie potężnych osadów na strome zbocza przy  
niewielkiej ilości lessu na grzbiecie góry. Niepodobna również przypu-  
szczać, by less zalegał ogromnymi pokładami, z których pozostały tylko  
resztki, gdyż zmywanie ich musiałyby trwać bardzo długo, a wówczas  
musiałyby ulec zniszczeniu osady na grzbietach stromych wyniesień,  
zwłaszcza na wąskich grzędach Nadbuża.

Można by się dopatrywać związku między erozją a wystawą zbczcy,  
ich naświetleniem przez słońce. Na południowych i zachodnich zboczach  
leży najkrócej pokrywa śnieżna, najwcześniej one na wiosnę wysychają,  
najdłużej są więc odmuchiwane przez wiatry. Wiele południowych zbczcy  
jest jednak grubo pokryte przez osady lessowe.

Przy dzisiejszym stanie wiadomości najłatwiej jest powiązać roz-  
mieszczenie lessów na krawędzi Podola z kierunkiem i siłą wiatrów. Osady  
lessowe naśladują do złudzenia zasy śniegu powstające przy wiatrach  
południowo-zachodnich. Miejsca na wiatry wystawione, a więc odosob-  
nione górkę i odgałęzienia wyniesień krawędzi nie sprzyjały osadzaniu  
się lessu na skutek silnego odmuchiwania, natomiast „miejsca ciszy“,  
a więc wąskie doliny, zwłaszcza z wylotem ku północy i wschodowi, zbc-  
cza odwrócone od zachodniego i południowego wiatru, a więc północne  
i wschodnie, sprzyjały, jako zaciszne, opadaniu lessowego pyłu. Różne  
nateżenie wiatru powodowało zapewne sortowanie ziaren lessu, stąd może  
pochodzi różna ich grubość na zboczach i wyniesieniach. Wiele spo-  
strzeżeń, dotyczących szczegółów rozmieszczenia lessowych osadów,  
zwłaszcza zależność położenia zbczcy w stosunku do całości obszaru,  
przemawia za tym przypuszczeniem.

Wynikało by z tego, że less jest na krawędzi Podola osadem stosun-  
kowo młodym a jego dzisiejsze rozmieszczenie bardzo zbliżone do stanu  
pierwotnego, w czasie jego opadania. Erozja zniszczyła tylko w niewiel-  
kiej mierze jego osady a przemywanie i znoszenie po stokach zachodziło  
tylko w szczególnych, miejscowych warunkach.

Takie wytłumaczenie wieku i powstania lessu tłumaczy wiele zjawisk  
geobotanicznych. Podłoże lessowe sprzyja w naszym klimacie osiedlaniu

się lasów a w wyjątkowych tylko warunkach stepów. Zbocza krawędzi były częściowo zawsze wolne od lessowej pokrywy i utrzymała się na nich odwieczna roślinność stepowa. Gdyby less zakrywał ongiś grubym pokładem wszystkie skałki i marglowe zbocza, musielibyśmy przyjąć przybycie wapniowej roślinności dopiero po obnażeniu skałek, co się nie da zupełnie pogodzić ani z historyczną geografią roślin ani z ich ekologią.

Najczęściej się przypuszcza, na podstawie stosunków panujących w Chinach i na północy, że less osadził się albo na stepach albo na tundrze. Łączono nawet skłonność łupania się lessu w pionowe ściany z rzekomo pionowymi korzeniami roślin, zwłaszcza traw. Zagadnienie to jest nader ważne w geografii roślin, gdyż dopatrywano się związku między okresem stepowym a osadzeniem się lessu; od jego naświetlenia zależy w dużej mierze nasz pogląd na istnienie suchego, stepowego okresu w okresie polodowcowym.

Roślinność nasza nie uległa, według wszelkich danych, większym zmianom od czasu epoki lodowej. Nastąpiły w niej tylko przesunięcia, zależnie od stosunków klimatycznych. Mamy zatem prawo rozumieć pod mianem stepu zbiorowisko zbliżone do stepu dzisiejszego; to samo odnosi się do pojęcia lasu, boru czy tundry. O ile przyjmujemy inny skład roślinności stepu, lasu czy tundry, niż dzisiejszy, lub też pojmujemy te zbiorowiska ogólnikowo, bez uwzględnienia ich składu florystycznego, to całe rozumowanie jest dowolne i naukowo bezwartościowe.

Na krawędzi Podola mógł zatem w czasie osadzania się lessu rósć las, step lub tundra. Roślinność łąkowa i borowa nie może na wapiennych zboczach wchodzić w rachubę. Less był prawdopodobnie w chwili osadzania się bogaty w węglan wapnia, a wówczas mógł się na nim osiedlać step. Musiałby on — wobec zbliżonego do dzisiejszego składu — odczuwać, podobnie jak dzisiejszy, wpływ warunków ekologicznych, a więc musiał być uzależniony od stosunków nawodnienia, czyli rzeźby powierzchni ziemi. Ponieważ rzeźba powierzchni była do dzisiejszej bardzo zbliżona, pokrywał step te same miejsca co dzisiaj, a las porastał obszary dziś przez lasy zajęte, a więc miejsca zaciszne, doliny i zbocza północne. Jeśli klimat był w okresie osadzania się lessu zbyt chłodny lub za suchy dla lasu, to nie mógł istnieć na tym obszarze również i step w dzisiejszym swoim składzie. Mogła na jego miejscu istnieć tundra albo step bardzo suchy, półpustynny. Roślinność ta musiałaby być na wysoczyznach i na południowych zboczach bardzo niska i nie mogłaby wpływać na osadzenie się lessu. Wszystko więc za tym przemawia, że nie można wiązać osadzania się lessu ze stepem. Teoria taka opierała się na założeniu, że step jest zawsze zbiorowiskiem roślinnym miejsc suchych, co bynajmniej nie jest prawdą. W dzisiejszych warunkach wyklucza się less i step na kra-

wędzi Podola prawie zupełnie, nawet gdy na podłożu wapiennym leży całkiem cienka jego warstwa. Na lessie może się step osiedlić przy mocnym jego nawapnieniu, przy wstępującym ruchu wody w glebie, to zaś ma miejsce przy mocnym nagrzewaniu przez słońce, a więc na południowych zboczach. Tymczasem najgrubsze osady lessu spotykamy właśnie najczęściej na zboczach północnych i wschodnich.

Jeśli przyjmujemy, lub uzyskamy dowody, że less zboczowy jest przemity i leży na wtórnych złożach, wikła się sprawa jeszcze bardziej. Musielibyśmy przyjąć, że częściowo został less zmyty; dlaczego się to stało na południowych i zachodnich zboczach, niepodobna wytłumaczyć. Jeśli je porastały stopy, to winnyby one lepiej chronić glebę od zmywania niż lasy. Zmywanie to mogło się odbywać raczej przy nikłej roślinności lub jej braku. Ponieważ przemycania musiała dokonywać woda, musiała istnieć dostateczna ilość opadów — nawet stosunkowo duża — wówczas porastały zmywane zbocza lasy albo też tundra.

Zależność osadzania się lessu od składu szaty roślinnej jest więc nader zawiła i niejasna; wszystko jednak przemawia przeciw wiązaniu osadzania się lessu ze stepową roślinnością.

Przemawiają za tym również dane z zakresu geografii roślin. Ponieważ spotykamy na skałkach i stepach rośliny o bardzo porozrywanych zasięgach, o swoistych wymaganiach ekologicznych, i ponieważ wiek tych roślin na ich stanowiskach jest niewątpliwie bardzo stary, musimy przyjąć istnienie przez cały czas polodowcowy odkrytych wapnistych skałek.

Dochodzimy zatem do wniosku, że less osadził się albo w lesie albo na tundrze, na nią zaś wszedł bezpośrednio las. Erozja i przemycanie osadów lessowych odbywało się również w lesie. Takie przypuszczenie tłumaczyłoby wszystkie zjawiska zachodzące w jego osadach, aż do drobnych szczegółów. Najżywsza jego erozja ma miejsce na górnych, zwykle bardziej stromych częściach zboczy. Przy małym nachyleniu dolnych części stoków i wylocie dolin na płaskie przedpole nagromadzały się przemyte osady na ich dnie, przy dużym spadku dna dolin zostały one wyniesione poza obręb doliny, na przedpole. Środkowe części zboczy ulegają najpowolniejszej erozji, stąd osady lessowe są na nich najgrubsze. Szczegóły erozji i akumulacji lessu są w szczegółach oczywiście różne i zależą od stosunków miejscowych.

Lessy północnej krawędzi Podola wykazują własności szczególne, prawie wyjątkowe. Roślinność stepową spotykamy na nich tylko na świeżo odsłoniętych zboczach, zsuwach i urwiskach, gdzie zostały obnażone głębsze i wapniste jego warstwy. Poza tym pokrywają je lasy, najczęściej bukowe. Przyczyna tego leży w znacznym wylugowaniu i odwapnianiu wierzchnich jego pokładów na skutek zstępującego ruchu wody.

Na lessach innych okolic kraju, na przykład nad średnią Wisłą i na Wyżynie Lubelskiej, rośnie na lessie nierzadko roślinność stepowa, czego zupełnie nie spotykamy na krawędzi. Ponieważ ługowanie lessu, jako skały zasobnej w wapno, jest stosunkowo powolne, nasuwa się przypuszczenie, że less krawędziowy jest starszy, niż na przykład nad średnią Wisłą. Ważną byłoby więc rzeczą określenie jego wieku.

Less osadzał się, według ogólnie przyjętego poglądu, pod wpływem wiatrów antycyklonalnych, wiejących sponad czaszy lodowej. Kierunek tych wiatrów winienby być północno-wschodni. Rozmieszczenie osadów lessowych nie odpowiada, jak widzieliśmy powyżej, temu założeniu; raczej osadził się on pod wpływem wiatrów południowo-zachodnich. Trudno jest przypuścić, by less krawędziowy pochodził z okresu dawniejszych zlodowaceń, gdyż musiałby on ulec erozji i głębokiemu wylugowaniu. Tymczasem wylugowanie sięga niezbyt głęboko a erozja jego powierzchni jest słaba. Na dnie szerszych dolin nie zaznaczyła się ona zupełnie, w węższych i lepiej nawodnionych wypłowała ona głębokie, ale zwykle bardzo strome doliny wtórne. Erozja ta jest związana w znacznej mierze z wyniszczeniem lasów, a więc okresem bardzo niedawnym. Nic nie wskazuje na to, by less pochodził z okresu starszych zlodowaceń, by przechodził on okres wilgotny długiego czasu międzylodowcowego. Raczej osadził się on w czasie ostatniego zlodowacenia, może środkowo-polskiego. Dziwny jest wówczas brak tego osadu na północy.

Można by szukać oparcia przy ocenie wieku osadów lessowych w podkrawędziowych wydmach. Gdybyśmy znali wydmy przysypane przez less, dowodziłoby to istnienia okresu suchego przed jego osadzeniem. Dotychczas znamy tylko wydmy nagie. Można by sądzić, że istniał zatem okres suchy po usypaniu lessowych osadów. Jednak rozumowanie to nie wiele nam daje. W wydmach podkrawędziowych znaleziono narzędzia krzemienne człowieka przedhistorycznego, służące do ścinania zboża. Widocznie człowiek ten znał dość dobrze przyrodę i zapewne umiał niszczyć lasy. Wiek wydm jest zatem prawdopodobnie młody. Nie umiemy więc określić wieku osadów lessowych, możemy tylko przypuszczać, że jest on stosunkowo krótki.

Zatrzymaliśmy się stosunkowo długo przy omawianiu osadów lessowych, gdyż mają one zasadnicze znaczenie dla roślinności krawędzi i jej losów w przeszłości. W czasach przedlessowych miała krawędź Podola powierzchnię skalno-piaszczystą, stosunkowo suchą i zasobną w wapno, marglową, piaskowcową lub piaskową. Rosła na niej roślinność wapieniowa, skalna, stepowa lub borowa. Las mógł wówczas porastać tylko obszary pokryte grubą warstwą rędziny lub borowiny. Osadzenie się lessu stworzyło — a przynajmniej bardzo rozszerzyło — powierzchnię pokrytą

pulchnym, głębokim, drobnoziarnistym osadem, zmieniło zupełnie stosunki nawodnienia. Stworzyło ono warunki sprzyjające osiedleniu się roślinności leśnej. Stepy i bory skurczyły się do miejsc przez less nie pokrytych. Osadzenie się lessu wiązać więc musimy z rozszerzeniem się u nas lasów, a przynajmniej stworzeniem dogodnych dla niego warunków.

### Układ i krażenie wód glebowych i wgłębnych

Przed omówieniem stosunków nawodnienia krawędzi musimy rozważyć wpływ wody na roślinność, gdyż pod tym względem panuje w geobotanice wiele niejasności i nieporozumień. Można nawet twierdzić, że całe zagadnienie nawodnienia jest niewłaściwie rozumiane i oceniane. Rozmieszczenie roślin zależy od nawodnienia w niezwykle wysokim stopniu a ich wymagania ekologiczne są pod tym względem często nader osobliwe. Krawędź Podola nadaje się szczególnie dobrze do zbadania i przedstawienia tego zagadnienia.

Najczęściej się bierze pod uwagę, ocenia — lub nawet bardzo ściśle mierzy — stopień nawodnienia podłoża, a rośliny dzieli na ksero- mezo- i higrofity. W rzeczywistości ilość statyczna wody w glebie — czyli stopień nawodnienia — jest dla roślin stosunkowo mało ważna; istotne są natomiast stosunki nawodnienia. Ilość wody potrzebna do budowy rośliny jest stosunkowo niewielka i w naszych warunkach prawie zawsze dostateczna. W ogromnej większości jest woda dla roślin tylko rozpuszczalnikiem związków odżywczych. Roślina zależy zatem nie tyle od ilości wody jako takiej lecz od ilości rozpuszczonych w niej związków odżywczych. Przy większym ich stężeniu wystarczy roślinie niewielka ilość wody; rozcieńczonego roztworu musi ona dla osiągnięcia tego samego celu pobrać a wody wyparować znacznie więcej. Poszczególne gatunki roślin mają pod względem stosunków stężenia roztworu wodnego bardzo różne wymagania. Jedne wymagają stężonego roztworu wodnego i zadawalają się niewielką ilością wody, inne pobierają roztwór odżywczy bardzo rozcieńczony a za to w dużej ilości, inne wreszcie mogą pobierać albo dużo roztworu rozcieńczonego albo znacznie mniej bardziej stężonego. Te ostatnie zachowują się raz jako kserofity, w innych wypadkach jako higrofity. Przykładem mogą być takie gatunki jak *Vaccinium myrtillus* lub *Lychnis viscaria*: rosną one raz niemal w wodzie, kiedy indziej na podłożu prawie zupełnie suchym.

Różne gatunki roślin mają również zwykle ostro określone wymagania co do sposobu nawodnienia. Jedne muszą mieć wilgoć w całej miąższości gleby, inne na określonej głębokości, jedne wodą mało

ruchomą lub prawie stojącą, inne muszą mieć wodę ruchomą; nie wystarcza im nawet duże nawodnienie wodą stojącą.

Bardzo ważnym czynnikiem jest obok ilości wody również skład rozpuszczonych w niej związków, odczyn, ilość tlenu oraz jej ruch. Woda może zawierać niewiele rozpuszczonego danego składnika, gdy jednak stale podpływa, dostarcza ona go w dostatecznej ilości. Tłumaczy nam to na przykład występowanie roślin wapniowych na podłożu ubogim w wapno lecz zasilanym żyłą wapnistej wody. Należy zatem przy stosunkach nawodnienia brać pod uwagę iloczyn wody i zawartych w niej składników odżywczych. Na razie musimy ten iloczyn oceniać w dużym i względnym przybliżeniu.

Z powyższych uwag wynika, że przy badaniu ekologii roślin nie możemy się zadowolić zwykłą oceną, a nawet bardzo ścisłym pomiarem, ilości wody. Musimy brać pod uwagę ruch wody, jego kierunek, jej pochodzenie, losy po wydostaniu się na powierzchnię ziemi, parowanie lub wsiąkanie, skład i tektonikę podłoża, czynniki klimatyczne i wiele jeszcze dalszych danych. Przy badaniach szczegółowych należałoby połączyć metody badań hydrologicznych i dodatkowe spostrzeżenia, ważne dla ekologii roślin. W pracy niniejszej nie zdołałem wykonać pomiarów szczegółowych, stąd muszę się ograniczyć do spostrzeżeń dość ogólnych, ujętych tylko porównawczo. W szczególnych i stosunkowo bardzo przejrzystych stosunkach nawodnienia krawędzi umożliwia nawet tak mało dokładne badanie na wykrycie dużej ilości zjawisk i sprowadzenie ich do stosunkowo prostego schematu. Może też przytoczona poniżej analiza hydrologiczna będzie pomocna w innych pracach, w badaniach szczegółowszych, i zwróci uwagę na wiele zagadnień. Szczególnie ważne jest stwierdzenie kierunku ruchu wody.

Układ nawodnienia i krążenia wód w glebie jest na badanym obszarze stosunkowo przejrzysty i da się odczytać dość dokładnie z budowy geologicznej. Sprzyja temu poziomy zasadniczo układ warstw i różny a bardzo stosunkowo jednolity skład petrograficzny poszczególnych pokładów geologicznych. Szczególnie ważne jest duże nawapnienie prawie wszystkich skał. Powoduje to ich hydrofobność, odpychanie wody. Koloidy w nich zawarte nie pęcznieją w wodzie i nie hamują jej ruchów. Różna przepuszczalność poszczególnych skał powoduje tworzenie się poziomów lub żył wodnych, te zaś dają się odczytać z budowy geologicznej i rozmieszczenia źródeł. Zaburzenia powodują dopiero wyługowane osady lessowe. Szczególnie dogodną okolicznością jest wreszcie skrajność zjawisk a rzadkość u skał własności chwiejnych, przejściowych, uzależnionych od drobnych odchyłeń na skutek warunków miejscowych. Liczne

spostreżenia ujęte porównawczo zastępują nam — do pewnego stopnia — ściślejsze pomiary.

Przy omawianiu stosunków nawodnienia uwzględniam szczególnie poziomy, wysięki, wycieki i ocieki wody.

Pod poziomem wodnym w glebie rozumiem warstwę lepiej nawodnioną i zwykle żyzniejszą. Tworzy się ona na styku warstw o różnej przepuszczalności, z wody najczęściej wsiąkającej w głąb, zwykle na ławicy skalnej, albo też przy nasyceniu do pewnej wysokości podłoża wodą, na przykład na dnie dolin. W wielu wypadkach zwiększenie nawodnienia na poziomie wodnym jest ledwo dostrzegalne, niekiedy zupełnie niewidoczne, może nawet trudne do stwierdzenia przy pomocy szczegółowych pomiarów. Na poziomie tym zachodzi bardzo często odkwaszenie wsiąkającej wody, a tym samym użyźnienie roztworu wodnego, na skutek zetknięcia się z warstwą niewyługowaną, zasobną w wapno. Mówię wówczas o poziomie żyznym lub żyzniejszym. Udostępnienie związków odżywczych zastępuje tu zwiększenie nawodnienia. Określenie to jest wszakże jeszcze w wielu wypadkach hipotezą, która wymaga stwierdzenia przez szczegółowsze badania metodami gleboznawczymi i hydrologicznymi.

Wysięk wody zachodzi przy przecięciu poziomu wodnego przez stok. Zbierająca się woda wysięka na skutek ciśnienia hydrostatycznego na zbocza. Ilość jej jest niekiedy niewielka, ma jednak bardzo duży wpływ na roślinność. O ile woda wysiękająca jest zasobna w odżywcze składniki a wyparowuje na powierzchni lub zostaje w całości pobrana przez rośliny, zmienia ona zasadniczo warunki siedliskowe, powoduje „fizjologiczne“ nawodnienie i użyźnianie, mimo że jest bezpośrednio trudna do stwierdzenia. Wysięk wody ma szczególnie doniosłe znaczenie na ciepłych południowych zboczach. Przeciwdziała on procesom ługowania i często sprzyja występowaniu roślin stepowych.

Pod wyciekami wody rozumiem jej wysięk tak duży, że powoduje on widoczne zwilżenie lub podtopienie podłoża. Najczęściej zaznacza się on w miejscach ocienionych, gdzie parowanie jest słabe. Może on powodować albo użyźnienie podłoża albo jego zubożenie, zależnie od składu roztworu wodnego. Wysięk wody zakwaszonej i ubogiej w składniki odżywcze może spowodować nawet „fizjologiczne osuszenie“, gdyż wymywa ona rozpuszczalne związki. W szczególnych wypadkach jest to fizjologiczne osuszenie tym większe, im więcej wycieka wody, tym szybsze bowiem jest ługowanie gleby. Dochodzimy zatem do pozornie paradoksalnego wniosku, że suchy fizycznie stok stepowy jest często dla roślin dostatecznie — a nawet obficie — nawodniony, podczas gdy wil-

gotne zbocze w lesie jest dla roślin w istocie rzeczy na skutek zakwaszenia gleby suche.

Ociek wody zachodzi przy tak dużym jej wycieku, że spływa ona po stoku i nawadnia niżej położone płaty. Występowanie jego zależy nie tylko od ilości wody, ale również od przepuszczalności podłoża. Zachodzi on najczęściej na zboczach skalistych. Wpływ jego jest bardzo różny, zależnie od składu, odczynu, ilości i dalszych losów ociekającej wody, jej wsiąkania, parowania lub pobierania przez roślinność, oraz od czynników klimatycznych.

Skład roztworu wodnego da się z dużym przybliżeniem określić na podstawie składu petrograficznego osadów, przez które on przecieka. Pod płytkim i wylugowanym pokładem piasku lub lessu, zwłaszcza na trudno rozpuszczalnym pokładzie piaskowcowym, jest on z natury rzeczy ubogi w rozpuszczone składniki i najczęściej kwaśny; wyciek jego na zboczach powoduje ługowanie gleby. Pod grubymi osadami lessu lub w obrębie pokładów marglu jest poziom wodny bogaty w składniki mineralne i zwykle zasadowy. Wyciek tej samej ilości wody, o tym samym nawet składzie, ma inne znaczenie na stepowym zboczu a inne w lesie. Na stepie zaznacza się on — na skutek szybkiego wysychania — słabo i ogranicza do niewielkiego obszaru, wpływ jego jest jednak bardzo mocny; w miejscach ocienionych nawadnia on znaczne obszary, nie ulega jednak zagęszczeniu na skutek słabego parowania, nie wywiera też zbyt daleko idącego wpływu na roślinność. Wyciek znacznej ilości wody powoduje nawet na południowym zboczu ługowanie, a przynajmniej słabo tylko nawapnia i wzbogaca podłoże w sole. Dlatego też spotykamy w dolnych częściach stepowych zboczy domieszkę roślin łąkowych — a nawet leśnych (*Gymnadenia conopea*, *Aconitum moldavicum*, *Lilium martagon* i innych) — mimo dużego nasłonecznienia. Różne warunki nawodnienia powodują bogate zróżnicowanie roślinności stepowej mimo bardzo jednostajnych warunków klimatycznych i podobnego składu petrograficznego.

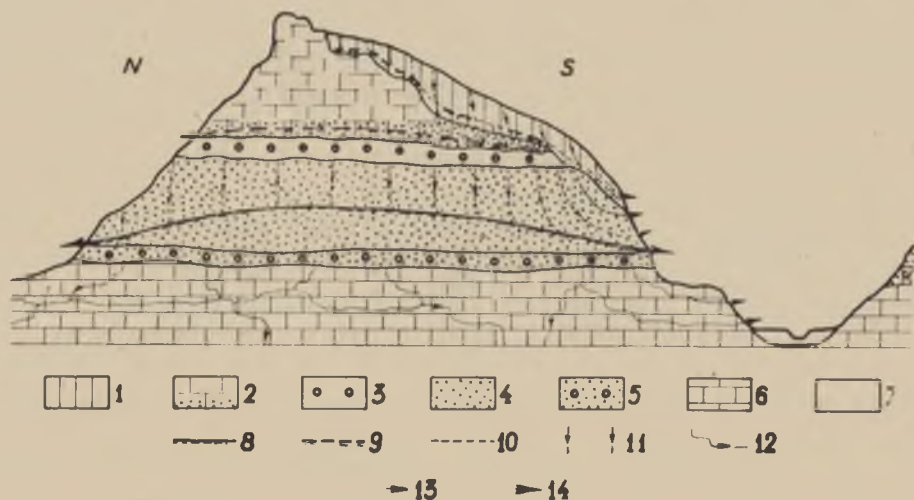
Na obszarze krawędzi zarysowują się poziomy wodne bardzo wyraźnie, głównie na skutek poziomego ułożenia warstw. Możemy ich wyróżnić kilka.

Najniższy z nich, „p o z i o m d e n n y“, zarysowuje się na przedpolu, zwłaszcza na jego płaskich miejscach, na skutek nieprzepuszczalnego podkładu marglowego. Szczególnie obfity jest on na dnie bruzd wołyńskich. Zaznacza się on również w niewielkich, niekiedy ledwo dostrzegalnych, obniżeniach. Bez porównania słabszy jest on na obszarach płaskich, nawet marglowych, lecz pokrytych warstwą piasku, rumoszu kredowego lub szczyrku. Najczęściej trudno go tu stwierdzić naocznie. Poziom ten jest zwykle wyraźnie wapnisty, gdyż powstaje on z wycieku



z wapnistych pokładów lub też wytwarza się na podłożu bardzo bogatym w wapno. Na miejscach tych rośnie zawsze las lub bór dębowy, tym gęstszy i bujniejszy, im nawodnienie jest wydajniejsze.

Słabszy poziom wody zaznacza się na styku pokładu lessowego i ławicy piaskowcowej, w najwyższej części krawędzi; nazywam go górnym poziomem wodnym. Stopień jego nawodnienia jest różny, zależnie od rozmiarów wyniesienia, grubości pokrywającego osadu lessowego, zwartości ławicy skalnej, częściowo również od pokrywającej roślinności. Od tych samych czynników zależy odczyn wody i stopień żyzności. Miej-



Ryc. 15. Przekrój przez Czartowską Skałę. (Według Łomnickiego).

Profil géologique de Czartowska Skala près Lwów.

1. Less — Loess. 2. Piaskowiec — Banc rocheux. 3. Warstwa litotamniowa — Banc rocheux de *Lithotamnium* 4. Piaski — Sables. 5. Dolna warstwa litotamniowa — Banc rocheux inférieur de *Lithotamnium*. 6. Margiel senoński — Marne d'âge sénonien. 7. Osady aluwialne — Alluvium. 8. Główny poziom wodny — Horizon humide principal. 9. Słabszy poziom wilgotny — Horizon humide peu marquante. 10. Ruch wody w obrębie lessu po skalnym podłożu. — Mouvement de l'eau dans le loess. 11. Ruch wody w obrębie piasków — Mouvement de l'eau dans les sables. 12. Żyły wodne w marglu — Veines de l'eau dans la marne. 13. Podsięg wody i jej parowanie — Eau affluente et s'évaporante. 14. Źródła — Sources.

Rysunek przedstawia nam stosunki nawodnienia na skalnych wyniesieniach krawędzi. Wody opadowe wsiąkają w pokład lessowy, natrafiają na pokład nieprzepuszczalny, ściekają po jego stokach, częściowo przeciekają przez ławicę litotamniową, opadają dalej w piasku, aż napotkają pokład trudno przepuszczalny. Powyżej tego poziomu tworzy się poziom wodny w kształcie soczewki. Na styku warstw o różnej przepuszczalności wycieka woda w postaci źródeł; częściowo paruje ona na zboczach pod wpływem nagrzewania przez słońce. Część wody przesiąka jednak przez pokłady marglu i wysięka na zboczach lub wycieka w postaci źródełek.

Cette figure nous démontre la circulation d'eau dans les élévations rocheuses à la limite de la Podolie.

sca te porastają również lasy dębowe, a tylko przy bardzo dużym nawodnieniu i znacznej żyzności brzostowe lub jesionowe; runo jest zależne od żyzności wierzchniej warstwy gleby i jej nawapnienia, zawsze jednak składa się z roślin słabo wapniowych.

Dalsze poziomy wodne powstają na styku piasków z podłożem marglowym, jak również lessów z marglem. Leżą one głęboko a wpływ na roślinność wywierają prawie wyłącznie na miejscach wycieków, na zboczach.

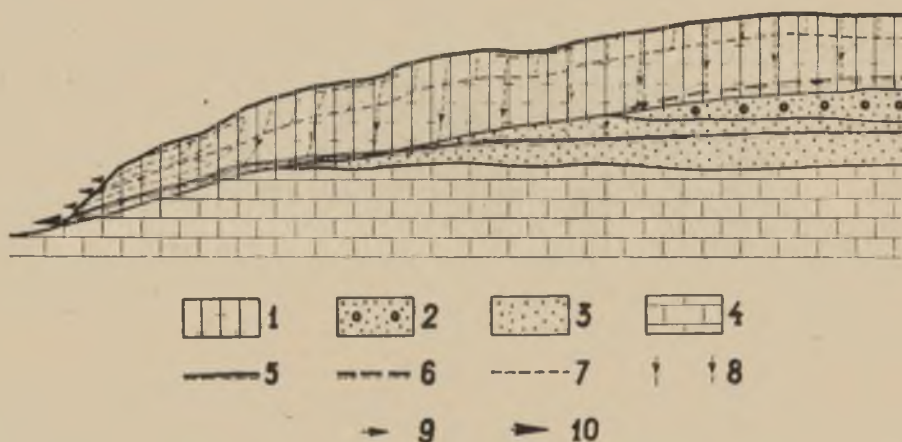
Bardzo wyraźny poziom wodny zaznacza się na pewnej głębokości pokładu marglowego. Uwydatnia się on w wysięku wody i w tej postaci oddziałuje na roślinność. Ponieważ woda tego poziomu jest bogata w wapno i rozpuszczone inne związki, wpływ jego na roślinność jest bardzo daleko idący, zwłaszcza na obszarach porośniętych przez stępy.

Wymienione poziomy wodne zaznaczają się na całej krawędzi, wydajność ich jest jednak bardzo różna. Zależy ona od wielu okoliczności, przede wszystkim od rzeźby powierzchni ziemi, miąższości na danym miejscu piasku lub lessu, warunków odcieku, ukształtowania powierzchni nieprzepuszczalnej oraz od rozmiarów wyniesienia. Rozległość wyniesienia i ukształtowanie powierzchni ziemi wpływa głównie na *d o c h ó d w o d n y*; budowa geologiczna i petrograficzna na jego *r o z c h ó d*. Jest rzeczą oczywistą, że więcej się nagromadza wody na dużej powierzchni, zwłaszcza płaskiej, mniej zaś w małych i kopulastych wyniesieniach. Najwyraźniej zarysowuje się on na Płycie Podolskiej i jej szerokich odgałęzieniach, najniższy jest on na małych górkach o wąskim grzbiecie. Dowodzi tego między innymi rozmieszczenie i wydajność źródeł.

Układ poziomów wodnych wpływa nawet na rzeźbę powierzchni ziemi. Dzięki pokryciu krawędzi przez osady lessowe spływa tylko niewielka ilość wody po powierzchni ziemi; przeważnie wsiąka ona w podłoże, opada na skutek jego przepuszczalności w głąb. Niewielka jej ilość zatrzymuje się na ławicy skalnej; przeważnie wsiąka ona jeszcze głębiej i wycieka w obrębie pokładów marglu. Dlatego też źródła rzek spotykamy najczęściej w dolnych częściach krawędziowych zboczy lub u ich podnóża. Erozja pokładów lessowych jest uderzająco mała. Przed osadzeniem się lessu była krawędź bez porównania mocniej wyrzeźbiona. Na wielu jej miejscach spotykamy suche dolinki, o stromych zboczach, zasypane na dnie osadem lessowym, najczęściej bez śladu erozji dennej. Powstały one w czasie, gdy spływ wody odbywał się głównie po powierzchni ziemi. Przy utrudnionym wsiąkaniu wody, na miejscach o litej i nieprzepuszczalnej ławicy piaskowcowej, jest ociek wody po zboczach o wiele wyraźniejszy. Erozja denna jest wówczas bardzo mocna i przepiłowała nie tylko miękkie lessy, ale wcina się w pokład marglowy. W grubych pokładach

lessu odbywa się ruch wody w jego obrębie. Poziomy wodne nie zaznaczają się wówczas prawie zupełnie, nawodnienie jest ogólnie znaczne, źródła występują w dolnych częściach zboczy i wykazują rozmieszczenie dość nieregularne. Wszystkie te okoliczności wpływają bardzo mocno na rozmieszczenie i skład roślinności.

Nagromadzona na poziomach wodnych woda wysącza się na skutek ciśnienia hydrostatycznego na zbocza i powoduje wysięk lub wyciek. Na górnym poziomie jest on stosunkowo słaby i zaznacza się wyraźniej tylko w okresie wiosny, po tajaniu śniegu. Ponieważ wyciekająca woda przecieka przez cienki i zwykle już wylugowany pokład lessu, jest ona uboga w rozpuszczone składniki, a nawet niekiedy jałowa i zakwaszona. Przy nieco większym wysięku ługuje ona tak dalece podłoże, że



**Ryc. 16.** Przekrój przez wyniesienie pokryte lessiem i jego stosunki hydrologiczne.

Profil géologique d'une élévation qui est couverte de loess et leur hydrologie.

Dane geologiczne według Łomnickiego.

1. Less — Loess. 2. Piaskowiec litotamniowy — Banc rocheux de *Lithotamnium*.
3. Piasek — Sable. 4. Margiel — Marne. 5. Główny poziom wodny — Horizon humide dans le sol. 8. Kierunek ruchu wody — Direction du mouvement de l'eau.
9. Wysięk wody — L'eau affluente. 10. Źródło — Source.

Stosunki nawodnienia wzgórz pokrytych przez lessy. Wody opadowe wsiąkają w less, na pewnej głębokości tworzą wilgotniejszy poziom napływowy i wzdłuż niego sączą się zwolna wzdłuż zboczy, przeważnie jednak opadają dalej, aż natrafiają na ławicę litotamniową; tu tworzą słaby poziom wodny. Gdzie ławicy litotamniowej brak, tam opadają dalej w piaskach, zbierają się w główny poziom wilgotny, który odcieka po powierzchni marglowej i tworzy źródła. Na bardziej pochylonych miejscach ścieka woda w obrębie lessu i paruje na jego powierzchni.

Dans la loess l'eau atmosphérique tombe dedans et forme les horizons humides sur les couches imperméables; elle découle ensuite sur la surface de la marne et forme les sources. Partiellement elle forme de couches plus humides dans le loess même, et sur les pentens elle écoule et s'évapore.

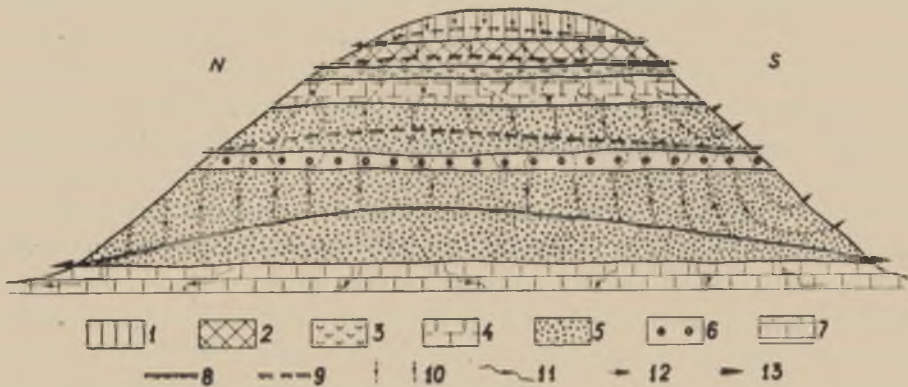
osiedlają się kępy torfowców - na przykład nad Lackiem koło Złoczowa — a na miejscach okresowo podsychających łąka z nader rzadkiej na krawędzi bliźniczki (*Nardus stricta*). Wysięk wody nieco żyźniejszej, a przynajmniej nie zakwaszonej, sprzyja występowaniu niektórych paproci, zwłaszcza *Aspidium Braunii*, *Phegopteris dryopteris* i *Ph. polypodioides*. Podsięk takiej wody wysychający na powierzchni wskazuje często *Carex praecox*. Wyciek wody na tyle obfity, że spływa ona po zboczu, ale nie powoduje jeszcze erozji, sprzyja osiedleniu się roślinności mocno higrofilnej, jak *Impatiens noli-tangere* lub *Hypericum hirsutum*. Niekiedy nie może wsiąkająca woda odpłynąć dość szybko na skutek małego nachylenia zbocza i nawadnia znaczne płaty w lesie. Rosną w tych miejscach higrofilne rośliny leśne, jak *Ranunculus repens*, *Plantago major*, *Ficaria verna* i inne, nierzadko również *Veronica montana*. Na miejscach tych gromadzi się często znaczniejsza ilość próchnicy i użyźnia podłoże. W bezodpływowych zagłębieniach tworzy ta woda płytkie kałużki. Na ich dnie tworzy się nieprzepuszczalna warstwa koloidalna, która uniemożliwia wsiąkanie wody, wiatry i wody nanoszą ściółkę leśną i zwietrzliny mineralne. W kałużach tych osiedla się — nierzadko tuż pod szczytem wyniesień — roślinność błotna, złożona z różnych gatunków turzyc, sitów, błotnych wierzbówek i żabieńcowatych. Na miejscach stałego wysięku wody żyznej i średnio przynajmniej wapiastej rosną nierzadko higrofity, wymagające nawodnienia wodą ruchomą, jak *Aruncus silvester*, *Arum maculatum*, *Humulus lupulus* i inne gatunki.

W niektórych miejscach krawędzi leży na piaskowcowej ławicy pokład lessu mniejszej szerokości niż sama ławica. Tworzy ona jakby rondo skalne na około lessowej główicy kapelusza. Spod pokładu lessowego wsiąka woda, zwykle tylko w okresie wiosny i wczesnego lata, i nawadnia powierzchnię skalną. Niekiedy przebija się ta ławica przez pokłady lessu, tworząc mocniej lub słabiej zaznaczony próg na zboczu. Wyciekająca woda zwilża wówczas brzeg ławicy i płaty zbocza poniżej leżące. Jest ona dość żyzna, ale miernie tylko wapiasta i sprzyja tworzeniu się pokładu pulchnej, słabo kwaśnej lub prawie obojętnej próchnicy. Rośnie na niej eutroficzna roślinność wiosenna. W czasie lata podciek wody nie zachodzi na skutek braku dostatecznego napływu. Płaty te znamionuje wówczas brak pospolitych leśnych paproci i innych roślin głodnych.

Podsięk wody na tym poziomie zaznacza się szczególnie wyraźnie w roślinności drzewnej. Buk utrzymuje się tylko na miejscach krótko na wiosnę zwilżanych; przy dużej trwającym wysięku osiedlają się na tych miejscach inne drzewa, lipa drobnolistna, dąb, jawor, klon, brzoza a niekiedy jesion.

Wysięk górnego poziomu zaznacza się niekiedy również na stepowych zboczach, na skałkach, wapienistych piaskach lub marglu. Osiedla się na nich bujniejsza i bardziej urozmaicona roślinność stepowa, z domieszką nierzadko bardzo wybitnych higrofitów stepowych. To samo zachodzi na styku piasków i lessów z pokładem marglu, na przykład w zachodnim odcinku Łysej Góry koło Złoczowa.

Wysięki wodne górnego poziomu są na ogół słabe, niekiedy nawet trudne do stwierdzenia; wsiąkająca w less woda przecieka bowiem zwykle przez ławicę piaskowcową. Widocznie miejscami jest ona popękana i zastąpiona przez piaski lub mniej zbita. Stwierdzić to jest trudno na skutek pokrycia jej przez less. Woda ta wsiąka w pokłady marglu, zbiera się w nim w żyły i wysiaka lub wycieka na zboczach w postaci zwykle słabych, niekiedy jednak bardzo wydajnych źródeł, dostarczających po kilka-



**Ryc. 17.** Uproszczony obraz stosunków nawodnienia wyniesień na krawędzi Podola w jej zachodniej części.

Schème de la circulation de l'eau dans les collines dans la partie occidentale de la limite septentrionale de la Podolie occidentale.

Przekrój geologiczny według Łomnickiego.

1. Less — Loess.
2. Łupki piaskowato-marglowe — Schistes de marne sablonneuse
3. Warstwa skalna — Banc rocheux.
4. Piaskowiec — Grès.
5. Piaski — Sables.
6. Ławica litotamniowa — Banc rocheux de *Lithotamnium*.
7. Margiel senoński — Marne sénonienne.
8. Wydatny poziom wodny — Horizon humide principal.
9. Słabsze poziomy wodne — Horizons humides peu marqués.
10. Zstępujący ruch wody opadowej — Mouvement descendant de l'eau atmosphérique.
11. Żyły wodne w pokładach marglowych — Veines de l'eau dans la marne.
12. Wysięk i parowanie wody na południowych zboczach — Eau affluente et s'évaporante sur les pentes exposées au sud.
13. Źródła — Sources.

Rysunek przedstawia tworzenie się poziomów wilgotnych w warstwach przepuszczalnych powyżej skalnych ławic. Na zboczach południowych woda podsiąka i częściowo paruje, na północnych ocieka po stoku i wsiąka w głąb.

Les horizons humides et les mouvements de l'eau sur les diverses pentes; celles qui sont exposées au sud et au nord.

dziesiąt litrów wody na minutę. Wyciek ten zachodzi na dość dokładnie określonej wysokości. Niekiedy wskazuje na jego obecność tylko bujniejsza roślinność, z domieszką gatunków higrofilnych; zaznacza się on jednak wyraźnie na przekroju gleby, a często w wykopanym dołku zbiera się nieco wody, nie rzadko na pozornie zupełnie suchym stepie.

Wysięk wody na dolnym poziomie kształtuje się różnie; ma albo postać wyraźnych źródeł albo zaznacza się w postaci rozprószonej gęstych, ale nikłych źródełek. Dla roślinności jest szczególnie ważny sposób ostatni. Zachodzi on najczęściej na odosobnionych górkach o ostrym grzbiecie, bez lessowej pokrywy, na przykład na Żulickiej, Świętej Górze i Makutrze, wyraźny jest również na Białej Górze. Na dużych odgałęzieniach krawędzi, na przykład na Łysej Górze koło Złoczowa, zaznacza się rozprószony poziom wodny w zachodniej jej części, na innych miejscach biją mocne źródła. Warto podać kilka szczegółów o ich rozmieszczeniu, gdyż wskazują one, do jakich rozmiarów dochodzi krążenie wody w podłożu. Zaznaczyć przy tym należy, że chodzi tu o górkę średnich rozmiarów, słabo tylko połączoną wąskim grzbiecikiem z Wyżyną Podolską; podciek wody z Podola na pewno tu nie zachodzi. Sama górka ma wąską i tylko miejscami nieco rozszerzoną powierzchnię szczytową; pokrywa lessowa jest na niej cienka i zajmuje niewielkie przestrzenie.

Naokoło Łysej Góry układają się źródła istnym wiankiem. Jedno z nich bije w Lackiem Małym, zaopatrując całą wieś w wodę i podtapiając pobliskie łąki. Drugie mocne źródło widzimy na bliskim przedpolu między Lackiem Wielkim a przysiółkiem Podlesie. W samym Podlesiu bije trzecie źródło, dostarczające co najmniej 60 litrów wody na minutę. W niewielkiej od tego miejsca odległości tworzy wysiłekająca woda jezioro, osobliwe przez położenie na miejscowym dziale wodnym. Dalsze źródło wypływa koło Ścianki. Poza tym wycieka tu kilka jeszcze drobnych źródełek a na całym prawie zboczach zaznacza się wysięk rozprószony. Ogólny wysięk wody z jednej tylko Łysej Góry oceniać należy na kilka set litrów na minutę. Góra ta nie jest pod względem stosunków nawodnienia wyjątkiem; widać na niej tylko szczególnie jasno wysięki i wycieki wody. Poziomy wodne są na niej szczególnie ostro zarysowane, tak na zboczach stepowych jak i pokrytych przez lasy. Zależność roślinności od wycieku wody jest tu wprost naoczna. Daje się tu stwierdzić między innymi, zubożenie roślinności stepowej na żebrowatych wyniesieniach zboczy a bujniejszy jej rozwój i bogatszy skład w rynnowych zagłębieniach, gdzie podsięk wody jest oczywiście wydajniejszy. Dowodzi to, że step składa się tylko częściowo z roślin kserofilnych. Wysięki dolnego poziomu wodnego zaznaczają się również na innych odcinkach krawędzi; zdołałem je poznać tylko w głównych zarysach. Mocne źródła

tego poziomu biją na przykład na wschód od Trędowacza, inne w samym Trędowaczu, — tak obfite, że jedno z nich daje początek małemu potocz-kowi, trzecie między Trędowaczem a Nowosiólkami powoduje podtopienie dużych obszarów łąk około tych wsi. Z tego poziomu wodnego wypływa Złota Lipa; mocne źródła biją pod Białą Górą i koło Poczajowa. Ponadto spotykamy na tej wysokości mnóstwo drobnych źródełek i mniejszych lub ledwie dostrzegalnych wysięków.

Źródła i wysięki wodne dolnego poziomu zaznaczają się szczególnie wyraźnie na nagim podłożu marglowym. O ich rozmieszczeniu na zboczach pokrytych przez less wiemy niewiele. Według wszelkiego prawdopodobieństwa są one na nich równie rozpowszechnione lecz wysiłekające wody rozpraszają się w osadach lessowych lub też ociekają po powierzchni kredowej i wyciekają dopiero w dolnych częściach zboczy lub też nawadniają przedpole. Zaznacza się to nie szczególnie wyraźnie w rozmieszczeniu drzew.

Przy niższym stropie osadów kredowych na obu skrzydłach krawędzi, koło Lwowa i Krzemieńca, jest układ krążenia wód odmienny. Tworzy się tu na ławicy piaskowcowej górny poziom wodny z wyraźnym wyciekami na jej obwodzie; poziom dolny zaznacza się nisko a jego wysięk jest rozprószony. Przeciekające przez ławicę piaskowcową wody opadowe opadają bez przeszkody w luźnych pokładach piasku, zatrzymują się dopiero na pokładach kredowych, zbierają się w zagłębieniach nierównej powierzchni marglu i wyciekają wzdłuż dolin na jej powierzchni albo w postaci mocnych źródeł albo rozprószonego wysięku. Źródło takie zaopatrywało dawniej wodociągi miejskie we Lwowie; bardzo mocne źródło bije z tego poziomu w Poczajowie. Na miejscach rozprószonego wysięku wody rosną prawie zawsze mieszane lasy liściaste.

Na mniejszych wyniesieniach, zbudowanych w górnej części z piasku a nie pokrytych przez less, jest ten wyciek bardzo słaby i rozprószony na znacznej wysokości zboczy. Zachodzi to szczególnie na południowych i mocno nagrzewanych przez słońce stokach. Na miejsce parującej wody podchodzi inna z głębi i też wysycha. Na piaszczystych zboczach jest nagrzewanie przez słońce tak mocne, że woda paruje już w głębszych warstwach gleby. Ponieważ zawiera ona pewne — choć niewielkie — ilości rozpuszczonych soli, powoduje użyźnienie podglebia. Rosną na tych zboczach albo stępy albo widne dębowe lasy z runem złożonym z roślin wyraźnie ale tylko umiarkowanie wapniowych.

Wyciek wody na zboczach powoduje nierzadko nawodnienie dolinek pomiędzy wyniesieniami. W dolinkach zasypanych przez osady drobnoziarniste — ma miejsce nawodnienie zwyczajne, w całej miąższości pokładów; w wyścielonych piaskiem tworzy się poziom wodny w głębi, na

styku z marglowym podglebiem. Piasek jest wówczas wierzchem suchy, ulega ługowaniu przez wody opadowe, w głębi jest on natomiast wilgotny i żyzny. Spotykamy wówczas najczęściej bór sosnowo-dębowy z runem mieszanym, stepowo-borowym. Rosną wówczas obok siebie rośliny o skrajnie różnych wymaganiach ekologicznych, dąb z sosną w piętrze drzew a borówki ze szczodrzeńcami i innymi roślinami o długich korzeniach w runie. Zaburzenie tego układu roślinności, na przykład wyrębanie dębu, zmienia tak mocno warunki nawodnienia, że nie rośnie dobrze ani dąb ani sosna.

Poziomy i wysięki wodne tworzą się również w obrębie lessów, lecz są stosunkowo słabe. Pokład lessu na nieprzepuszczalnej skale, na ławicy piaskowcowej lub marglu, nasiąka wodą w swych głębszych częściach. Powierzchnia bardziej wilgotnego podłoża układa się różnie przy różnym wyrzeźbieniu powierzchni ziemi. Na kopulastych wyniesieniach naśladuje na ogół zarys powierzchni ziemi. W częściach środkowych leży warstwa wilgotniejsza dość głęboko, ku brzegom coraz płycej, na obwodzie zaznacza się niekiedy nawet wysięk wody. To samo ma miejsce, gdy osad lessu pokrywa wyniesienie jakby czapą a zanika na stokach. Zagłębienia są zwykle bardzo wilgotne, nawet gdy są one ledwo widoczne. Zanika na tych miejscach las bukowy a pojawiają się inne drzewa, pasami na zboczach, w postaci skupień lub wianków na równinach.

Na obszarach płaskich układają się stosunki nawodnienia lessów zupełnie odmiennie. Części obwodowe płaskiego a pokrytego lessem wysienienia są suche na skutek ułatwionego odcieku wody na zbocza, dobrze natomiast nawodnione są jego części środkowe, gdyż odciek na boki jest na skutek dużego oporu ośrodka zbyt utrudniony. Taki układ nawodnienia tłumaczy nam doskonale rozmieszczenie drzew i stosunki żyzności gleby. Na kopułach lessowych rośnie głodny las bukowy, na jego obwodzie las mieszany z bogatym runem, na płaskich natomiast wyżynach rosną lasy bukowe na obwodzie, środek zajmują żyzne dębiny. Stosunki te nie należą od bezwzględnej wysokości; zupełnie tak samo się układają na wyniesieniach jak i na przedpolu.

Osady lessu sprzyjają często tworzeniu się wysięków wodnych, niezależnych od głównych rysów budowy geologicznej. Zachodzi to szczególnie na zboczach wtórnych dolinek, gdzie erozja przepiłowała pokład lessowy i spowodowała wcięcie w marglu lub ławicy piaskowcowej. Na styku obu warstw wycieka lub wysiaka woda i sprzyja, zwłaszcza gdy jest ona żyzna i wapniasta, osiedleniu się roślin eutroficznych. Na takich miejscach rosną rzadkie gatunki, jak *Scolopendrium vulgare*, *Scopolia carniolica*, *Arum maculatum*, *Onoclea struthiopteris*, *Geranium phaeum* i inne. Na stromych zboczach jest wysięk wodny bardzo częsty, stąd po-



раста je prawie zawsze roślinność bujniejsza, złożona z gatunków wybrednych na żyzność gleby.

Na zboczach pokrytych grubo przez less jest wpływ wysięków wody niewielki. Wysiąkająca woda rozprasza się w pokrywie lessowej i powoduje równomierne zwilgocenie na znacznej przestrzeni. Na bardzo grubych pokładach lessu wpływ ten nie zaznacza się prawie zupełnie. Na wyniesieniach w całości piaszczystych, tak gołych jak i pokrytych przez less, poziom wodny się nie wykształca; brak też na nich wysięków i wycieków. Roślinność składa się z drzew kserofilnych, z buka lub sosny w piętrze drzew a z głodnych gatunków w runie. Brak wówczas prawie zupełnie krzewów.

Pierwotny układ krążenia wód zakłóca bardzo często człowiek, zwłaszcza przez wycinanie lasów.

Wycięcie lasu dębowego powoduje zwykle zwiększenie nawodnienia na glebach miernie wilgotnych a przesuszenie na miejscach suchych, o płytkiej glebie, z nikłym poziomem wodnym. Wycięcie buczyny powoduje na zboczach południowych zwykle fizyczne osuszenie gleby na skutek zwiększonego parowania, na podłożu bogatym w wapno zwiększa jednak fizjologiczne nawodnienie na skutek stężenia roztworu wodnego. Na zboczach ubogich w wapno powoduje wyniszczenie lasów osuszenie tak fizyczne jak i fizjologiczne. Usunięcie lasu zmienia ponadto stosunki do chodu wodnego, albowiem ułatwia spływ wody po zboczach i zmniejsza jej wsiąkanie. Następstwem tego jest zanik poziomów wodnych i wysięków wody, zwiększanie erozji stoków i inne, trudne nawet do przewidzenia skutki.

Przedstawiony tu zarys stosunków nawodnienia krawędzi oraz jej przedpola i rozmieszczenie roślinności łączy się w zwartą i logiczną całość. Roślinność odzwierciedla stosunki nawodnienia na każdym prawie kroku. Mimo że spostrzeżenia nasze są raczej wstępne, „powierzchowne“, oparte na licznych wprawdzie, ale tylko ocenianych na oko danych, tłumaczą one ogromny zakres zjawisk geobotanicznych. Przy badaniach bardziej szczegółowych, popartych pomiarami i danymi liczbowymi, dałoby się niewątpliwie stwierdzić dalsze zależności. Pomiary takie muszą być jednak bardzo liczne i dostosowane do zagadnień ekologii roślin, a więc bardzo wszechstronne.

Nie można jednak pominąć milczeniem pewnych zjawisk niezrozumiałych, a niekiedy nawet niezgodnych z regułą, zwykle zresztą małych rozmiarów. Odnosi się wrażenie, że istnieje przy nawodnieniu jeszcze jakiś niewykryty czynnik. Można nawet powiedzieć, że niektóre okolice kryją jakieś zagadki hydrologiczne. Niewielka i odosobniona Żulicka Góra, bez pokrywy lessowej, o ostrym grzbiecie, a więc o małym i chwiej-

nym dochodzie wodnym. posiada w swej roślinności stepowej jednak dużo roślin niewątpliwie higrofilnych. Podobne zjawisko stwierdzamy na jeszcze mniejszej Świętej Górze, na Makutrze i na małym odosobnionym grzbieciku Strachowej Góry. Brak na nich większych źródeł; być może, że wszystka woda wysiaka tu w postaci drobnych żyłek wodnych i powoduje większe ogólne nawodnienie zboczy. Znaczny masyw Łysej i Białej Góry jest porośły przez roślinność raczej kserofilną, jedynie na niewielkich płatach stwierdzamy skupienia higrofitów; widocznie odwadnia je wydajny odpływ wody w źródłach.

### Stosunki glebowe

Daleko idąca i zwykle bardzo ścisła zależność roślinności krawędzi Podola od rzeźby powierzchni ziemi, od budowy petrograficznej i stosunków nawodnienia, nasuwa przypuszczenie, że winnaby istnieć tym ścisłsza zależność roślin od składu i budowy gleby. Zależności takie jest jednak dość trudno wykazać, przynajmniej nie zaznaczają się nacalnie. Wykazywałyby ją zapewne szczegółowe badania gleboznawcze. Badań takich nie przeprowadzałem; stanowi to najdotkliwszą lukę w niniejszej pracy. Nie miałem do tego celu ani możliwości ani środków, ani też odpowiedniego przygotowania.

Pominięcie czynników glebowych byłoby jednak dotkliwą luką w niniejszych rozważaniach, stąd staram się je zastąpić do pewnego stopnia drogą pośrednią, omówienia **s t o s u n k ó w g l e b o w y c h**. Nie zastąpi to wprawdzie właściwych badań gleboznawczych, lecz pozwoli stwierdzić wiele cennych dla geobotaniki danych.

Analiza geobotaniczna szaty roślinnej wykazuje, jakie czynniki glebowe są ważne dla roślinności. Właściwie ważne są wszystkie czynniki glebowe, różne zresztą dla różnych gatunków roślin, na czoło wysuwają się jednak bezprzecznie niektóre z nich, a mianowicie:

a) Skład petrograficzny, a tym samym chemiczny i fizyczny podłoża jako skały macierzystej. Warunkuje on w bardzo dużej mierze stosunki żyzności gleby. Bardzo ważny jest udział związków wapnia, gdyż w warunkach krawędziowych są one prawie niezawodnym wykładnikiem żyzności gleby. Można je określić prawie z tym samym wynikiem odwrotnością zawartości wapnia, czyli stopniem zakwaszenia.

b) Stosunki nawodnienia, w szczególności ruch wody w glebie i podglebiu, jego kierunek w stosunku do powierzchni ziemi, i związane z tym ruchem wody wyjaławianie lub użyźnianie gleby.

c) Ilość, skład i jakość związków próchnicznych w glebie, stopień nasycenia ich zasadami lub zakwaszenie.

Budowę petrograficzną i stosunki nawodnienia podałem w poprzednich rozdziałach; musimy je jednak rozważyć jeszcze raz, pod kątem widzenia procesów glebowych. Omówienie to będzie bardzo ogólne, oparte z jednej strony na fizjografii terenu, z drugiej na podstawowych danych z zakresu gleboznawstwa.

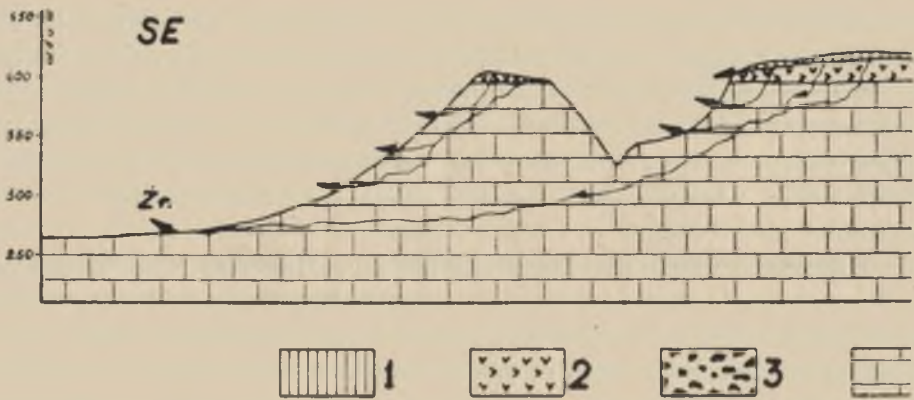
Roślinność krawędzi Podola nie wykazuje żadnego bezpośredniego związku z rodzajem gleby. Na każdym z głównych typów gleb, na każdym rodzaju podłoża, na marglu, lessie, piasku, rędzinie i borowinie może rósć najbardziej różnorodna roślinność. Jej rozmieszczenie tłumaczą dopiero zjawiska glebowe; te zaś wynikają z kierunków ruchu wody. Zstępujący ruch wody powoduje zawsze ługowanie, wstępujący bardzo często wzbogacanie w związki odżywcze. Na pewnych obszarach krawędzi powoduje ruch wody bielcowanie, z bardzo różną szybkością na różnych podłożach petrograficznych, na innych jej płatach wzbogacanie w sole, które prowadzi do tworzenia się rędzin. Te ostatnie są na krawędzi Podola bardzo zróżnicowane (M u s i e r o w i c z i W o n d r a u s c h). Podział na gleby bielcowane, rędziny, borowiny i gleby węglanowe, nie jest dla naszych celów wystarczający, będzie jednak podstawą do dalszych rozważań.

Krawędź Podola ma klimat humidowy, przeważa więc zstępujący ruch wody nad wstępującym, gleby ulegają ługowaniu. Istotnie, w miejscach gdzie brak jest czynnika powodującego wstępujący ruch wody, ulegają wyługowaniu nawet margle. Ługowaniu przeciwdziałają najczęściej suchy klimat, powodujący przez silne nagrzewanie gleby i suchość powietrza duże parowanie wody z gleby; mała ilość opadów utrudnia również wymywanie soli z jej wierzchnich warstw. Przewaga wstępującego ruchu wody nad zstępującym zachodzi na krawędzi Podola na skutek nagrzewania ziemi zupełnie wyjątkowo, przy sprzyjającym układzie warunków, tylko na płytkim podłożu skalnym i w południowej wystawie, gdzie wsiąkanie wody w skałę jest niemożliwe; nie mogą się na tych miejscach osiedlić drzewa. Nagrzewanie ziemi przez słońce działa tu tak samo, jak w obszarach stepowych.

Wstępujący ruch wody zachodzi jednak również pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego. Zjawisko to jest wszędzie rozpowszechnione w obszarach górzystych i na stokach, nie powoduje jednak większych zmian roślinności. Ma ono miejsce najczęściej w lasach, gdzie powoduje tylko zwiększenie wilgotności gleby, na zboczach bezleśnych sprzyja tylko osiedlaniu się roślinności bardziej higrofilnej. Na krawędzi Podola jest wsiąkająca woda bogata w wapno i inne związki rozpuszczalne; na południowych zboczach ona wysycha i mocno nawapnia glebę. Ogrzewanie podłoża przez słońce oraz suchość powietrza w z m a c-

ni a tu wpływ podcieku wody. Wytwarzają się warunki stepowe, bardzo zbliżone do panujących w klimacie kserycznym; dlatego też rośnie na nich step. Ocienienie przez drzewa, a więc i zmniejszenie nasłonecznienia, obniża parowanie wody, lecz nie usuwa od razu większości gatunków stepowych. Dopiero długotrwałe ocienienie sprzyja wyługowaniu podłoża i powoduje osiedlenie się roślinności leśnej. Na płaskich miejscach krawędzi Podola step się osiedlić nie może, poza zupełnie wyjątkowymi jego płatami, gdyż ługowanie uniemożliwia tworzenie się gleb węglanowych.

W obrębie lasów krawędzi zaznacza wysięk wody swój wpływ mniej naocznie; przeciwstawia się on jednak wyługowaniu gleby, zwilża i użyźnia podłoże. Na miejscach wysięku wody brak zwykle gatunków głodnych



#### Krawędź Podola

Ryc. 18. Przekrój przez Łysą Górę koło Złoczowa.

Profil de Łysa Góra près Złoczów.

1. Less — Loess. 2. Ławica piaskowcowa — Banc rocheux. 3. Rędziny i borowiny — Rendzina et borowina. 4. Margiel senoński — Marne sénonienne. 5. Żyły wodne w pokładach marglowych — Veines d'eau dans la marne. 6. Wysięki wody — Eau écoulante et s'évaporante. 7. Błota — Marais. Żr. Źródła — Sources.

Rysunek przedstawia budowę geologiczną i stosunki nawodnienia krawędzi w jej środkowej części. Kreda sięga tu wysoko i jest pokryta niegrubym pokładem pia-

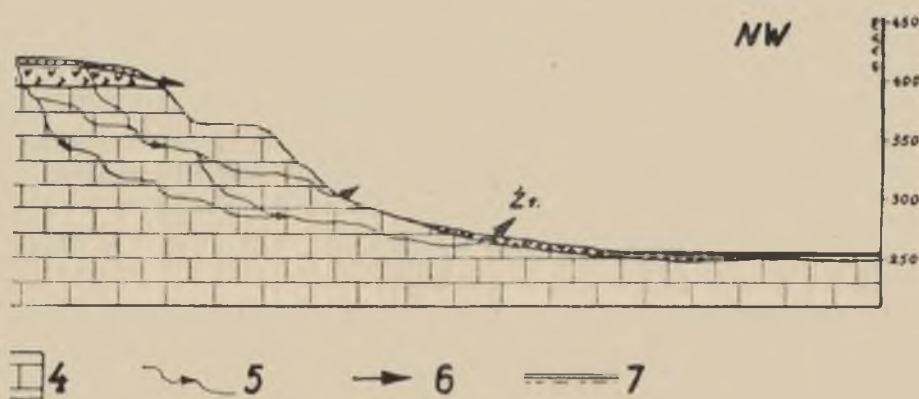
w runie, dużą rolę natomiast odgrywają rośliny wybredniejsze na żyzność gleby. Gdy ruch wstępujący jest bardzo duży, naocznie widoczny, sprzyja on występowaniu roślin niezbyt wybrednych, lecz mocno higrofilnych. Duży wysięk wody użyźnia najczęściej glebę słabiej niż nieznaczny.

Wstępujący ruch wody zachodzi w pewnych warunkach na osuszonych i wylesionych płatach borowin na dnie bruzd wołyńskich. Przyczyną jego jest mocne nagrzewanie powierzchni ziemi przez słońce oraz duże nawodnienie podglebia. Ponieważ borowiny te są bogate w wapno i sole odżywcze, wzbogacają się wierzchnie warstwy gleby w te związki; pod-

łoże przybiera skład zbliżony do stepowego. Nic więc dziwnego, że osiedlają się na nim niektóre gatunki roślin stepowych.

Wstępujący ruch wody zachodzi w borowinach niekiedy również pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego. Ma to miejsce na brzegach wtórnych dolin. Napływ wody jest tu duży, zdoła ona jednak w znacznej części wyparować. Podłoże jest wówczas bardzo wilgotne a równocześnie wzbogacane w przynoszone przez podciekającą wodę związki. Na miejscach tych osiedla się eutroficzna, wapniowa roślinność błotna.

Wstępujący ruch wody powoduje prawie zawsze użyźnianie gleby. Na podłożu bogatym w wapno sprzyja on osiedlaniu się roślinności stepowej, w miejscach mocniej oświetlonych eutroficznej leśnej, wyklucza



skowców. Less zalega tylko cienką warstwą na grzbiecie wyniesień. Wody opadowe wsiąkają w pokład lessu i wsiąkają na zbocza (górnny poziom wodny). Większość wód przesiąka przez ławicę piaskowcową, rozchodzi się żyłami wodnymi, podsiąka i wysycha na południowych zboczach, a na północnych i u stóp krawędzi bije w postaci źródeł.

Structure géologique et hydrologie des élévations dans la partie médiane de la limite septentrionale de la Podolie L'eau tombe dans le loess, forme l'horizon humide sur le banc rocheux, tombe en partie dedans et forme les veines de l'eau. Elle s'évapore en partie sur les pentes exposées au sud et en partie elle forme des sources.

zaś gatunki głodne, zazwyczaj borowe. Na obszarach lessowych zaznacza się wpływ podsiąku wody zwykle słabo, gdyż rozprasza się ona na dużej przestrzeni; powoduje jednak również użyźnienie gleby a przynajmniej przeciwstawia się jej ługowaniu.

Na bardziej stromych zboczach zachodzi prawie zawsze ruch wody mniej więcej równoległy do powierzchni. Użyźnia on prawie zawsze podłoże i przeciwstawia się tworzeniu poziomów glebowych. Dlatego też strome zbocza mają zawsze bujniejszą roślinność, zwykle mezotroficzną, z niewielką ilością gatunków głodnych. Na zboczach tych zaznacza się

na krawędzi zawsze jeszcze podsięk wody z głębi na skutek ciśnienia hydrostatycznego.

Na zboczach bardziej położeń jest ruch wody bardziej powolny; przynosi on mało związków odżywczych i słabo się przeciwstawia ługowaniu przez wody opadowe. Gleba ulega tu odwapnieniu i zakwaszeniu. Ponieważ zbocza położeń są prawie zawsze pokryte przez lessy, ulegają one również odwapnieniu; less nabiera własności łu, pęcznieje, zatrzymuje silnie wodę, stwarza podłoże głodne. Porastają je lasy o ubogim runie, zwykle bez podszycia krzewów. Wylesione, zamieniają się w głodne łąki.

Na ogromnej krawędzi Podola ma ruch wody kierunek zstępujący. Powoduje on zawsze ługowanie gleby. Na stępach o podłożu marglowym jest ono nader powolne na skutek dużej ilości wapna w glebie. Równoległe z ługowaniem zachodzi na nim zmywanie zboczy, tak że roślinność unikająca wapna osiedlić się nie może; spotykamy na nich tylko nieliczne rośliny łąkowe o płytkich bardzo korzeniach. Ocienienie marglu przez las zmniejsza parowanie wody, przyczynia się więc do ługowania. Runo leśne składa się wówczas z gatunków wybrednych na żyzność gleby lecz słabiej wapniowych; tylko byliny o długich korzeniach sięgają do poziomu wapiennego.

O wiele mocniej ulegają ługowaniu przez zstępujące wody pokłady piaszczyste i lessowe. Przy ułatwionym wsiąkaniu wody, na szczytowych wyniesieniach, w pobliżu stromo wciętych dolin, wszędzie zaś na grubych osadach piaszczystych i lessach na piasku leżących, opada woda bez przeszkód w głąb. Poziom napływowy w glebie wykształca się dopiero głęboko, gleba ulega więc głębokiemu wylugowaniu. Roślinność na tych glebach składa się wyłącznie z gatunków głodnych. Na piasku posunęło się ługowanie na samej nawet krawędzi Podola bardzo daleko i osiedla się na nich roślinność borowa.

Przy utrudnionym wsiąkaniu wody w głąb, a więc na ławicy skalnej, na szerokich a płaskich powierzchniach i na lessowych płatach przedpola z płytkim poziomem wodnym, odbywa się ługowanie tylko w wierzchnich warstwach. Utrudniony odciek wody i znaczne nawapnienie podglebia sprzyja wytwarzaniu się żyznego poziomu napływowego, nierzadko o odczynie zasadowym lub obojętnym. W okolicy Krzemieńca stwierdziłem na głębokości jednego metra w osadach lessowych odczyn ponad 7 pH. Wierzchnie warstwy gleby żywią głodną roślinność, gatunki głębiej zakorzenione należą do eutroficznych. Udział tych ostatnich jest tym większy, im płytszy i żyźniejszy jest poziom napływowy. Dlatego to miejsca na ławicy skalnej — nawet gdy zalega ona na głębokości znacznej, ponad 1 metr — mają zawsze bogatszą roślinność.

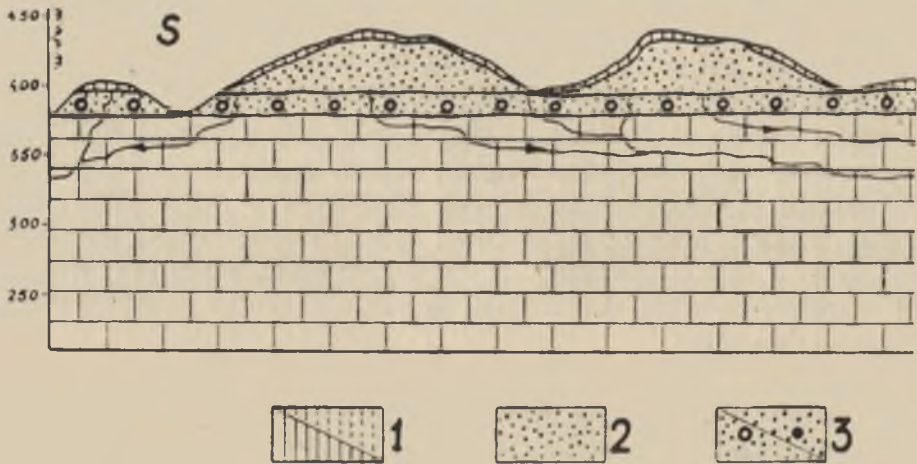
Zbocza krawędzi są albo margłowe albo pokryte lessem, rzadziej tworzy je ławica skalna lub piasek. Ługowanie ich posunęło się niezbyt daleko dzięki dużemu nawapnieniu lub drobnoziarnistości podłoża; tylko wyjątkowo wytwarzają się tu warunki borowe. Nawet gdy zakwaszenie zbliża się do 5 pH, roślin borowych tu nie spotykamy; rosną tylko gatunki leśne lub leśno-borowe. To samo ma miejsce na gliniastych i szczyrkowych płatach przedpola. Gleby te należą niewątpliwie do brunatnych. Poziom mocno zbielicowany zaznacza się jeszcze słabo. Inaczej przedstawiają się stosunki na piaszczystym, szczyrkowym a nawet na margłowym przedpolu.

Na głębokim podłożu piaszczystym zachodzi tu zwykle ługowanie. Ponieważ jednak piaski podkrawędziowe są zasobne w wapno i żyzne, ługowanie ich jest powolne i ogranicza się przez długi czas do wierzchnich warstw gleby; w głębi są one jeszcze dość żyzne a nawet wapniste. Pomiedzy płytko zakorzonioną i głodną roślinnością borową spotykamy tu gatunki rosnące również na stepach. Dopiero w znaczniejszej odległości od krawędzi — kilkanaście co najmniej kilometrów — rosną typowe bory. Wobec znacznej miąższości piasków i dużej ich porowatości wstępujący ruch wody w nich nie zachodzi lub jest bardzo słaby, nawet przy mocnym ich nagrzewaniu przez słońce. Brak tu zatem czynnika przeciwstawiającego się ługowaniu.

Inaczej układają się stosunki na płytkich piaskach lub szczyrkach zalegających na podłożu margłowym. Ługowanie odbywa się tu bez przeszkód lecz ogranicza się do płytkich warstw gleby. Wierzchnie warstwy są nie tylko zupełnie odwapnione, lecz najczęściej wymyte ze składników drobnoziarnistych, koloidalnych. Wymywane związki strącają się całkiem płytko, nierzadko w głębokości kilku lub kilkunastu centymetrów. Wyługowane koloidy glebowe strącają się powyżej margłowego podłoża i tworzą nieprzepuszczalną warstwę. Woda opadowa nie może wsiąkać w nieprzepuszczalny margiel, stąd prawie w całości wysycha. Nie powoduje to jednak użyznienia wierzchniej warstwy gleby, gdyż jest ona bardzo porowata, woda w niej nie podsiąka; paruje ona już w głębi gleby. Taki układ stosunków powoduje chwiejny i mały bilans wodny. Profil glebowy jest najczęściej bardzo skrócony i mocno zróżnicowany; wierzchnie poziomy są bardzo głodne i suche, w głębi mocno wapniste, żyzne, lecz okresowo również suche, zwłaszcza w okresie lata. Porastają je bory dębowe z runem borowo-leśnym lub nawet borowo-stepowym, w pewnych wypadkach nawet borowo-leśno-stepowym. Nierzadka jest w nich również domieszka roślin łąkowych. Stosunek ilościowy tych składników zależy od głębokości wapnistego podłoża, składu poziomu napływowego, stosunków nawodnienia i oświetlenia. W borach

tych drzewem panującym jest prawie zawsze dąb szypułkowy, rzadziej bezszypułkowy, wzrost jego jest jednak niezwykle powolny a wygląd karłowaty.

Nawodnienie krawędzi Podola i większości jej przedpola jest raczej słabe na skutek przepuszczalności podłoża, znacznego jego na ogół nawapnienia i ułatwionego odpływu. Ługujący wpływ wód jest na tym obszarze niewielki i dotyczy prawie wyłącznie wierzchnich warstw gleby. Poszczególne pokłady utrzymują uporczywie swój skład petrograficzny i chemiczny; dotyczy to nawet wydminowych piasków. Przeciek wody ru-



Ryc. 19. Brzeg właściwej krawędzi Podola nad Trędowaczem.

Limite de la Podolie au-dessus de Trędowacz près Złoczów.

1. Less — Loess. 2. Piaski — Sables. 3. Ławica piaskowcowa — Banc rocheux.  
4. Margiel senoński — Marne sénonienne. 5. Żyły wodne — Veines de l'eau. 6. Wy-  
sięki wody — L'eau effluente.

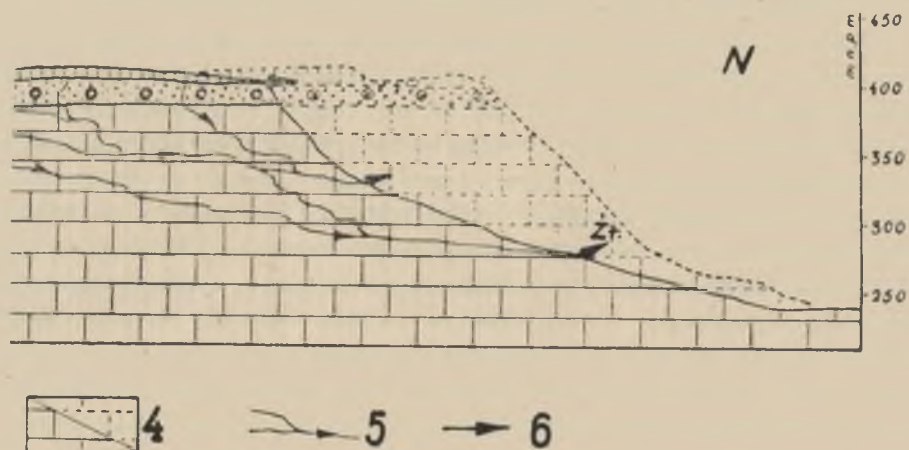
Linie ciągłe oznaczają zarys krawędzi wzdłuż dolinki, linie kropkowane—stoków kra-  
wędzi właściwej

chomej nie powoduje w nich większych zmian, odbija się tylko na powierzchni. Zupełnie inny wpływ ma woda stojąca, nawet gdy stoi ona tylko okresowo. Powoduje ona szybkie i daleko idące wyługowanie. Stale sucha wydma żywi bardzo często roślinność wapniową, natomiast piasek ongiś podtopiony lub przemyty przez wodę jest zawsze odwapniony. To samo zachodzi na lessie. Jedynie rumosz marglowy zachowuje mimo podtopienia lub przemycia swój skład chemiczny. Należałoby zbadać, czy nie dałoby się według ilości wapnia odróżnić lessu pierwotnego od przemytego.



### Tworzenie się i rola próchnicy

Przy omawianiu tworzenia się, rozkładu i roli próchnicy ograniczam się z konieczności do zjawisk najbardziej naocznych, dających się stwierdzić w zwykłych pracach polowych. Nie mogłem bowiem przeprowadzić badań bardziej szczegółowych, laboratoryjnych. Przy omawianiu próchnicy mam zawsze na myśli jej wierzchnią warstwę; należałoby mówić właściwie zawsze o warstwie próchnicznej. Pomijam zupełnie w moich rozważaniach torfowiska właściwe, gdyż nie mam o nich żadnych nowych danych; na badanym obszarze, mamy zresztą tylko znikome ich



Les lignes continues marquent le profil dans une vallée, celles qui sont pointuées, de la limite de la Podolie proprement dite.

Wody opadowe wsiąkają w less a następnie w piasek i wysiłekają na dnie dolinek lub na obwodzie płaszczyzn pokrywanych przez lessy. Znaczna jej ilość przesiąka przez lessy, ławicę piaskowcową i tworzy żyły wodne. Budowa geologiczna pokładów powyżej ławicy skalnej — zaznaczona jako piaski — jest z braku ścisłych danych niepewna. Structure géologique et hydrologie des élévations couvertes de loess, près Złoczów.

zaczątki. Pomimo tak daleko idącego zacieśnienia naszych rozważań, możemy stwierdzić wiele ważnych prawidłowości.

Większość gatunków roślin wykazuje nader niewielką zależność od ilości, a nawet obecności próchnicy w glebie. Rośliny takie jak na przykład borówki, mogą rósć na podłożu prawie czysto mineralnym, jak i na torfach, z drugiej strony gatunki typowo naskalne, jak kostrzewa sina, doskonale się czuje na prawie czystej próchnicy. Wiele roślin stepowych żyje równie dobrze na bogatej w próchnicę rędzinie lub nawet borowinie, jak i na czysto mineralnym marglu. Również rośliny leśne, spotykane najczęściej na podłożu próchnicznym, rosną zupełnie dobrze na pozbawionej

prawie zupełnie związków organicznych glebie, na przykład na świeżo odsłoniętych urwiskach lessowych. Nie mniej, domieszka próchnicy wywiera tak duży wpływ na roślinność przez użyźnianie podłoża, że trudno pominąć choćby wstępne jej omówienie.

Tworzenie się próchnicy jest na krawędzi zjawiskiem powszechnym, ma jednak miejsce nie wszędzie, postępuje z niejednakową szybkością i ma różny przebieg. Łatwo jest stwierdzić już drogą badań polowych, że ilość i jakość próchnicy zależy od stopnia nawodnienia podłoża i jego odczynu; zależy ono również od warunków klimatycznych na danym miejscu. Najobficiej wytwarza się próchnica na miejscu wysięku wapnistej wody i na miejscach taką wodą podtopionych a przy tym ocienionych, najmniej na miejscach suchych i zakwaszonych. Taki stan rzeczy powoduje, że bogate w próchnicę są na krawędzi Podola siedliska bogate w wapno; wyjątek od tej zasady stanowią torfowiska.

Próchnica tworzy się na krawędzi Podola przede wszystkim w lasach. Na stepowych zboczach jest warstwa próchniczna bardzo cienka a nawet brak jej często prawie zupełnie. Gruba warstwa próchniczna na wilgotnych stepach jest pochodzenia niewątpliwie leśnego. Świadczą o tym stosunki na zboczach pokrytych częściowo przez lasy, a częściowo przez sztuczne poleśne stepy, na przykład w okolicy Ścianki. Strome zbocza kredowe porasta tu cienisty i wilgotny las bukowy z kłokoczką; na dnie tegoż zalega pokład próchniczny dochodzący do pół metra miąższości. Las ten został na znacznych przestrzeniach wycięty, a jego miejsce zajęła roślinność stepowa. Pokład próchnicy jest tu ledwie widoczny albo go zupełnie brak. Różnica ta zachodzi na przestrzeni kilku kroków, przy tej samej wystawie, położeniu i nawodnieniu.

W warunkach stepowych może się tworzyć wyraźna warstwa próchnicy tylko przy obfitym podcieku wapnistej wody lub w szczelinach skalnych. W innych warunkach rozkład próchnicy jest szybszy niż jej tworzenie. W szczególności nie widzimy warstwy próchnicznej na niewątpliwie odwiecznie bezdrzewnych płatach naskalnych stepów. Wmywanie rozpuszczonej próchnicy w głąb nie zachodzi na badanym obszarze prawie zupełnie na skutek małej przepuszczalności podłoża i wstępującego ruchu wody na stepowych zboczach. Może się ona tworzyć tylko z podziemnych części roślinnych. Na krawędzi Podola brak jest więc jakiegokolwiek związku między domieszką próchnicy a roślinnością stepową. Jest to rzecz zresztą zupełnie zrozumiała. Wysoka ciepłota, erozja wodna i powietrzna, ułatwiony dostęp powietrza i stosunkowo słabe nawodnienie powierzchni gleby ułatwiają raczej rozkład próchnicy niż jej wytwarzanie. Step siny i suchy step kwietny próchnicy nie tworzy; na stepie wilgotnym jest ona pochodzenia niewątpliwie leśnego.

Na badanym obszarze możemy wyróżnić trzy rodzaje próchnicy, pochodzenia *łęgowego*, *leśnego* i *borowego*. Łęgowa jest wyraźnie zasadowa, bogata w wapno, leśna jest obojętna lub miernie kwaśna, borowa jest prawie zawsze mocno zakwaszona.

Próchnica łęgowa czyli borowina tworzy się w obniżeniach i brzdach Nadbuża, w stojącej lub wolno płynącej wodzie, wypływającej najczęściej ze źródeł na marglu. Nader bujne życie roślinne dostarcza dużo szczątków organicznych; strącają się one w wapnistej wodzie w postaci bezpostaciowej, mazistej czarnej masy. W pobliżu krawędzi widać w niej gołym okiem grudki wapna. Domieszka składników mineralnych jest w niej niewielka. Składa się ona z namulonych cząstek glinki i pyłu naniesionego przez wiatry. Po wysuszeniu zamienia się na pylistą masę, trudno zwilżalną przez wodę, „purchawinę“. Przy mocnym nagrzewaniu przez słońce powoduje wstępujący ruch wody w glebie zwiększenie jej nawapnienia, tak że osiedlają się na niej rośliny stepowe. Nasuwa się przypuszczenie, że po dłuższym okresie czasu i w klimacie kserycznym może się ona zamienić w czarnoziem. W klimatycznych stosunkach krawędzi zachodzi takie przesuszenie zupełnie wyjątkowo i tylko na skutek zabiegów gospodarczych, nagłego osuszenia drogą melioracji i tylko zdala od krawędzi. U jej podnóży jest nawodnienie odciekającymi wodami na ogół duże, ociek wody na skutek sztucznego osuszenia jest ułatwiony; stąd ulegają one stopniowemu ługowaniu.

W obrębie *la sów* wykazuje tworzenie się próchnicy wyraźną zależność od kierunku ruchu wody i stopnia nawapnienia gleby. Przy wysięku wody wapnistej tworzy się ona w znacznej ilości, ma barwę ciemną, prawie czarną, postać grudkowatej masy wielkości drobnego groszku lub ziaren zboża; niekiedy jest prawie mączysta. Na płytkim podłożu wapiennym, zwłaszcza na marglu, przybiera ona tę postać również przy zstępującym ruchu wody, prawdopodobnie na skutek utrudnionego jej odcieku. Gleby z domieszką tej próchnicy należą do *rędzin*. Z samej istoty rzeczy tworzy się próchnica w znaczniejszej ilości *na miejscu wysięku poziomów wodnych*, zwłaszcza *dolnego*. Ilość jej nie wykazuje na ogół zależności od składu i bujności szaty roślinnej, nie wiele też zależy od nagromadzania się ściółki. W znacznej ilości tworzy się ona na skałach i ich stóp. Sprzyja temu niewątpliwie domieszka wapienistych składników skalnych.

Obfity pokład próchniczny spotykamy również na progowatych załamaniach zboczy. Sprzyjają temu te same czynniki: podcieki wapnistej wody, nagromadzanie się szczątków organicznych na skutek akumulacji a utrudnionej erozji, przede wszystkim zaś obfite nawodnienie. Na podłożu skalnym, przy podcieku wody słabo tylko wapnistej, tworzy się

próchnica obojętna lub słabo zakwaszona. Zachodzi to najczęściej na wysokości ławicy piaskowcowej. Nagromadzona próchnica nie ulega tu ługowaniu na skutek nieprzepuszczalnego podglebia, jest w całej swej miąższości jednakowo żyzna. W okresie lata, kiedy podsięk wody nie zachodzi, wysycha ona do głębi i niewątpliwie ulega rozkładowi; w okresie wiosny nasyca ją podciekająca woda nowym zasobem elektrolitów. Jest to siedlisko zespołu słabo wapiennych roślin, z panującymi *Dentaria glandulosa* lub *Corydalis cava*.

Znaczne pokłady próchnicy tworzą się również w dolnych częściach zboczy i tuż u podnóża krawędzi. Przyczyną tego jest znaczniejsze nawodnienie przez ociekające woły, nagromadzanie się ściółki oraz większe nawapnienie wody. Próchnica tworzy tu pokłady nieraz do pół metra miąższości. Są one prawie czarne i zawierają znaczniejsze ilości składników mineralnych, nanoszonych przez wody ze zboczy. Pokłady te są zwykle bardzo żyzne i porośłe przez bujną, ale miernie tylko wapniową roślinność eutroficzną. Warstwa próchniczna przybiera na miąższości w miarę obniżania się po zboczu, zwłaszcza gdy górne części zbocza są bardziej strome niż dolne, mniej jest wyraźna, gdy nachylenie zboczy jest jednostajne. W górnych częściach ma ta warstwa rzadko ponad parę centymetrów miąższości, w części środkowej dochodzi 20 cm, w dolnej zwykle do pół a nawet do jednego metra.

Grube pokłady próchnicy tworzą się również na przedpolu, jednakowoż tylko w szczególnych warunkach, przy podcieku, ocieku lub napływie przynajmniej umiarkowanej wapnistej wody, najczęściej przy wysięku jej spod lessu, na styku z marglowym podglebiem. Gleba ma tu najczęściej wygląd grudkowaty, barwę czarną, po wyschnięciu przybiera postać grubej kaszy. Cechy te zaznaczają się tym wyraźniej, im mocniejsze jest nawapnienie. Ten typ gleby był dawniej niewątpliwie rozpowszechniony na bliskim przedpolu krawędzi lecz został zmieniony na rolę. Uległy one zmineralizowaniu na skutek ługowania, zwiększonego dostępu powietrza i mechanicznej uprawy i częściowo wybieleniu. Należą one do rędzin (Musierowicz i Wondrausch). Można by je nazywać rędziną denną. O znacznej ich żyzności świadczy bujna roślinność i domieszka osobliwych i rzadkich na ogół chwastów polnych. Pierwotnie rosły na nich — zależnie od sposobu nawodnienia — albo lasy jesionowe i wiązowe albo też wilgotne dąbrowy. Runo składa się z gatunków eutroficznych i higrofilnych.

Na osobną wzmiankę zasługuje próchnica na skałkach i u ich stóp. Tworzy się ona tu zazwyczaj obficie mimo niewielkiej zwykle ilości wilgoci. Ma ona zwykle wygląd mączysty, barwę ciemną, bez połysku, domieszka skalnych składników jest dość duża. Rosną na niej gatunki, wymagające

szczególnie dużo domieszek skalnych, jak *Omphalodes scorpioides*, *Scolopendrium vulgare*, *Lamium maculatum*, *Mercurialis perennis*, *Allium oleraceum*, *Geranium Robertianum* i inne.

Obficie tworzy się próchniczna warstwa w lasach na podłożu marglowym, szczególnie na miejscach bardziej płaskich. Przyczyną tego jest utrudnione wsiąkanie i znaczne nawapnienie wody, bujna roślinność i duże zwykle ocienienie. Podłoże marglowe ulega głównie wietrzeniu chemicznemu, podglebie skalne nie miesza się z próchniczną warstwą, tak że granica jego od podglebia jest zwykle dość ostra, o wiele ostrzejsza niż na podłożu piaskowcowym. Szczególnie dobrze jest warstwa próchniczna rozwinięta na miejscach ocienionych, na wilgotniejszych zboczach północnych. Na południowych, widniejszych i suchszych, zwłaszcza porośniętych przez roślinność stepowo-leśną, zaznacza się warstwa próchniczna bardzo słabo, na wielu miejscach jest ona bardzo niska. Przyczyną tego jest niewątpliwie mniejsze ich nawodnienie. Nie można tego przypisać zwiększonej erozji, gdyż nawet na bardzo stromych lecz wilgotnych miejscach tworzy się i utrzymuje próchnica w znacznej ilości.

Rędzinne gleby na marglu i na miejscach wysięku wody wapnistej są żyzne, o odczynie obojętnym lub słabo kwaśnym. Roślinność składa się na nich z gatunków wybrednych na żyzność gleby; gatunki głodne, jak *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Viola silvestris* lub *Luzula pilosa* świecą tu najczęściej nieobecnością. O ile podsięk wody się nie zaznacza, ulegają one w wierzchnich warstwach powolnemu ługowaniu.

Na podłożu przepuszczalnym a uboższym w wapno tworzy się warstwa próchniczna bez porównania wolniej. Szczególnie niska jest jej ilość na głębokich lessach i na podglebiu piaszczystym, gdzie opadanie wody w podłożu jest ułatwione. Stoi to niewątpliwie w związku z ługowaniem i zakwaszeniem gleby, przechodzeniem próchnicy w ruchliwy stan koloidalny i wmywaniem jej w głąb. W wierzchnich warstwach gleby widzimy tu pajęczynowatą grzybnię, tuż pod nimi poziom ługowany. Powolne tworzenie próchnicy ma tu i inne przyczyny, zwłaszcza zwiewanie ściółki z wyniesień w miejsca bardziej zaciszne. Na wilgotniejszych zboczach lessowych tworzy się próchnica nieco obficie, ma wygląd czarny, odczyn mniej kwaśny, rozkład jej postępuje dość szybko. Ponieważ na zboczach odbywa się ruch wody, cząstki gleby są wymieszane na skutek deptania i przemywania, ulega ona dość szybko rozkładowi i zmineralizowaniu. Warstwa próchnicza jest tu dość cienka, czarna, gleba w dotyku szorstka. Miejsca te porasta zwykle dość bujna roślinność zielna, świadcząca o żyzności podłoża. Na zboczach bardziej stromych jest warstwa próchnicza grubsza, pomieszana ze składnikami mineralnymi, żyzna i zwykle słabo tylko zakwaszona.

Na glebach ługowanych, przepuszczalnych lecz płytkich, leżących na piaskowcowym lub marglowym podglebiu jest warstwa próchniczna zwykle obfitsza. Wierzchnie warstwy gleby mogą być nawet mocno wylugowane, głębsze zawierają znaczne ilości próchnicy, są czarne i grudkowate. Pochodzi ona niewątpliwie ze strącenia się wmywanej kwaśnej próchnicy w zasadowym, wapnistym środowisku. Miejsca te znamionuje domieszka wybrednych na żyzność gleby a słabo wapniowych roślin, jak *Lilium martagon*, *Actaea spicata* i inne. Pomiedzy siedliskami wylugowanymi głęboko, z ubogą i jednostajną roślinnością, a bardzo żyznymi istnieją wszystkie stany przejściowe. Można tu również łatwo stwierdzić, że głównym czynnikiem przy tworzeniu się próchnicy jest odczyn gleby i jej nawodnienie.

Przy omawianiu próchnicy nasuwa się jeszcze jedno zagadnienie, a mianowicie zależność tworzenia się próchnicy od stanu podłoża a nie od materiału wyjściowego czyli ściółki leśnej. Zagadnienie to mogę na razie tylko bardzo ogólnie poruszyć. Wiele spostrzeżeń w czasie polowej pracy przemawia za tym, że wygląd i skład próchnicy zależy nie tyle od składu ściółki, ile od składu podłoża i jego nawodnienia. Nie możemy mianowicie stwierdzić różnicy w składzie próchnicy w zależności od pochodzenia ściółki; przynajmniej nie odróżnia jej roślinność. Ta zaś jest niewątpliwie czulszym jej wskaźnikiem niż analiza chemiczna.

Dokładniejsze zbadanie szaty roślinnej doprowadza nas do wniosku, że warstwa próchniczna ma w różnych lasach, bukowych, dębowych, olchowych i mieszanych, wyjątkowo nawet w sosnowych, skład zbliżony. W kilku miejscach krawędzi rośnie pod okapem sosny zwykle, choć dość ubogie runo leśne, bez jednego choćby gatunku borowego. W lasach bukowych i dębowych ma próchnica wygląd leśny, w borach dębowych i bukowych, przy tej samej ściółce lecz innych warunkach glebowych, wygląd typowo borowy. Przy znacznym nawapnieniu lub podsięku wapnistej wody tworzy się jednak nawet w borach próchnica o zasadowym odczynie. Trudno się dopatrywać przyczyn tego stanu rzeczy w składzie runa, gdyż kwaśna próchnica tworzy się niekiedy bez udziału roślin borowych. Istotnym powodem wydają się być stosunki nawodnienia, zwłaszcza zaś absorbowania wody. W pewnych jednak wypadkach, zwłaszcza w sztucznych lasach sosnowych, świerkowych i modrzewiowych, ma runo skład swoisty. Przyczyna tego leży prawdopodobnie w dużym zmineralizowaniu ściółki w czasie zrębu. Różnice w składzie próchnicy nie wynikają również ze stopnia ocienienia, gdyż roślinność borowa może rósć w lasach o bardzo różnym zwarcu, nierzadko zaś spotykamy w widnych lasach, niekiedy nawet w widnych sośninach runo o składzie właściwym dla lasów. Nie leżą one również w stopniu zakwaszenia gleby,

gdyż w lesie z *Carex pilosa* podłoże jest bardzo kwaśne a roślin borowych w nim nigdy nie spotykamy. Na glebach drobnoziarnistych, o dużej adsorpcji, a więc o leniwych ruchach wody i jednostajnym mniej więcej zwilgotnieniu, tworzy się zasadniczo próchnica leśna, choć o różnym odczynie i różnej żyzności.

W borach tworzy się inny typ próchnicy a przynajmniej tworzy się ona w nieco inny sposób. Szczątki organiczne ulegają tu w wierzchniej warstwie zakwaszeniu, a powstała próchnica koloidalna rozpuszcza się w wodzie i zostaje wmyta w głąb. Na powierzchni tworzy ściółka kłaczkowatą masę, przetkaną grzybnią: pod nią widzimy jasną warstwę bielcowaną, w głębi warstwę znów ciemniejszą, napływową. Jest rzeczą dość znamionną, że taki stan rzeczy ma miejsce nawet na płytkim podłożu wapiennym: w lasach jest w podobnych warunkach warstwa próchniczna żyzna i niezakwaszona. Przyczyny tego stanu rzeczy leżą prawdopodobnie w warunkach nawodnienia, które jest w lasach dość jednostajne, w borach zaś bardzo zmienne. Drugim czynnikiem jest niewątpliwie jednostronny, zstępujący ruch wody.

Przebieg tworzenia się próchnicy w borach jest ogólnie znany, stąd nie ma potrzeby go opisywać. Na głębokich, przepuszczalnych, gruboziarnistych glebach borowych przebiega ten proces na krawędzi Podola w sposób typowy. Roślinność ma wówczas zwykły skład borowy. Na badanym obszarze zachodzi to jednak stosunkowo rzadko, gdyż najczęściej zalega płytko podglebie bogate w wapno a słabo przepuszczalne. Tworzenie się i przemieszczanie próchnicy odbywa się inaczej na marglu, inaczej na piasku, inaczej jeszcze na szczyrkach. Wspomnę tu tylko o zjawiskach na podłożu marglowym i szczyrkowym.

Tworzenie się kwaśnej próchnicy na marglu jest zjawiskiem dość niespodziewanym a jednak niewątpliwie zachodzi. Ma ono miejsce jedynie na płatach wzniesionych, gdzie nie ma zupełnie nacieku wody, a ługowanie odbywa się bez przeszkód. Spotykamy na tych miejscach cieniutką warstwę wylugowanej gleby, z kłaczkowatą próchnicą na wierzchu. Osiedlają się na niej płytko zakorzenione rośliny borowe, nierzadko oba gatunki borówek. Rozpuszczona i ługowana próchnica ulega przy wmywaniu już bardzo płytko zubożeniu i straceniu. Wierzchnie warstwy gleby mają własności bielicy, płytkie zaś podglebie mocno wapnistej rdziny. Roślinność ma wówczas skład dziwaczny: obok borówek, wrzosu i innych roślin borowych rosną gatunki stepowe, nawet miłek wiosenny lub len stepowy.

Podobne zjawiska spotykamy na płytkich namarglowych piaskach. Brak domieszek drobnoziarnitych utrudnia tu lub uniemożliwia wytworzenie się w piasku nieprzepuszczalnej warstwy. W warunkach tych two-

rzy się dopiero na styku piasku lub warstwy próchnicznej i marglu żyzny i zwykle lepiej nawodniony poziom. Nazywam go p o z i o m e m wilgotnym i żyznym. Z obecnością tego próchnicznego poziomu wiąże się obecność dużej ilości roślin znamienych dla borów na wapiennym podglebiu. Poziom ten leży na różnej głębokości, ma różną miąższość i różną wilgotność, stąd też i skład pokrywy roślinnej jest różny, z przewagą roślin albo borowych albo stepowych.

Na glebach szczyrkowatych a dość mocno wapnistych jest warstwa próchniczna zwykle cienka. Ulega ona ługowaniu, zakwaszeniu i zostaje wmyta; równocześnie jednak zachodzi wymywanie koloidów mineralnych. W głębszych warstwach gleby, dość jeszcze bogatych w wapno, strącają się oba rodzaje koloidów, gdyż ulegają one odkwaszeniu. Głębsze poziomy mają wówczas skład właściwy dla lasów, są jednak mniej żyzne. Runo ma skład mieszany, borowo-leśny i składa się z gatunków leśnych, mniej wybrednych na żyzność i nawapnienie. Przy niezbyt głębokim podglebiu skalnym osiedlają się ponadto rośliny wapienne o głęboko sięgających korzeniach.

Przy bardzo płytkim podglebiu wapiennym ma domieszka leśna skład właściwy dla żyznych gleb z płytkim poziomem wilgotnym. Przy nierównym podglebiu, w szczelinach skał, przy miejscowym podsieku wody, na żyłach wodnych, przy nierównej powierzchni ziemi, zachodzą zaburzenia w układzie poziomów o różnej żyzności i składzie. Roślinność ma wówczas układ mozaikowy.

Godną uwagi rzeczą jest zachowanie się przy procesach ługowania gleb bogatych w wapno. Podłoże ubogie w wapno, lessy, iły, gliny a nawet słabo nawapnione szczyrki stwarzają gleby leśne. Zróżnicowanie ich na poziomy glebowe w następstwie ługowania postępuje powoli. Runo ma na nich skład leśny i bardzo powoli przechodzi w borowe. Na glebach bogatych w wapno utrzymuje się roślinność wapieniowa, a zaraz po niej osiedla się borowa. Ługowanie postępuje na nich widocznie skokowo. Dlatego to przechodzi step bardzo rzadko w las -- jedynie na podłożu bogatym w wapno, — dość często natomiast spotykamy rośliny stepowe w borach. Przyczyną tego są prawdopodobnie złożone zjawiska ługowania gleb wapiennych, ich hydrotobia, niewielka ilość składników koloidalnych i ułatwione krążenie wody.

Zjawiska tworzenia się próchnicy, jej składu, przenoszenia, rozpuszczania i strącania możemy zatem sprowadzić do dwu czynników: ilości wody i jej ruchu oraz jego kierunku, z drugiej strony do przepuszczalności, odczynu a zwłaszcza nawapnienia gleby. Inne czynniki, ocienienie, stosunki klimatyczne, skład a nawet ilość szczątków organicznych, oraz po-



krywa roślinna wywierają w tym procesie wpływ mniejszy i zazwyczaj pośredni.

### Charakterystyka siedlisk

Z dotychczasowych rozważań wynika, że na rozmieszczenie roślinności mają wpływ najróżnorodniejsze czynniki. Nie ma dotychczas nauki, która by się zajmowała podłożem jako czynnikiem rozmieszczenia i życia roślin; co najwyżej istnieją jej zaczątki. Nie można za tę naukę uważać gleboznawstwa, a przynajmniej nie może ono zastąpić w całości nauki o siedlisku roślin. Z tego to powodu próbuję w niniejszym rozdziale omówić stosunki siedliskowe.

Przy rozważaniu zależności szaty roślinnej od stosunków siedliskowych musimy mieć stale na uwadze, że tak siedlisko, jak i szata roślinna są bardzo złożonym zbiorem czynników. Można już z góry przypuszczać, że rozmieszczenie roślin nie będzie odpowiadało typom czy też rodzajom gleb, poszukiwać natomiast możemy zależności w rozmieszczeniu poszczególnych gatunków roślin od poszczególnych czynników glebowych. Czynniki te mogą mieć różny układ w różnych rodzajach gleb, a nawet w tej samej glebie na różnych jej miejscach. Wprawdzie pewne zjawiska ogólne, jak żyzność, nawapnienie, grubość ziarna, sposób nawodnienia oddziałują zawsze w zbliżony sposób na całość szaty roślinnej, jak jednak działają one w poszczególnych wypadkach i na poszczególne rośliny, tego z góry przewidzieć nie można. Bardzo zbliżone rodzaje gleb mogą żywić bardzo różną roślinność, bardzo zaś zbliżony układ roślinności spotykamy nierzadko na zupełnie różnych glebach; rozmieszczenie roślin zależy widocznie niejednokrotnie od czynników przez gleboznawstwo, a także przez ekologię roślin, nie badanych lub dostatecznie nie uwzględnianych.

Z przytoczonych uwag wynika, że w badaniach czynników siedliskowych musimy wychodzić nie od siedliska, nie od typów czy rodzajów gleb, nie od stosunków klimatycznych lecz od samej roślinności. Postępowanie dotychczasowe, rozpoczynające badanie od czynników siedliskowych, jest główną przyczyną niepowodzeń ekologicznej geografii roślin. Najobszerniej dotychczas omawiane czynniki ekologiczne nie mają w naszych warunkach prawie żadnego znaczenia lub wpływają one dopiero na mniej ważne szczegóły w szacie roślinnej. Wyszukiwanie czynników ekologicznych i ich ocenę umożliwi nam dopiero metoda analizy przyczynowej.

Przy takim ujęciu czynników siedliskowych odpowiada stopień podobieństwa składu szaty roślinnej stop-

niu podobieństwa czynników siedliskowych. Najważniejsze są dla roślin niewątpliwie te czynniki, które wykazują największe podobieństwo wzajemne przy największym podobieństwie składu roślinności. W pracy niniejszej uwzględniam zatem tylko te czynniki, na które wskazuje analiza ekologiczna tablicy zdjęciowej jako na ważne. Czynniki inne pomijam, nawet w tym wypadku, gdy dotychczasowa ekologia roślin poświęca im dużo uwagi. Dobór czynników tu omawianych jest ważny tylko dla krawędzi Podola i nie przesądza ich znaczenia na innych obszarach. Opis siedlisk przeprowadzam oczywiście według ich układu na tablicy zdjęciowej.

### Siedliska naskalne

Krańcowym pod wielu względami siedliskiem są na krawędzi Podola odsłonięte i nieocienione skałki, porośnięte przez roślinność stepową. Pomijam na tym miejscu ocienione skałki śródleśne, ze zwykłą, mało ciekawą pod względem ekologicznym roślinnością leśną.

Skałki są na krawędzi Podola najbardziej ze wszystkich siedlisk wystawione na działanie czynników atmosferycznych, są mocno nasłonecznione, zupełnie niezasłonięte od wiatrów, narażone na gwałtowne, nagłe zmiany ciepłoty w okresie doby i roku, w zimie zamarzają one głęboko. Rośliny na nich rosnące muszą się odznaczać dużą odpornością na nagłe zmiany klimatyczne. Przystosowanie się do tych warunków zaznacza się już w ich formie zewnętrznej. Brak tu — poza niszami i szczelinami skalnymi — zupełnie krzewów i jużych bylin; panują tu rośliny o krótkich pędach, nierzadko przytulonych do podłoża i o drobnych liściach. Trawy mają tu liście wąskie, zwykle rurkowato zwinięte, sztywne, wzrost ich jest często kępkowy. Przypominają one roślinność wysokogórską.

Skałki należą niewątpliwie do najsuchszych siedlisk na badanym obszarze, zwłaszcza w okresach posuchy, nie można ich jednak uważać za skrajnie suche. Pokłady sarmackiego piaskowca są zbudowane z warstw o niejednakowej zwięzłości i są poprzecinane szczelinami. Szczeliny te tworzą się z jednej strony na skutek spękań, z drugiej w następstwie wietrzenia chemicznego i rozsadzania skał przez wodę w czasie mrozów. W szczelinach tych zbiera się i rozchodzi woda opadowa. Zatrzymuje ją próchnica i zwietrzliny skalne. Wzdłuż tych szczelin podsiąka również woda z głębi pokładów skalnych, zwłaszcza gdy zalegają one na zboczach, paruje z różną szybkością, zależnie od położenia i głębokości szczelin. Stosunki nawodnienia skałek są więc bardzo urozmaicone; dlatego też rosną na nich obok niewątpliwych suchorośli również gatunki roślin wymagające znacznego nawodnienia gleby.

Podłoże skalne należy niewątpliwie — jako bogate w składniki mineralne — do żyznych. Zwietrzliny skalne są bogate w związki wapnia, obfitość muszli dowodzi znacznej zawartości fosforu. Struktura gleby jest dobra, zawiera ona jednak niewiele składników drobnoziarnistych. Skałki są ponadto ulubionym siedliskiem ptaków drapieżnych, stąd nawożenie, związkami azotowymi jest również wydajne. Dowodem tego jest — między innymi — występowanie na skałach nitrofilnych porostów, zwłaszcza gatunków rodzaju *Caloplaca*. Rośliny naskalne są zresztą niezbyt wybredne na nawożenie azotowe; w ogrodzie rosną dobrze na zupełnie nienawożonej glebie.

Roślinność naskalna jest wcale bogata w gatunki roślin, a kilka z nich należy do największych u nas rzadkości florystycznych. Jest ona niezbyt wyniszczona, albowiem obszary skalne nie nadają się do użytkowania; nawet pasienie bydła jest na niedostępnych zwykle skałach bardzo utrudnione. Niszczy ją jedynie wyłom kamienia. Roślinność naskalna jest niewątpliwie geologicznie stara, na pewno najstarsza na całym obszarze. Podłoże nie zmienia się tu od czasów pradawnych, stosunki klimatyczne odbijają się na roślinności w niewielkim tylko stopniu. Prawie wszystkie gatunki roślin na skałach należą do wiosennych i wczesnoletnich, mają krótki okres rozwoju, znoszą dobrze tak okres posuchy jak i mrozów. Obniżenie ciepłoty przesuwają u nich tylko czas rozwoju na okres lata. Porasta je od bardzo dawnych czasów **s t e p n a s k a l n y**; znamieną jest wśród roślin znaczna ilość gatunków o porozrywanych zasięgach.

Gleba tworzy się na skałach w niewielkiej ilości; miąższość jej osiąga tylko kilku lub kilkunastu centymetrów. Odczyn jej jest zasadowy, bliski pH 7,5 albo też obojętny. Zakwaszenie jest tu niemożliwe na skutek znacznej ilości wapnia w skale macierzystej i w zwietrzelinach. Nieco grubsze pokłady zwietrzelin ulegają jednak ługowaniu w wierzchnich warstwach. Sprzyja mu niewątpliwie utrudnione wznoszenie się wody w luźnym materiale, nawet przy dużym nagrzewaniu przez słońce i mocnym wysuszeniu. Gruboziarnistość gleby nie sprzyja tworzeniu się kanałków włoskowatych a parowanie wody odbywa się już w obrębie samej gleby. Następstwem tego jest dość ostre zróżnicowanie poziomów glebowych. Dzięki temu rosną na skalnym stepie rośliny o bardzo różnych wymaganiach, obok gatunków wybrednych na żyzność również płytko zakorzenione rośliny głodne, jak *Sedum acre* lub *Thymus serpyllum*.

Do siedlisk naskalnych zbliżają się pod wielu względami żwiry i gruboziarniste piaski, tworzące się ze zwietrzenia piaskowca o kruchym lepiszczu i luźniejszej budowie. Spotykamy je u stóp skałek, na ich powierzchni lub na ich miejscu. Żwiry te składają się z głazików o różnych rozmiarach, od kilku decymetrów średnicy do dość grubego piasku, przy

czym składniki te są bezładnie pomieszane. Podłoże to jest o wiele mniej dogodne dla roślin niż skałki. Jest ono suchsze, albowiem nie zatrzymuje, jako bardzo przepuszczalne, wód opadowych, nie zwilża ich podsięk wody z głębi, ze szczelin skalnych; tylko w szczególnym układzie warunków nacieka na nie po zboczach woda. Roślinność na nich ma skład wyraźnie suchoroślowy, bez udziału gatunków bardziej higrofilnych. Próchnica nie gromadzi się w tym podłożu lub tworzy się tylko w znikomej ilości. Ilość odżywczych składników, pochodzących ze zwietrzenia skał, jest jednak znaczna. Ługowanie wyjaławia tylko wierzchnie warstwy gleby, a zróżnicowanie roślinności na głodną i wybredną zaznacza się słabo.

Godny wzmianki jest przy tych siedliskach wpływ ocienienia przez drzewa. Powoduje ono — wbrew przypuszczeniu — osuszenie podłoża. Zauważyłem kilkakrotnie więdnienie roślin w czasie dłuższej posuchy, na przykład na polanach stepowych Strachowej Góry, właśnie pod drzewami, u *Iris aphylla* i *Sempervivum ruthenicum*, mimo że zachowywały one jędrne liście w pełnym nasłonecznieniu. Przyczyną tego zdaje się być z jednej strony ssące działanie korzeni drzew, z drugiej zakwaszenie gleby na skutek słabego wstępującego prądu wody glebowej. Mamy tu naoczny dowód, że podłoże na stepie w pełni nagrzewanym nie jest bynajmniej fizjologicznie suchsze niż na miejscach ocienionych.

### P i a s k i

Trzecim typem siedlisk są na krawędzi Podola p i a s k i. Na samej krawędzi występują one na powierzchni dość rzadko — na przykład w okolicy Lwowa i Krzemieńca — rozpowszechnione są one natomiast na jej przedpolu, zwykle w postaci wydm. Na samej krawędzi i na bliskim jej przedpolu są one dość mocno nawapnione i prawdopodobnie wcale żyzne; w miarę oddalania się od niej są one coraz jałowsze i coraz bardziej zakwaszone. Świadczy o tym pokrywająca je roślinność. W pobliżu krawędzi rosną na piaskach rośliny niewątpliwie mocno wapniowe, a nawet stepowe, w miarę oddalania się od krawędzi gatunki te zanikają i to w kolejności wrażliwości ich na nawapnienie; w odległości około 20 km nie spotykamy ich już zupełnie. Rośnie na nich już zwykła, głodna roślinność borowa lub wydmowa.

Ubożenie piasków w składniki odżywcze i zakwaszenie w miarę oddalania od krawędzi jest dość trudne do wyjaśnienia. Wszystkie te piaski są niewątpliwie pochodzenia miejscowego, z pokładów mioceńskich, nie różnią się między sobą ani ułożeniem ani podglebiem, stosunki klimatyczne nie wykazują też w miarę oddalania od krawędzi wyraźniejszych różnic. W pobliżu krawędzi były obszary piaszczyste otoczone przez lasy dębowe

lub łągi, na dalszym przedpolu przez sosnowe bory, trudno jednak przypuszczać, by otoczenie miało większy wpływ na żyzność piasku. Zresztą i na dalszym przedpolu, na przykład koło Glinian, spotykamy na piaskach rośliny wyraźnie wapniowe pośród sosnowego boru. Jedną z przyczyn wyjałowienia jest ocienienie. Sprzyja ono łągowaniu i zakwaszeniu. W kilku wypadkach mogłem stwierdzić, że wycięcie lasu i odsłonięcie piasków powoduje osiedlenie się roślinności wapniowej. Powodem tego jest niewątpliwie wstępujący ruch wody na skutek nagrzewania przez słońce, a więc i zwiększenie nawapnienia gleby.

Przyczyny odwapniania piasków leżą jednak prawdopodobnie głównie w przesypywaniu ich przez wiatry i przemywaniu przez wody. Przemawia za tym osiedlenie się głodnej roślinności borowej na wydmach dawno już ustalonych i wylugowanych przez wody opadowe; to samo zachodzi na nieruchomych piaskach na zboczach krawędzi. Świeżo odsłonięte piaski porasta roślinność wapniowa, w miarę ich łągowania osiedlają się gatunki coraz mniej wrażliwe na zawartość wapna w glebie. W czasie przesypywania przez wiatry ulegają one również powolnemu wyjałowianiu, a po przemyciu wodą stojącą lub przeniesieniu przez wody tracą wapno i nie różnią się wówczas od jałowych piasków rzecznych lub dyluwalnych.

Wapniste piaski tworzą siedliska dość osobliwe. Nawodnienie ich jest niewielkie, poziom wilgotniejszy zarysowuje się u nich dopiero na styku z nieprzepuszczalnym podglebiem lub po nasyceniu ich wodą. Ruchy wody glebowej są w nim szybkie i nie powodują większych zmian. Przeważa oczywiście zstępujący ruch wody, a prąd wstępujący — niewątpliwie zresztą stosunkowo słaby — zaznacza się tylko przy silnym nagrzewaniu przez słońce. Ługujące działanie zstępującego ruchu wody jest jednak stosunkowo słabe, prawdopodobnie z jednej strony na skutek szybkiego opadania wody, z drugiej na skutek znacznej zawartości wapna i związanej z tym hydrofobii. Uderza nawet na krawędzi płytkie tylko wylugowanie i bielcowanie piasków oddawna już ustalonych.

Wapniste piaski podkrawędziowe są jednak suche tylko w znaczeniu fizycznym; pod względem fizjologicznym są one stosunkowo dość dobrze nawodnione. Porasta je bowiem roślinność bynajmniej nie suchoroślowa. Hodowane w ogrodzie rośliny z wydm podkrawędziowych wymagają dużej nawet wilgotności gleby. Suchoroślowe są tylko rośliny płytko zakorzenione, w wylugowanej już warstwie gleby. Widocznie wystarcza im wielka ilość wody, gdyż zawiera ona dość znaczną ilość związków odżywczych. Rośliny głębiej zakorzenione, nawet gdy nie sięgają korzeniami do wilgotnego poziomu, byliny i krzewiny, rosną wcale bujnie i nie cierpią na brak wody nawet podczas dłuższej posuchy. Stąd też

roślinność wapienistych piasków jest wcale bogata. Po wyługowaniu soli ubożeje ta roślinność szybko, pozostają tylko mało wybredne gatunki, a wreszcie osiedla się na nich roślinność borowa, przy dużym nawodnieniu nawet torfowiska.

### Siedliska namarglowe

Osobliwością krawędzi są siedliska namarglowe. Porasta je bardzo różnorodna roślinność, zależnie od stosunków nawodnienia, ługowania, częściowo również od warunków klimatycznych.

W miejscach widnych, bezleśnych lub słabo ocienionych, osiedla się na marglu roślinność *stepowa*. Większość tych gatunków rośnie również na podłożu skalnym i piaszczystym, jeśli tylko jest ono dostatecznie bogate w wapno. Istnieją jednak na krawędzi gatunki wyłącznie naskalne, wyłącznie piaskowe i wyłącznie namarglowe; tych ostatnich istnieje nawet znaczna ilość. Są to gatunki znamienne dla kwietnego *stepu* krawędzi. Różne zachowanie się poszczególnych gatunków wynika niewątpliwie z różnic siedliskowych, z różnego składu chemicznego i fizycznego podłoża. Wiele spostrzeżeń przemawia jednak za tym, że istotną i najważniejszą przyczyną zróżnicowania się na krawędzi Podola roślinności *stepowej* na piaskową, naskalną i namarglową są jednak stosunki nawodnienia. Spotkałem bowiem kilka gatunków osiedlających się zwykle na marglu również w wilgotniejszych miejscach naskalnego *stepu*.

Marglowe zbocza o południowej i zachodniej wystawie są bardzo mocno narażone na działanie czynników atmosferycznych i na nagłe ich zmiany, mniej jednakże niż sterczące ponad nimi skałki piaskowcowe lub wapienne. Również lasy odczuwają na południowych marglowych zboczach bardziej wysychanie gleby niż to ma miejsce na innych podłożach. Są one mniej zwarte a promienie słońca dostają się aż do dna lasu. Nagrzewanie podłoża marglowego jest jednak o wiele mniejsze niż skałek i piasków. W gorący dzień letni jest podłoże marglowe wprawdzie wyraźnie ciepłe, jednak nie parzy w nogi, jak to ma miejsce w tych samych warunkach na skałach i piaskach. Przyczyny tego leżą niewątpliwie w lepszym nawodnieniu podłoża, to zaś powoduje bujniejszy rozwój roślinności, co znowu zmniejsza nagrzewanie ziemi. Podsięk wody wynika z większego przewodnictwa drobnoziarnistej skały i gęstej sieci przewodów włoskowatych. Ponadto margle leżą niżej niż skałki, co powoduje wsiąkanie w nie wody opadowej. Znaczne parowanie podsiąkającej i pobieranej przez roślinność wody zwiększają prawie nieustannie na *stepowych* zboczach wiatry, powodowane częściowo już przez samo nagrzewanie podłoża.

Rośliny stepowe nie cierpią zatem zwyczajnie na brak wody, tym więcej, że wapiaste podłoże słabo ją zatrzymuje. Podłoże na stepowych zboczach jest zatem fizycznie rzecz biorąc suche, fizjologicznie jednak dla roślin dostatecznie wilgotne.

Margiel senoński uchodzi za skałę zbitą, jednorodną i nieprzepuszczalną; własności te posiada jednak tylko w stanie niepopękany, a więc w głębszych pokładach. W warstwach wierzchnich, jeszcze w głębokości korzeni drzew, przechodzi on na skutek wietrzenia w masę dość luźną, popękaną, złożoną z grudek o różnych rozmiarach, od wielkości pięści do składników prawie maczystych. Jest on popękany już w stanie niezwiertzałym, jak to można stwierdzić w litym jego pokładzie, na przykład na dnie potoków. Szczelinki pomiędzy kawałkami marglu są zabarwione solami żelaza, co samo wskazuje na krążenie w nich wody. One to właśnie ułatwiają podciek wody.

Nawodnienie podłoża marglowego na krawędzi Podola jest jednak w obrębie stepów bardzo różne; możemy na nim znaleźć wszystkie stany przejściowe, od bardzo suchego do wyraźnie wilgotnego. Innymi słowy, dzisiejsze stepy krawędziowe mają bardzo zróżnicowane stosunki nawodnienia podłoża. Najbardziej suche są wyniesienia i szczytowe części marglowych pagórków, ponadto strome i żebrowato wysunięte części zboczy. Niekiedy brak nawet na nich zupełnie pokrywy roślinnej. Większość stepowych zboczy jest wszakże dostatecznie nawodniona dzięki podciekowi wody. Dolne części stepowych zboczy są nawet zwykle w dosłownym tego słowa znaczeniu mokre. W wykopanym niegłębokim dołku wysiaka w wielu miejscach Łysej Góry woda; w pozostałościach lasu na tych zboczach rosną rośliny tak higrofilne jak *Arum maculatum*. Większość stepowych roślin należy jednak – o czym świadczy również ich uprawa ogrodowa — do umiarkowanych higrofitów.

Margiel senoński jest podłożem nader żyznym. Zawiera on z ważniejszych dla roślin składników, według W a r y k a:

0,15— 0,29% tlenku fosforu ( $P_2O_5$ )  
 1,25— 1,72% tlenku potasowego ( $K_2O$ )  
 25,48—33,84% tlenku wapnia ( $CaO$ ), co odpowiada  
 42,62—61,80%  $CaCO_3$

26,95—37,16% tlenku krzemu ( $SiO_2$ )

12,57— 17,43% kaolinu.

Jest to właściwie już nie margiel, lecz wapień ilasto-piaszczysty. Odczyn gleb marglowych jest na miejscach porośniętych przez roślinność stepową prawie obojętny. Nie mamy dotychczas danych dotyczących ilości związków azotowych; prawdopodobnie dostarcza ich mikroflora

gleby i rośliny motylkowe, obficie rosnące na stepach. Role uprawne na marglu odznaczają się wyjątkową urodzajnością, doskonałą strukturą, są ciepłe, przewiewne i łatwe w uprawie.

Żyzność gleb marglowych zwiększa jeszcze znaczna w nich domieszka próchnicy. Tworzy ona na większości stepów wyraźną warstwę na powierzchni gleby, w głębi jest zmieszana ze składnikami mineralnymi. Wierzchniej warstwy próchnicznej brak tylko na miejscach bardzo suchych, bez podsięku wody, narażonych na mocne odmuchiwanie przez wiatry i zmywanie przez wody opadowe. Grubość warstwy próchnicznej zależy bardzo wyraźnie od stanu nawodnienia; im podsięk wody jest większy, tym grubsza jest jej warstwa. Najgrubsze jej pokłady spotykamy w dolnych częściach zboczy i na progowatych ich załamaniach: tam bowiem wysięk wody jest najwydatniejszy.

Wierzchnia warstwa próchniczna jest na większości stepowych dziś płątów pochodzenia poleśnego. W miejscach niewątpliwie pierwotnie stepowych warstwy próchnicznej brak prawie zupełnie. Nie można jej obecności stwierdzić naocznie nawet w głębi gleby; są one zupełnie jasne, a nawet czysto białe. Można też stwierdzić bez trudności, że w obrębie resztek lasów na stepowych dziś zboczach jest warstwa próchniczna bez porównania grubsza niż w o parę metrów odległych płątach stepów.

Na stepach krawędziowych rozkłada się próchnica szybciej niż się może tworzyć. Przyczynia się do tego niewątpliwie również duże nachylenie zboczy, zmywanie luźnych jej osadów i zdmuchiwanie przez wiatry.

Zbocza pokryte przez stepy wystawione są również na duże i nagłe zmiany warunków atmosferycznych. W zimie zamarzają one głęboko, gdyż są cienko tylko pokryte przez śniegi, odmarzają wczas na wiosnę pod wpływem promieni słonecznych i łatwo znów zamarzają. Rośliny na stepach rosnące muszą więc być bardzo odporne na czynniki klimatyczne.

### B o r o w i n y

Osobliwą grupę siedlisk tworzą na badanym obszarze siedliska borowinowe, na czarnych, zbliżonych nieco do torfowisk osadach na dnie dolin rzecznych. Wytworzyły się one głównie z resztek organicznych w wolno płynącej wapnistej wodzie. Dokładniejszego opisu ich dać nie mogę, nie mam bowiem żadnych danych o ich składzie. Są one nader bogate w próchnicę, bardzo żyzne, barwy prawie czarnej, jedynie w wierzchnich warstwach ciemno brunatnej. Nie wiem nic o ich składzie mineralnym; jest jednak bardzo prawdopodobne, że domieszka mineralna pochodzi ze składników lessowych i marglowych. W pobliżu krawędzi częste są w nich grudki wapna lub marglu. Miąższość ich jest bardzo



różna, od kilku centymetrów do pół metra. W stanie wilgotnym są one lepkie i maziste, przy miernym osuszeniu rozpadają się na grudki wielkości ziarn zboża, po mocnym wysuszeniu spylają się na mączkę podobną do sadzy.

W warunkach pierwotnych, przy pokryciu ich przez łęgowe lasy, miały borowiny skład niewątpliwie bardzo wyrównany; zaznaczały się wszakże prawdopodobnie różnice w ich składzie w zależności od nawapnienia gleby, a więc odległości od źródeł, od szybkości odpływu wody, od ilości składników mineralnych, a zapewne i od głębokości marglowego podglebia. Borowiny pierwotne uległy po wyniszczeniu na nich i w otoczeniu lasów daleko idącemu zróżnicowaniu w zależności od wielu czynników, w szczególności od ruchów w nich wody. Zwiększona po wycięciu lasów erozja wytworzyła w zupełnie równej pierwotnie powierzchni tych osadów ostro wcięte dolinki, a poziom wód uległ zmianie. W pewnych miejscach poziom wód podniósł się, w innych się obniżył. Wytworzył się nieistniejący pierwotnie układ krążenia wód. Miejsca wyniesione ponad otoczenie oraz brzegi kałuż ulegają teraz ugowaniu przez wody opadowe. Ługowanie to postępuje — wobec nasycenia podłoża woda — stosunkowo szybko, tak że dadzą się zauważyć na tym pierwotnie nader żyznym i mocno zasadowym podłożu nawet początki zatorfienia. W miejscach natomiast wysięku wody, które zaznaczają się na zboczach niewielkich nawet dolinek i na brzegach rzeczek, paruje ona, a ponieważ zawiera dużo rozpuszczonych w czasie przesiąkania przez żyzne osady soli, wzbogaca w nie szybko podłoże. Na zboczach tych pokładów stwierdzamy często płaty bardzo osobliwej roślinności, już to bardzo wybrednej już to mieszaninę roślin głodnych i kwaśnych obok wybitnie eutroficznych. Siedliska te wymagają szczegółowych badań, gdyż są one nader ważne dla ekologii roślin i łąk na tym podłożu.

Siedliska na borowinach ulegają również dużym zmianom pod wpływem wód płynących po ich powierzchni. Wody te powodują w pewnych miejscach szybkie ługowanie gleby, w innych ich użyźnianie. Wody okresowe, po deszczach, powodziach, po topnieniu śniegu, rozpuszczają zawarte w glebie związki i unoszą je z prądem. Dlatego też spotykamy wzdłuż dolinek z okresowo stojącą lub szybko płynącą wodą opadową wyraźne ubożenie podłoża i osiedlanie się głodnych gatunków łąkowych. Przy nawodnieniu w tym samym stopniu wodą wysiłekającą ze źródeł brak głodnych gatunków zupełnie.

Dalsze zróżnicowanie borowin powodują domieszki mineralne. Wyniszczenie lasów i zaoranie w pobliżu a na nieco wyższym poziomie dużych obszarów pól sprzyja namulaniu jak też nanoszeniu przez wiatry składników mineralnych. Wpływ tych domieszek na roślinność jest bar-

dzo duży. Nawet niewielka ilość tych domieszek powoduje prawie zupełną zmianę roślinności, przede wszystkim osiedlenie się roślin łąkowych, z cennymi trawami pastewnymi na czele. Nasuwa to cenne wnioski dla melioratorów i łąkarzy. Prawie bezwartościowe moczary dadzą się drogą prostego zabiegu zamienić na nader cenne łąki. Osuszenie borowin powoduje pogorszenie składu roślinnego, o ile chodzi o użyteczność tych obszarów. Najlepsze wyniki daje namulanie składników lessowych; przy namulaniu składników marglowych osiedlają się na borowinach wapniowe higrofity.

Podłoże borowinowe może zmienić prawie zupełnie swe własności na skutek osuszenia. Po obniżeniu poziomu wody powoduje nagrzewanie przez słońce wstępujący jej ruch i silne parowanie. Ponieważ zawiera ona dużo rozpuszczonych soli, zwłaszcza wapniowych, powoduje to wydatne nawapnienie wierzchnich warstw gleby i osiedlanie się roślin stepowych. Nasuwa się pytanie, czy siedlisk tych nie zaliczylibyśmy po wysuszeniu i pewnych przemianach na skutek ruchów wody do typowych czarnoziemów.

Znamienną rzeczą jest na tych nader żyznych obszarach stosunkowo niska roślinność. Skład jej jest bardzo zależny od drobnych nawet różnic w nawodnieniu i nawapnieniu podłoża. Należy do niej kilka rzadkich, skrajnie wapniowych higrofitów z domieszką roślin łąkowych, błotnych i bagiennych. Dla większości roślin łąkowych jest ono zbyt zasadowe, dla błotnych zbyt suche i zbyt żyzne, dla leśnych i borowych nie nadaje się ono zupełnie.

Opisywane dotychczas siedliska wykazują właściwości gleb węglanowych. Nie uległy one na skutek znacznej zawartości wapna, jakoteż na skutek przewagi wstępującego ruchu wody, wyługowaniu albo też wyługowanie zmieniło tylko najbardziej wierzchnie warstwy gleby. Klimat humidowy nie zdołał ich przekształcić na właściwe dla niego gleby brunatne lub zbielicowane.

### Siedliska borowo-stepowe

W obrębie niektórych odcinków krawędzi, szczególnie na obszarze Wzgórz Krzemienieckich, spotykamy osobliwe i zapewne nieczęste siedliska, pośrednie między stepowymi, borowymi i leśnymi. Tworzą się one na górkach zbudowanych w dolnych swych częściach z marglu, w górnych, mniej więcej od połowy zboczy, z wapnistej piasku. Piaski te pokrywa zwykle ławica piaskowcowa. Północne i wschodnie stoki, rzadziej południowe i zachodnie, okrywa płaszcz lessów. Zbocza południowe i zachodnie są albo od niego wolne albo też less stanowi niewielką do-

mieszkę do piasku, tworząc rodzaj szczyrku. Budowa geologiczna i układ krążenia wód wglębnych powoduje słaby wysięk wody na piaszczystych zboczach, najwyraźniejszy na styku piasków i marglu. Istnienia tego wysięku dowodzi obecność roślin wybitnie higrofilnych, lipy, jawora, klonu, kłokoczki, a nawet czarnej olchy, obok wielu higrofitów zielnych. Najczęściej osiedla się na tych zboczach widny las dębowy lub mieszany z runem stepowo-borowym. Naocznie się wysięku wody na tych zboczach najczęściej zauważyć nie da, tym więcej, że przy silnym nagrzewaniu przez słońce paruje podsiąkająca woda już w obrębie gleby.

Przy tych tak osobliwych warunkach glebowych i hydrologicznych wytwarzają się swoiste siedliska. Żyzność ich zależy od wielu ledwo dostrzegalnych a czasem niewidocznych czynników. Skład roślinności, a niewątpliwie również czynników glebowych, jest tu piętrowy a równocześnie mozaikowy. Jedne płaty ulegają — przy słabym podsięku wody — wylugowaniu, inne — tuż w sąsiedztwie leżące — wzbogaca w sole podsięk wody. Wierzchnie warstwy są najczęściej wylugowane i suche, gdyż podsięk wody nie dociera do powierzchni gleby, podczas gdy nieco głębsze są dobrze nawapnione, żyzne i fizjologicznie dość wilgotne. Próchnica tworzy się tu najczęściej w niedużej ilości. W wierzchnich warstwach jest ona wyraźnie kwaśna, w niewielkiej jednak już głębokości obojętna. Przy znacznym wysięku wapnistej wody tworzy się ona w większej ilości i sprzyja osiedlaniu się roślinności wapniowej.

Roślinność opisywanych siedlisk ma skład bardzo urozmaicony a bez znajomości stosunków siedliskowych wytłumaczyć go niepodobna. W piętrze drzew rosną tu — pozornie bezładnie pomieszane — dąb szypułkowy, lipa, trześnia, brzoza, niekiedy jesion, jawor, klon i brzoza, rzadziej grab i inne gatunki. Bliższe rozpatrzenie stosunków nawodnienia tłumaczy występowanie tych drzew zwykle całkowicie. Wzrost i skupienie tych drzew jest na ogół niewielkie, albowiem stosunki wodne są dość chwiejne a ilość wody skąpa. Rośnie tu niewiele krzewów, gdyż korzenie drzew, jako głębiej sięgające w podłoże, wysysają podsiąkającą wodę. Szczególnie urozmaicony skład ma jednak runo. Rośliny płytko zakorzenione należą do borowych, gatunki o długich korzeniach należą do miernie albo wyraźnie wapniowych. W czasie wiosny, w okresie większego podsięku wody, ma roślinność skład raczej higrofilny i słabo wapniowy, w lecie panują rośliny raczej mocno wapniowe, gdyż woda paruje wówczas mocniej i powoduje korzystniejszy dla tych gatunków układ stosunków glebowych. Składniki borowe, jako mało zależne od stosunków nawodnienia przez podsięk wody, mają skład głodny i nie wykazują zmian w swym składzie w okresie roku. Typowo borowe i bar-

dzo głodne gatunki tu jednak nie występują, brak również typowo stepowych i typowo leśnych. Znamienny rys nadają tej roślinności słabo tylko wapniowe umiarkowane higrofity. Roślinność tych zboczy nazywam mieszzanymi borami z boczowymi, gdyż na pierwsze miejsce wysuwają się w niej jednak gatunki borowe.

### Siedliska borowe

Do siedlisk powyżej opisanych zbliża się pod wielu względami podłoże głodujących borów dębowych. Mam tu na myśli płaskie obszary marglowe, pokryte cienką powłoką glinek, piasków lub ich mieszaniny — szczyrków. Roślinność tych siedlisk jest mieszana, borowo-łąkowo-stepowo-leśna, z przewagą już to jednych już to drugich składników, zależnie od składu gleby, jej miąższości, stopnia wylugowania, oraz głębokości, wydajności i żyzności wilgotnego poziomu. Wykazuje ona największe podobieństwo do borów zbczowych, odcina się od nich jednak wyraźnie. Podobieństwo do stepów jest zwykle bardzo nikłe, mimo bardzo zbliżonej budowy podłoża i często tych samych stosunków klimatycznych. Czynnikiem odróżniającym oba rodzaje siedlisk na marglu jest sposób nawodnienia i zjawiska lugowania; oba te czynniki są zresztą z sobą ściśle związane.

Podłoże marglowe jest w głodujących borach pokryte niegrubą pokrywą albo zwietrzelin marglowych albo też glinek, szczyrków i piasków. Miąższość ich wynosi od kilku centymetrów do 1 metra. Przy grubszym pokładzie glinki lub szczyrku rośnie na tym podłożu las, na głębszym piasku zwykły bór sosnowy. Podglebie marglowe jest tu słabo zwietrzałe, gdyż chroni je pokrywa gleby, prawie nieprzepuszczalna dla wody, tym więcej, że na styku gleby i podglebia tworzy się nieprzepuszczalna warstwa kontaktowa, tworząca się z wmywanych koloidów. Korzenie roślin przebić jej nie zdołają; nawet dąb tworzy na tych siedliskach bardzo płytki system korzeniowy. Wody opadowe wsiąkają na niewielką tylko głębokość i zatrzymują się na ostro zaznaczonym poziomie nieprzepuszczalnym. Ruchy wód w kierunku poziomym są bardzo niewielkie na skutek małego nachylenia powierzchni ziemi, odbywają się jednak już przy ledwo dostrzegalnych nierównościach powierzchni marglowej. Ułatwia je luźna budowa gleby i jej hydrofobność na skutek znacznej ilości wapna. Ledwie tylko zaznaczone wyniesienia są wyraźnie suchsze, małe choćby zagłębienia lepiej nawodnione.

Nawodnienie podłoża jest na tych obszarach na ogół słabe, o wiele mniejsze niż na innych glebach przy tych samych warunkach klimatycznych; jest ono bardzo zmienne w ciągu roku i w wysokim stopniu zależne

od pogody. Pojemność wodna jest mała na skutek niewielkiej miąższości gleby, luźnej budowy i słabej adsorpcji. Wody opadowe wysychają tu szybko zwłaszcza w wierzchnich warstwach gleby. Parowanie wody ułatwia słabe ocienienie przez drzewa i niałe runo, złożone z licznych zwykle gatunków, ale rosnących w słabym zwarcu. Liście ich są drobne lub wąskie, przede wszystkim słabo jest rozwinięte piętro mchów. Gleba jest tu znacznie suchsza niż na stepach i łąkach w tych samych warunkach. Ruch wody jest tu okresowo zmienny. W czasie deszczów wsiąka ona szybko, w czasie słonecznej pogody podnosi się w glebie i wysycha. Stwarza to dla życia roślin warunki bardzo niekorzystne. Mogą się tu osiedlić tylko gatunki roślin zadawalające się niewielkim bilansem wodnym. Z drzew rosną na suchszych wyniesieniach sosny, przy słabym choćby poziomie wodnym w glebie — karłowate dęby. Wyrabianie lasu przesuwa podłoże, wzmacnia wstępujący ruch wody; osiedla się wówczas na tym podłożu suchy step.

Gleby wykazują na opisywanym siedlisku wiele swoistych własności, mimo że są one dość mocno zróżnicowane, zależnie od wielu czynników. Są one zasadniczo dość zasobne w odżywcze składniki, albowiem ługowanie ich jest utrudnione wobec niemożności głębokiego wsiąkania wody. Do użyźniania przyczynia się ponadto wietrzenie marglowego podglebia i tworzenie się próchnicy, która gromadzi się na miejscu i ulega rozkładowi. Jedynie ociek wody na miejsca obniżone przyczynia się do ługowania wyniesień a użyźniania zagłębień. Zmienny ruch wody, w zależności od stosunków atmosferycznych, opóźnia również ługowanie; przeważa jednak ługujące działanie wsiąkającej wody. Jest ono najszybsze przy pokrywie piaskowej, wolniejsze przy glinkowej, najmniejsze jest w zwietrzelinach marglowych. Przy pokrywie piaszczystej jest ruch wstępujący najmniejszy, albowiem woda paruje już w obrębie gleby na skutek dużych przestrzeni między ziarnami piasku.

Ługujący wpływ wód opadowych powoduje ostre zróżnicowanie poziomów glebowych. Wierzchnie warstwy gleby są prawie zawsze mocno wylugowane i nierzadko zbielicowane do białego piasku. Warstwy głębsze, nieraz nawet bardzo płytko leżące, są dość mocno nawapnione i często bardzo żyzne. Profil glebowy jest tu bardzo skrócony. Nierzadko wykazuje on wszystkie poziomy gleb zbielicowanych przy głębokości gleby około 1 decymetra. Próchnica wierzchnich warstw ma wszystkie cechy borowe, kwaśne, a już w głębokości kilku czy kilkunastu centymetrów ma właściwości typowej próchnicy obojętnej. Daleko posunięte ługowanie wierzchnich warstw gleby powoduje wymywanie składników koloidalnych. Stracają się one już płytko, stąd w wierzchnich warstwach jest gleba gruboziarnista, nieco głębiej ma skład właściwy dla lasu.

Przy bardzo płytkim podglebiu marglowym jest układ poziomów glebowych jeszcze bardziej złożony. Pod warstwą borową i leśną leży płytko warstwa zwiertzałego marglu. Ponieważ powierzchnia marglowego podglebia nie jest nigdy całkiem równa, a również powierzchnia ziemi wykazuje nierówności, układają się mozaikowo gniazda gleb głębszych i płytszych, niekiedy w bezpośrednim sąsiedztwie.

Opisywane zróżnicowanie poziomów glebowych zależy wyraźnie od ich miąższości i składu. Przy pokrywie piaskowej sięga ługowanie głęboko, gdyż warstwy napływowej, bogatszej w składniki drobnoziarniste, jest brak lub zaznacza się ona słabo; poziom wodny jest niski, ale zarysowuje się bardzo ostro powyżej marglowego podglebia. Na glebach mieszanym, glinkowo-piaszczystym, przebiega ługowanie — na skutek większej adsorpcji — wolniej, zróżnicowanie się gleby na poziom wierzchni, wyługowany i głębszy, zbliżony do leśnego, jest wyraźniejsze. Jest on jednak słabo tylko nawapniony. Ługowanie tego rodzaju podłoża jest różne, zależnie od miejscowych warunków. Wierzchnie warstwy mogą ulec wyługowaniu aż do białego piasku, na innych płatach ledwie się ono zaznacza. Między tymi krańcowymi stanami spotykamy na krawędzi Podola wszystkie stadia przejściowe.

Zróżnicowanie gleby na poziomy o różnych własnościach wyczuwa bardzo dobrze roślinność. Dlatego też układ zdjęć na naszej tablicy jest bardzo konsekwentny. Na początku ustawiają się zdjęcia na płytkim podłożu marglowym, po nich następują siedliska o coraz to grubszym pokładzie piasku lub glinki. Roślinność początkowych zdjęć wykazuje nawiązanie do stepowej, u środkowych jest ona przeważnie lub nawet czysto borowa, końcowe, na szczyrkach i glinkach zbliżają się wyraźnie do lasów.

Znamiennym rysem roślinności opisywanych siedlisk jest jej różnorodność, charakter kompleksowy. Składa się ona z gatunków wapniowych — a nawet stepowych — i borowych, głodnych, z domieszką składników łąkowych i leśnych, przy czym stosunki ilościowe wykazują uderzającą zgodność z budową podłoża. Na podłożu czysto marglowym a dostatecznie wilgotnym odgrywa dużą rolę roślinność stepowa nawet z takimi gatunkami, jak *Adonis vernalis*, *Linum flavum*, *Thesium intermedium*, i to nierzadko w towarzystwie borówki i wrzosu. Na siedliskach o głębszym podglebiu rosną tylko rośliny wapniowe o długich korzeniach, jak *Cytisus nigricans*, *Clematis recta*, *Peucedanum oreoselinum* i inne, również w towarzystwie roślin borowych. Te ostatnie należą do gatunków o drobnych rozmiarach i płytko zakorzenionych. Główną masę roślinności stanowią często duże hyliny, stąd na pierwszy rzut oka ma się wrażenie stepu w borze.

Na podłożu bogatszym w składniki pylaste usuwają się rośliny stepowe i borowe na dalszy plan, zaznacza się zaś duża ilość roślin łąkowych lub leśnych -- zależnie od ocienienia. Przy małym zwarciu lasu a dużej ilości składników glinowych panują trawy, zwłaszcza *Poa angustifolia* i gatunki rodzaju *Agrostis*, tworząc jakby łąkę w borze -- bór trawiasty. W dalszych częściach pracy przytoczę znaczną ilość zdjęć, w których łatwo jest wyróżnić grupy gatunków o bardzo różnej wymaganiach ekologicznych a rosnących obok siebie i wykażę zależność składu od stosunków glebowych. Ilość gatunków roślin jest w tych borach bardzo duża, tym większa im bardziej złożony jest skład podłoża. W niektórych można naliczyć do stu gatunków na powierzchni kilkuset metrów kwadratowych. Przy przewadze jednego ze składników glebowych jest roślinność uboższa i bardziej jednostajna.

Szczególnie bogata jest roślinność tych borów na miejscach wysięku wody, na zboczach dolinek i przy wyklinowaniu się osadów glinowych na marglowym podłożu. Wpływ nawodnienia jest w borach zawsze duży, zwłaszcza przy jej wysięku. Na miejscach wyniesionych, bez podsięku wody, jest roślinność bardzo niska i zwykle płona, niedorozwinięta, mimo że nieraz dość bogata w gatunki; najczęściej ona nie owocuje, mimo obfitości nawet zakwitania. W miejscach bardzo suchych ubożeje ona również pod względem ilości gatunków; pozostaje ich tylko kilka lub kilkanaście, albo wapniowych albo borowych. Najbardziej wytrzymała w tych borach jest zwykle roślinność wapniowa, prawdopodobnie dzięki stosunkowo najlepszemu nawodnieniu najgłębszych, a więc wapnistych warstw gleby.

Od stosunków nawodnienia i odczynu gleby zależy również tworzenie się próchnicy. Na ogół tworzy się jej na tych siedliskach niewiele. Na przepuszczalnym, suchym podłożu piaszczystym, zwłaszcza na wyniesieniach, jest jej ilość nader niska; ciemniejsza warstwa w glebie prawie się nie zaznacza. Na piaskach wylugowanych i zakwaszonych wytwarza się zwykła w borach warstwa próchnicy kwaśnej, o wyglądzie kłaczkowatym, gęsto przetkana grzybnią. Przy wydajniejszym zwilżeniu wodą choćby słabo tylko wapnistą tworzy się cienka pokrywa próchnicy obojętnej. Ma to miejsce w małych zagłębieniach i na płaszczyznach o płytkim podglebiu, szczególnie jednak przy wysięku wody spod piaszczystej pokrywy (zdjęcia 131, 138, 145, 146). W miejscach wytwarzania się rzędzinnej próchnicy rośnie prawie zawsze *Carex montana*, tak że obecność tej rośliny jest dobrym wskaźnikiem jej wytwarzania. Próchnica podobna tworzy się jednak również na podłożu suchym, lecz mocno wapnistym. Szczególnie obficie powstaje ona w większych zagłębieniach, gdzie naciek wody jest znaczny, odczyn jest zasadowy a roślinność bujna. W zagłę-

bieniach takich osiedlają się mocno wapniowe higrofity, jak *Veratrum nigrum*, rzadziej *Anemone narcissiflora*, *Trifolium pannonicum* lub *Dianthus glabriusculus*.

Panującym drzewem w głodujących borach jest dąb szypułkowy. Przyczyną tego jest poziom wilgotny na styku z podglebiem; jest on jedynym u nas drzewem, wymagającym poziomu stojącej wody na głębokości jego korzeni. Rośnie on tu jednak w niesprzyjających warunkach, cierpi bowiem na brak wody w ciągu późnej wiosny i lata. Dlatego też nie wytwarza pędów świętojańskich, nie ma przyrostu letniego, dostarcza miękkiego drewna, gdyż brak w nim letnich pierścieni, złożonych z włókien drzewnych.

Grab rośnie w borach rzadko, tylko przy domieszce składników glinowych. Godna uwagi jest okoliczność, że nie szkodzi mu tu znaczne nawapnienie gleby i wystarcza dość nikłe nawodnienie. Sosna występuje tu tylko w miejscach wzniesionych, o głębokim poziomie wodnym. Rośnie ona bardzo bujnie, tworzy wspaniałe strzały i dostarcza doskonałego drewna. Widocznie sprzyja jej żyzność gleby; nie wymaga to drzewo bynajmniej podłoża głodnego. Inne drzewa na siedliskach borowych rosną tylko w szczególnych warunkach, przy poziomym — a raczej ukośnym — ruchu wody w glebie, przy jej wysięku na miejscach nachylonych, na zboczach dolinek oraz na obwodzie lessowych pokładów leżących na marglu. Rośnie wówczas jesion, wiąz polny, brzoza, klon, lipa, wyjątkowo jawor. O wiele częściej spotykamy w nich brzozę brodawkowatą, również prawie zawsze na miejscach nawadnianych podsiękiem wody. Cechą znamioną borów podkrawędziowych jest ubóstwo krzewów; rosną one tu rzadko, w postaci nikłych i zwykle płonych okazów, o słabym ulistnieniu.

### Siedliska leśne

Pod nazwą siedlisk leśnych rozumiem te rodzaje podłoża, na których przy ocieniu przez drzewa osiedla się zwykle nasze runo leśne. Siedliska te posiadają, mimo różnorodnego składu — na podłożu lessowym, ilastym, marglowym a niekiedy piaszczystym — widocznie jakieś wspólne a dla roślin istotne własności. Stwierdzamy ponownie, że podział gleb według wymagań roślinności nie zawsze odpowiada podziałom gleb. Tym istotnym czynnikiem są według wszelkiego prawdopodobieństwa stosunki nawodnienia, widocznie odmienne niż w borach. Na takim samym bowiem podłożu rośnie raz las, to znowu bór lub step. Różnica pomiędzy siedliskami borowymi a leśnymi leży prawdopodobnie w większej pojemności wodnej, w większej adsorpcji, w innym układzie koloïdów glebowych i w innych stosunkach nawodnienia. Od tych ostatnich



zależy skład i zwarcie piętra drzew, to zaś wpływa na ruch wody, reguluje sposób nawodnienia a przede wszystkim ługowanie gleby. Nawodnienie zależy na krawędzi Podola od położenia danego miejsca, od stosunków geologicznych oraz od stopnia rozdrobnienia gleby; rozdrobnienie wpływa głównie na pojemność wodną.

Wpływ odczynu skały macierzystej na sposób wykształcenia się siedlisk zdaje się być niewielki. Wszystkie skały mają na krawędzi Podola znaczną zawartość wapna, odczyn ich zbliża się do obojętnego lub jest zasadowy. Stosunkowo najuboższy w wapno jest less, jednak w głębokości 1—2 m odczyn jego jest zwykle dokładnie obojętny. Dopiero procesy glebowe przekształcają każde podłoże na stepowe, leśne, borowe lub łęgowe.

Siedliska leśne tworzą się na krawędzi przede wszystkim na podłożu lessowym. Less krawędziowy składa się, według Tokarskiego z:

SiO <sub>2</sub>	50,90—80,10 <sup>0</sup> /o
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,60— 9,10 <sup>0</sup> /o
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,09— 3,70 <sup>0</sup> /o
MgO	0,61— 0,84 <sup>0</sup> /o
CaO	0,70—20,70 <sup>0</sup> /o
K <sub>2</sub> O	2,10 <sup>0</sup> /o
Na <sub>2</sub> O	0,83 <sup>0</sup> /o

Przytoczyłem tu najważniejsze dla roślin dane z o wiele dokładniejszych analiz Tokarskiego, gdyż tylko te będą dla nas ważne przy dalszych rozważaniach. Rozpatrzenie tej tablicy wykazuje przede wszystkim ogromne różnice w ilości tlenu wapnia; waha się ona od 0,70—20,70<sup>0</sup>/o. Analizy te nie uwzględniają wierzchnich poziomów lessu. Zestawienie to nie daje nam jeszcze podstawy do dalszych rozważań; zawiera jeszcze zbyt mało danych. Nie wiemy też dokładnie, z jakich siedlisk badane lessy pochodzą. Dają one nam jednak pojęcie o jego składzie. W naszych rozważaniach musimy się wszakże oprzeć głównie na spostrzeżeniach własnych, tylko porównawczych, bardzo licznych, choć nie opartych na analizach chemicznych.

Less miał pierwotnie skład jednakowy, trudno bowiem przedstawić sobie jego pierwotne zróżnicowanie na płatach odległych od siebie nieraz zaledwie o kilkadziesiąt kroków. Zróżnicowanie jego jest raczej wtórne a spowodowały je niewątpliwie ruchy wody. Wstępujący ruch wody w glebie wynosi na wierzch rozpuszczalne składniki, głównie węglany wapnia i magnezu. Zjawisko to zdaje się zachodzić w lessach badanych przez Tokarskiego w Trędowaczu; głębsze poziomy lessu są bowiem mniej nawapnione od wierzchnich. Dowodziłoby to istnienia wstępujących

ruchów wody również w obrębie pokładów lessowych. Wiele spostrzeżeń dowodzi istotnie, że less jest w wierzchnich warstwach niekiedy tak bogaty w wapno, że osiedla się na nim roślinność stepowa.

Nie ulega żadnej wątpliwości, że obszary lessowe na krawędzi Podola były pokryte pierwotnie przez gęste i cieniste wysokopienne lasy. W warunkach tych uległy one w wierzchnich warstwach mniej lub dalej posuniętemu odwapnieniu, wyługowaniu, niekiedy zbielicowaniu, a więc i zakwaszeniu. Wyługowanie i zakwaszenie lessu zależy od wielu czynników i posunęło się na różnych miejscach do różnych stadiów. Mocne wyługowanie lessu zmienia bardzo jego własności fizyczne i chemiczne, powstaje z niego il. Less wapnisty jest żyzny, nawet w stanie dość suchym jest fizjologicznie wilgotny; po mocnym wyługowaniu jest podłożem zawsze bardzo jałowym i fizjologicznie suchym mimo nieraz znacznej ilości zawartej w nim wody. Powodem tego jest duża adsorbcja — a więc i mała ruchliwość — zawartej w nim wody i rozpuszczonych w tej wodzie związków odżywczych. Runo leśne na wyługowanym lessie jest jednostajne, ubogie w gatunki i nikłe, składa się z gatunków głodnych. Utrudnione warunki życiowe, trudności w pobieraniu wody, powodują u tych roślin dużą wrażliwość na stosunki klimatyczne. Dlatego też wycięcie lasu na podłożu wyługowanym powoduje nagły zanik roślin leśnych, podczas gdy utrzymują się one długo na zrębach lasu na żyznym podłożu.

Mocne wyługowanie lessu zachodzi tylko w określonych warunkach, przy jednostronnym, zstępującym ruchu wody w glebie. W innych warunkach nawodnienia nabiera podłoże lessowe zupełnie innych własności. Podczas gdy gleby stepowe są zawsze żyzne a borowe — przynajmniej w wierzchnich warstwach — jałowe, to siedliska lessowe wykazują ogromną różnorodność. Dlatego też runo leśne jest tak mocno zróżnicowane. W pewnych warunkach zachodzi zróżnicowanie lessu według jednego schematu na dużych obszarach, w innych zmienia się ono niemal co krok. Ponadto inne panują na lessach warunki na wiosnę a inne w lecie. Ten złożony układ czynników i ich zmiany oraz różny ich wpływ na poszczególne gatunki roślin w różnych porach roku powoduje pozornie bezładny, trudny do zrozumienia i ujęcia rozkład roślinności leśnej w przestrzeni i czasie — różne jej aspekty, o wiele bardziej zawiłe niż to ma miejsce w borach, a nawet na stepach. Dopiero dokładniejsze rozpatrzenie rozmieszczenia roślin i czynników siedliskowych pozwala nam stwierdzić, że i na tych siedliskach zachodzi wyraźna, stosunkowo prosta prawidłowość i przyczynowość zjawisk. Znaczne trudności nastęrcza na tych siedliskach wyszukiwanie i właściwa ocena czynników siedliskowych, o wiele większa niż na glebach węglanowych i borowych. Umożliwia je dopiero analiza skojarzenia i ekologii roślin leśnych.

Rozpatrywanie siedlisk leśnych rozpoczniemy od najżyźniejszych i najwilgotniejszych a skończymy na najbardziej wypłonionych. Mamy tu na myśli głównie podłoże lessowe; możemy jednak w większości wypadków zastosować nasze poglądy i do innych gleb drobnoziarnistych. Podział siedlisk opieramy znów na układzie na nich szaty roślinnej.

Do najżyźniejszych gleb leśnych należą na krawędzi Podola siedliska bogate w próchnicę a wilgotnawe i nie wylugowane. Wytworzyły się one na bliskim przedpolu krawędzi w płytkich a szerokich zagłębieniach, w dolinach rzek i bruzd Nadbuża, jak też na obwodzie łagodnie nachylonych zboczy, z naniesionych przez wody, a częściowo i wiatry, rumoszy marglowych i pyłu lessowego. Podglebie tych siedlisk jest zawsze marglowe, a więc nieprzepuszczalne, o powierzchni prawie płaskiej i na ogół równej. Ścieka na nie — w obrębie samej gleby — i nanosi odżywcze składniki woda z płaskowyżów i zboczy. Podobne siedliska wytworzyły się również na progowatych załamaniach marglowych zboczy, o ile nawadnia jej naciek żywej wody.

Gleby na tych siedliskach nie ulegają zupełnie lugowaniu, a raczej wzbogacają się stale w składniki odżywcze na skutek nacieku żywej wody. Ponieważ naciekająca woda jest wapnista, powoduje ona strącanie się koloidów, zwłaszcza organicznych, powstających z rozkładu obumarłych szczątków roślin i zwierząt. Strącone koloidy adsorbują znów składniki rozpuszczalne. Tworzy się więc gleba zasobna w próchnicę, nasyciona; nazywam ją rędzi<sup>n</sup>ą d<sup>e</sup>n<sup>n</sup>ą. Różni się ona wyraźnie od rędzin zboczowych: jest prawie czarna, lepka i tłusta w dotyku, grudkowata, po wyschnieniu twardnieje. Próchnica jest dokładnie wymieszana ze składnikami mineralnymi, między innymi przez bardzo licznie żyjące w tych glebach dżdżownice.

Mięszość gleby na tych siedliskach wynosi od kilkunastu centymetrów do jednego metra. Przechodzi ona dość powoli w skalne podglebie. Nawodnienie tych siedlisk jest dość chwiejne, zależnie od pory roku i opadów. Poziom wilgotny leży zwykle płytko, jest ostro zarysowany, w różnych miejscach dość różny. Roślinność znajduje na tych siedliskach doskonałe warunki rozwoju, jest bujna choć niezbyt bogata w gatunki. Składa się prawie wyłącznie z gatunków wybrednych na żyzność gleby, z domieszką roślin łęgowych i miernie lub mocno wapniowych higrofitów. Roślin głodnych brak tu zwykle zupełnie.

Siedliska te — rędziny denne — były w pierwotnych warunkach u podnóża krawędzi dość rozpowszechnione. Zostały one przeważnie zajęte pod role i zachowały się tylko w szczątkach, na miejscach stosunkowo wilgotnych. Porastały je pierwotnie na glebach głębszych bardzo zwarte

łęgi wiązowe o gęstym podszyciu krzewów i odrośli wiązowych, na nieco płytszych i suchszych -- dębowe lub jesionowe.

Odmienne niż na dnies dolin i płaskich miejscach zboczy układają się warunki siedliskowe na samych zboczach, nawet na tym samym rodzaju podłoża, w tych samych warunkach klimatycznych a nawet przy tym samym stopniu nawodnienia. Układają się one bardzo podobnie na różnych rodzajach podłoża lecz różnie na tym samym podłożu — zależnie od innych czynników. Tymi czynnikami są głównie: stopień nachylenia stoków i sposób ich nawodnienia. Oba te czynniki wykazują na krawędzi Podola bardzo duże zróżnicowanie.

Zbocza krawędziowe mają różne nachylenia, od bardzo stromych do stosunkowo połogich. Nachylenie ich jest albo jednostajne w całej wysokości albo też nachylenie ich się zmienia. Najczęściej są one bardziej strome w górnej swej części a bardziej połogie w dolnej na skutek wyściółki lessowej. W wielu miejscach są jednak zbocza bardziej strome w dolnych częściach na skutek podcięcia ich przez wtórne dolinki. Na każdym z tych zboczy układają się warunki siedliskowe nieco odmiennie.

Na pokrytych lessem zboczach zachodzi — jak to mówiliśmy przy ruchach wody — ociek mniej więcej równoległy do powierzchni ziemi. Przy jednostajnym nachyleniu nie natrafia on na żadne przeszkody a przy podcięciu dołem przez dolinki jest ułatwiony. W tych warunkach jest zbocze w całej mniej więcej wysokości jednakowo nawodnione i jednakowo żyzne. Ponieważ jednak do ruchu wody w glebie dołączają się opady deszczowe, ulega gleba powolnemu ługowaniu. W górnych częściach zboczy działa denudacja, w dolnych nanoszenie zwietrzelin i ściółki. Denudacja odsłania głębsze i zwykle żyźniejsze warstwy gleby, nanoszenie zwietrzelin równoważy się na ogół z ługowaniem. Wszystkie te czynniki powodują, że gleba jest średnio żyzna i mniej więcej taka sama na całym zboczu. Poziom wilgotny i żyźniejszy w glebie prawie się nie zaznacza, zróżnicowanie poziomów glebowych jest słabe i stopniowe. W warunkach tych osiedla się roślinność jednostajna, stosunkowo uboga, składająca się z pospolitych gatunków leśnych, bez domieszki krzewów i z niewielką ilością większych bylin. W miarę postępów ługowania ubożeje ona coraz bardziej. Panującymi drzewami są wówczas buk z grabem.

Na stokach coraz bardziej połogich w miarę obniżania się i przechodzenia w przedpole zwiększa się nawodnienie na skutek coraz mocniejszego nacieku, nagromadza się więcej zwietrzelin i ściółki. Ruch wody wzdłuż zbocza się zwalnia, zaznacza się coraz płycej poziom wilgotniejszy, wreszcie zbliża się do powierzchni ziemi. Uniemożliwia on ługowanie, a wreszcie woda wydobywa się na powierzchnię. Ustala się wówczas wstępujący kierunek ruchu wody, następuje użyźnianie podłoża. Do

tęgo dołącza się użyźniający wpływ zwietrzelin i ściółki, nanoszonych z górnych części zboczy. Dlatego też osiedla się na tych siedliskach roślinność bujniejsza, z gatunków wybrednych na żyzność gleby, zwykle większych bylin; rośliny głodne są coraz rzadsze, higrofity przeważają nad suchoroślami. Ilość krzewów się powiększa, miejsce buka zajmuje dąb szypułkowy.

Stopień żyzności gleby i stosunki nawodnienia zależą na zboczach również od kształtu powierzchni szczytowej wyniesienia. Zaokrąglone i kopulaste szczyty nie sprzyjają gromadzeniu się w glebie większej ilości wody, stąd nawodnienie zboczy jest niewielkie i jednostajne; nie spotykamy na nich zwykle źródeł ani miejsc z wysiękiem wody. Roślinność jest wówczas uboga i jednostajna. Powierzchnia wyniesień bardziej płaska i rozleglejsza sprzyja wsiąkaniu wody w podłoże, co powoduje jej wysięk na zboczach na styku z nieprzepuszczalnym podglebkiem lub ławicą skalną. Jest on wyraźny szczególnie w okresie wiosny. Wyciek ten może być tak duży, że powoduje erozję zboczy, zwykle jednak zaledwie się na oko zaznacza. Wpływ tego nawodnienia jest znów bardzo różny i zależy od kilku czynników. Nikły może mieć większy wpływ na rośliny niż duży; słaby zwilża wyraźnie glebę, większy powoduje erozję zboczy i szybki odpływ wody. Może on być dla roślin prawie bez znaczenia.

Wpływ wysiękających i ociekających wód po zboczach zależy w wysokim stopniu również od rozpuszczonych w niej składników i od jej odczynu. Wody opadowe i wysączające się z górnego poziomu są zwykle jałowe i często zakwaszone. Powodują one ługowanie gleby. Less odwapniony pęcznieje pod wpływem tych wód, staje się nieprzepuszczalny, to zaś powoduje odcięcie roślinności od żyzniejszego i lepiej nawapnionego podłoża. Znaczna ilość wody powoduje dalsze ługowanie gleby, wymywanie składników odżywczych i dalsze wyjałowienie. W tych warunkach mogą dolne części zboczy ulec mocniejszemu wyługowaniu niż górne, gdyż przesiąka przez nie większa ilość wody niż na wyższych i mocniej je wymywa. Podłoże jest wówczas jałowe i fizjologicznie suche, mimo dużego nawodnienia. Dlatego też spotykamy w tych miejscach skupienie kserofitów leśnych, ubogiej i nikłej roślinności. Przy niezbyt głębokim podglebku marglowym i żyzniejszej warstwie gleby w głębi mogą się jednak osiedlić rośliny wybredniejsze. Siedliska tego rodzaju są rozpowszechnione na wzgórzach na wschód od Krzemieńca, nie brak ich jednak i w innych odcinkach krawędzi. Rosną na nich lasy lipowe z grabem. Dla buka jest to podłoże zbyt wilgotne i za mało przewiewne, dąb unika siedlisk z ruchomą wodą. Przy innych stosunkach żyzności i nawodnienia jest również układ roślinności odmienny.

Stosunki siedliskowe zależą również w wysokim stopniu od miąższości lessowej pokrywy. W grubym pokład lessu wsiąka woda bez przeszkód, przy płytkim podglebiu skalnym jest to utrudnione. W pewnych warunkach zachodzi wysiek wody wglębnej bogatej w składniki odżywcze i wapno. Ma to miejsce — jak podałem wyżej — na wysokości ławicy skalnej i na linii źródeł na marglu. Woda ta powoduje zupełnie inne skutki niż zakwaszona, wysiakająca spod płytkich lessów. Nie ługuje ona gleby lecz ją wzbogaca w składniki odżywcze, zwłaszcza na zboczach południowych i zachodnich, na skutek jej parowania pod wpływem promieni słonecznych lub wiatrów. Osiedla się wówczas roślinność wybredna na żyzność i stałe nawodnienie ruchomą wodą. W piętrze drzew osiedlają się jawory, klony, brzozy, jesiony z domieszką lipy drobnolistnej, rzadziej dębu szypułkowego — mieszany las liściasty, zwykle z bogatym podszyciem krzewów i bujnym runem. Na miejscu wysięku wody szczególnie bogatej w węglan wapnia dołączają się do zwykłego lecz złożonego z eutroficznych gatunków runa rośliny rzadsze, jak obuwik, tojad mołdawski, konwalia i inne; gatunki głodne rosną tu skąpo lub ich brak. Przy bardzo dużej żyzności gleby zwiera się drzewostan tak mocno, że runo i podszyt żyć nie może na skutek ocienienia. Dno lasu jest pokryte grubą warstwą wilgotnej ściółki; rosną w nim tylko gatunki wczesno-wiosenne lub bardzo wytrzymałe na ocienienie.

Dalszym czynnikiem wpływającym na stosunki siedliskowe zбочy jest budowa podglebia, zwłaszcza zaś jego przepuszczalność. Przy podglebiu piaszczystym wsiąka woda w głąb bez przeszkody; poziom wodny się nie wytwarza lub leży tak głęboko, że jest nieużyteczny dla roślin. Ługowanie gleby jest ułatwione i sięga głęboko. Roślinność jest wówczas kserofilna, z przewagą gatunków głodnych. Podłoże nieprzepuszczalne, piaskowcowe lub marglowe, utrudnia wsiąkanie wody; poziom wilgotny i żyzny leży płytko, tak że mogą z niego korzystać krzewy i większe byliny. Siedlisko jest albo w całej miąższości żyzne albo też wylugowane tylko na powierzchni. Żywi ono roślinność zwykle bujną i urozmaiconą.

Na osobne omówienie zasługują siedliska bez okrywy lessowej, na marglu i na piaskowcach.

Gleba składa się na nich ze zwietrzelin skalnych i jest zwykle bogata w próchnicę, albo w całości żyzna albo tylko wierzchem wylugowana. Runo tych lasów składa się z gatunków wybrednych na żyzność gleby, ze znaczną domieszką roślin miernie wapniowych, z niewielką ilością gatunków głodnych. Podsiek wody sprzyja bujnemu rozwojowi krzewów, zwykle z kłokoczką i hordowiną. Z drzew rośnie głównie buk, lecz z liczną domieszką jesionu, jawora, klonu, trześni, niekiedy lipy wielkolistnej; grab odgrywa tu rolę niewielką lub brak go zupełnie. Na miejscach such-

szych panuje prawie wyłącznie buk, krzewy rosną słabiej a runo składa się z gatunków mniej wrażliwych na nawodnienie lecz bardziej wybrednych na nawapnienie. Ten typ lasu jest rozpowszechniony w środkowym odcinku krawędzi, gdzie pokłady marglu wznoszą się wysoko.

Między szatą roślinną a stosunkami siedliskowymi zachodzi więc wyraźna równoległość. Prawie równolegle do obu tych elementów układa się jeszcze czynnik trzeci, a mianowicie jakość i ilość próchnicy w glebie. Pochodzi to stąd, że jakość jej i ilość zależy od tych samych czynników co szata roślinna, a mianowicie od składu chemicznego podłoża, jego odczynu i od stosunków nawodnienia. Rozmieszczenie próchnicy w glebie daje nam ten sam obraz, co szata roślinna, lecz od innej strony, może więc posłużyć do oceny stosunków siedliskowych. Przedstawia to niejednokrotnie poważne korzyści metodyczne; dlatego muszę jeszcze raz powrócić do zagadnienia próchnicy, tym razem szczególnie w odniesieniu do zbczy.

Wytwarzanie się próchnicy i jej jakość zależy na krawędziowych zbczach od kierunku ruchu wody w podłożu w stosunku do powierzchni ziemi, od jej ilości i odczynu. Ponieważ na krawędzi są wstępujące wody przeważnie żyzne i nawapnione, zstępujące zaś prawie zawsze jałowe, możemy z dużym przybliżeniem przyjąć za regułę, że przy wysączeniu się wody tworzy się na powierzchni lub w wierzchnich warstwach gleby próchnica obojętna lub słabo kwaśna, przy wsiąkaniu wody próchnica kwaśna. Przy słabym ruchu wody w glebie tworzy się próchnica dość mocno zakwaszona i w niewielkiej ilości. Zachodzi wówczas ługowanie gleby lecz jest ono powolne. Dalsze losy tej próchnicy zależą w znacznej mierze od nachylenia stoków. Na stokach połogich tworzy się na powierzchni gleby cienka warstwa próchniczna, słabo pomieszana ze składnikami mineralnymi, gdyż brak jest czynników mieszanie takie powodujących. Siedliska takie są mało żyzne, roślinność na nich jest uboga, złożona z gatunków raczej głodnych i kwaśnych.

Na bardziej stromych zbczach powoduje zmywanie i znoszenie zwietrzelin, deptanie przez zwierzęta i ruchy wody mieszanie się próchnicy z mineralnymi składnikami; warstwa jej przechodzi stopniowo w glebę, Mineralne składniki nasycają próchnicę i zwiększają jej żyzność. Dlatego to strome zbcza mają prawie zawsze bujną i bardziej urozmaiconą roślinność. Przyczynia się do tego również częsty na takich zbczach wysięk wód wgłębnych.

O wiele bardziej urozmaicone stosunki zachodzą przy tworzeniu się próchnicy na podłożu marglowym, a zwłaszcza na podłożu piaskowcowym, na ławicach skalnych. Wsiąkanie wody jest tu utrudnione a często zachodzi jej wysięk: miejsca te są zatem najczęściej dobrze nawodnione.

Wygląd, a zapewne również i skład próchnicy jest w tych warunkach dość urozmaicony; inny wygląd ma ona na samej skale, inny powyżej a jeszcze inny poniżej ławicy skalnej.

Jeden rodzaj próchnicy wytwarza się na suchych skałach, zwłaszcza w ich szczelinach i na półkach skalnych. Ma ona wygląd mączysty, jest bardzo pulchna, sucha, barwy prawie czarnej. Wobec braku podsięku wody jest ona zwykle słabo nawapniona; nie spotyka się też na tych siedliskach wyraźniej wapniowych roślin, rozpowszechnione są natomiast rośliny częściowo naskalne, jak bodziszek śmierdzący, jasnota pstra i inne.

Inny skład ma próchnica tuż pod skałami. Nie zachodzi tu zwykle wsięk wody, zaznacza się natomiast często jej ociek po skale. Ławica utrudnia namulanie z wyżej położonych miejsc składników drobnoziarnistych, dostarcza natomiast gruboziarnistych zwykle zwietrzelin skalnych. Ociek wody ze skał powoduje raczej wymywanie składników pylastych. Poniżej skał gromadzi się zwykle znaczniejsza ilość próchnicy, gdyż ławica skalna utrudnia zmywanie ściółki. W warunkach tych tworzy się gleba luźna, głęboka i pulchna, w dotyku szorstka, z dużą domieszką próchnicy, słabo nawapniona, lecz nie zakwaszona. Nawodnienie tych gleb jest różne, zwykle umiarkowane lecz dostateczne. Osiedla się na tych siedliskach zespół roślin miernie wybrednych na żyzność gleby i nawapnienie lecz wymagających dużo próchnicy w glebie. Przedstawicielem ich jest *Corydalis cava*.

Jeszcze inny wygląd ma próchnica na ławicach piaskowcowych. Tworzy się tu ona w znacznej ilości dzięki podsiękaniu wody spod pokładów lessowych i nagromadzeniu się ściółki. Wobec ułatwionego namulania składników pylastych z lessu a braku zwietrzelin skalnych tworzy się gleba bogata w próchnicę, zbita i grudkowata, lśniąco czarna. Na styku ze skałą zaznacza się żyźniejszy i wilgotniejszy poziom, szczególnie wyraźny na wiosnę. Porasta te siedliska zespół z *Dentaria glandulosa* i *Corydalis cava*.

Na innych rodzajach podłoża, na marglu, na piaskach w podglebiu, na rumoszach i łąkach przedstawiają siedliska obraz dość urozmaicony, lecz łatwy do zrozumienia na podstawie przytoczonych już danych. Najobficiej wytwarza się próchnica w dolnych częściach zboczy dzięki nagromadzeniu się ściółki i sprzyjającemu sposobowi nawodnienia.

Odmienne niż na zboczach układają się stosunki siedliskowe na wyniesieniach. Ogólnie można powiedzieć, że są one mniej korzystne niż na zboczach, nawet na tym samym podłożu. Brak tu nacieku i podsięku wody, nanoszenia zwietrzelin, ilość ściółki jest mniejsza, gleba ulega zwykle ługowaniu i zakwaszeniu, próchnica tworzy koloidy nienasycone: to zaś znów przyspiesza ługowanie. Siedliska te wykazują również znaczne



zróznicowanie, zależnie od warunków wsiąkania wody i erozji gleby. Inaczej się one układają na miejscach płaskich, z utrudnionym wsiąkaniem wody w głąb, inaczej na kopulastych, na których ułatwiony jest ociek wody i jej wsiąkanie, gdzie również odbywa się bez przeszkód erozja.

Szczególnie osobliwe siedliska wytwarzają się na wyniesieniach o płaskiej płaszczyźnie szczytowej z ławicą skalną w podglebiu. Pokrywa je albo cienka warstwa lessu albo zwietrzliny skalne i pokład próchniczny. Nasiąka on po deszczach i po stajaniu śniegu wodą jałową. Ługowanie gleby jest utrudnione, płytkie zaś skalne podłoże dostarcza składników odżywczych. W warunkach tych tworzy się gleba bogata w próchnicę lecz słabo tylko nawapniona, barwy czarnej, w stanie wilgotnym lepka a nawet mazista. Porastają ją lasy o różnym składzie, wiązowe lub jesionowe, rzadziej dębowe — nigdy zaś bukowe — z nikłym podszyciem krzewów, o runie dość bujnym i urozmaiconym, złożonym z gatunków higrofilnych, lecz słabo tylko wapniowych, z niewielką ilością składników glodnych. Przedstawicielem tej roślinności jest *Allium ursinum*.

Zupełnie inne są siedliska na miejscach płaskich lecz przepuszczalnych, piaszczystych lub lessowych. Spotykamy je najczęściej na brzeźnych częściach lessowej pokrywy, zwłaszcza na brzegach stromo wciętych dolin. Brak tu czynników wpływających dodatnio na użyźnianie gleby: podcieku wody, nanoszenia zwietrzelin i nagromadzania się ściółki. Ługowanie gleby odbywa się bez przeszkód, tak że następuje typowe zbielicowanie. Poziom żyzny i wilgotny nie wytwarza się na skutek łatwego wsiąkania wody albo też zalega głęboko, poza zasięgiem korzeni bylin i krzewów, a często nawet drzew. Układ stosunków zbliża się do opisanych powyżej na połogich zboczach, lecz jest jeszcze bardziej dla roślin niekorzystny. Roślinność runa jest nikła i uboga w gatunki; są one zwykle bardzo mało wybredne. Wobec dużej adsorbcji wody przez składniki pylaste gleby i na skutek słabego nawodnienia jest ługowanie powolne. Stosunki glebowe układają się tu jednak inaczej niż w borach, przynajmniej nie spotykamy tu zupełnie roślin borowych, na przykład borówek. Jest to nawet jednym ze znamienych rysów szaty roślinnej właściwej krawędzi Podola.

Ostatni ważniejszy typ siedlisk spotykamy na wierzchowinach kopulastych wyniesień, bardzo rozpowszechniony na całej prawie krawędzi. Stosunki siedliskowe są tu zbliżone do tychże na bardzo połogich zboczach, brak jednak na nich bardzo ważnego czynnika, a mianowicie poziomego ruchu wody w glebie. Równie ważną różnicą jest zmywanie wierzchnich warstw gleby na skutek erozji a brak namulania — co powoduje obnażanie głębszych i nieco żyzniejszych poziomów, — oraz częściowe zmiatanie przez wiatry opadłych liści z drzew. Próchnica tworzy

się tu w niewielkiej ilości i ma odczyn kwaśny. Poziom wilgotny i żyzny zwykle się nie zaznacza lub leży bardzo głęboko. Wierzchowiny te porastają lasy prawie czysto bukowe z niewielką domieszką graba. Ilość krzewów jest niewielka a wzrost ich jest nikły, w runie panuje *Carex pilosa* w towarzystwie głodnych bylin leśnych.

W zarysie niniejszym przedstawiłem tylko ważniejsze typy siedlisk. Między tymi skrajnymi typami istnieje wiele stanów pośrednich. Na tle niniejszego przeglądu będziemy się mogli pokusić — w dalszych częściach pracy — o wy tłumaczenie przyczyn rozmieszczenia szaty roślinnej i poszczególnej jej gatunków.

Pomijałem dotychczas stale jeden jeszcze dość ważny czynnik, a mianowicie wpływ na tworzenie się siedlisk samej roślinności. Wpływ ten niewątpliwie istnieje i jest na różnych siedliskach bardzo różny. Dotychczasowe badania pozwalają mi na wysunięcie tylko kilku ogólniejszych uwag.

Roślinność wpływa przede wszystkim na klimat miejscowy. Ponieważ klimat ma duży wpływ na stopień i sposób nawodnienia podłoża, oddziałuje on tym samym na tworzenie się siedlisk. Jest to zresztą zjawisko powszechnie znane. Roślinność przyczynia się z jednej strony do osuszenia podłoża przez pobieranie wody, z drugiej strony ocienia ona podłoże i zmniejsza parowanie gleby. Pobiera ona z wodą z głębszych warstw gleby odżywcze składniki i składa je w obrębie tkanek. Po śmierci rośliny powracają one do gleby lecz do jej warstw wierzchnich. Gromadzą się one w próchnicy i przyczyniają się do użyczenia wierzchnich poziomów gleby. Wpływ ten uwidacznia się różnie na różnych rodzajach siedlisk.

Przy wysięku żyznej wody i przy utrudnionym ługowaniu przyczynia się roślinność do ich użyczenia. Użyczenie przez roślinność dołącza się do użyczenia przez inne czynniki glebowe. Przy wsiakaniu wody w glebę i ługowaniu jest rola roślinności stosunkowo nikła. Z resztek obumarłych roślin tworzy się próchnica kwaśna, która powoduje raczej ubożenie gleby w składniki odżywcze. W obu więc wypadkach przyspiesza roślinność działanie czynników glebowych. Siedliska kształtują się więc kierunkowo, zbliżają się do pewnego stanu końcowego, do „klimaksu“. Do tych zmian w glebie dostosowuje się również roślinność, więc i ona zbliża się do „klimaksu“. Proces ten zależy na krawędzi Podola od trzech głównych czynników: od składu gleby, od ruchów w niej wody i od stosunków klimatycznych. Roślinność bierze w nim również udział, lecz jako całość; rola poszczególnych gatunków jest mało ważna. Poszczególne gatunki wpływają w nader niewielkim stopniu na stosunki glebowe i samą zmianę roślinności; rola ta jest zresztą niezbyt duża. Najważniejsze są przy tych przemianach niewątpliwie drzewa, jednakowoż bliższe badanie dostarcza nam wiele dowodów, że sama na przykład

sosna lub borówka niewiele się przyczynia do jałowienia gleby a dąb lub grab nie potrafi sam przez swoje procesy życiowe lub opad liści spowodować polepszenia stosunków glebowych, zmienić siedliska borowego na leśne lub wytworzyć próchnicy obojętnej na podłożu zakwaszonym.

### Czynniki klimatyczne

Rolę czynników klimatycznych ujmuję w niniejszej pracy odmiennie, niż to ma miejsce we wszystkich prawie pracach geobotanicznych. Nie podaję żadnych danych liczbowych. Nie robiłem żadnych pomiarów klimatycznych, mógłbym więc podać tylko dostępne dla każdego dane stacji meteorologicznej we Lwowie. Dane te nie miałyby dla naszych rozważań większego znaczenia.

Badania klimatyczne dla celów geobotanicznych musiałyby być innego rodzaju, niż to ma ogólnie miejsce. Musiałyby one uwzględniać wiele zależności, od hydrologii podłoża, od jego składu petrograficznego, od rzeźby terenu i od samej roślinności. Dane klimatyczne dają nam w badaniach geobotanicznych na mniejszych obszarach bardzo niewiele. Ujmują one tylko jedną stronę zagadnienia, a mianowicie gospodarkę wodną części nadziemnej rośliny, warunki jej rozchodu wodnego. Wszystkie jednak spostrzeżenia dowodzą, że rozchód wodny jest sam przez się stosunkowo mało ważny. Życie rośliny zależy przede wszystkim od dochodu wodnego, a jeszcze bardziej od składu roztworu wodnego w glebie. Ten sam gatunek rośliny może rósć, jeśli tylko stosunki nawodnienia podłoża są dla niego odpowiednie, w najróżnorodniejszych warunkach klimatycznych, oczywiście w zakresie stosunków u nas zachodzących. Można nawet śmiało wysunąć twierdzenie, że same badania klimatyczne mają dla celów geobotanicznych na niżu i pogórzu Europy środkowej zupełnie podrzędne znaczenie. Przynoszą one nawet więcej szkody niż pożytku, gdyż zaciemniają one nierzadko wiele zjawisk i prowadzą do złudnych uogólnień.

Przy omawianiu stosunków klimatycznych pomijam zupełnie zagadnienie opadów atmosferycznych, uważane wszak powszechnie za jedno z najważniejszych w badaniach geobotanicznych. Z poprzednich rozdziałów wynika, że warunki nawodnienia na danym miejscu zależą w niewielkim tylko stopniu od ilości opadów i ich rozkładu w ciągu roku. Wody opadowe wsiąkają bowiem w jednym miejscu a wysączają na powierzchnię w innym, nierzadko oddalonym o kilka kilometrów i to najczęściej po długim dopiero okresie czasu. Ponadto ten sam opad deszczowy powoduje na różnych siedliskach wpływ bardzo różnorodny. O wiele bardziej pożyteczne jest dla naszych celów badanie krążenia i ruchu wody w podłożu

niż mierzenie ilości opadu. W naszych rozważaniach doszliśmy do wniosków zupełnie odmiennych niż ogólnie się przyjmuje. Stwierdzamy na podstawie ogromnej ilości spostrzeżeń — popartych badaniami doświadczalnymi w ogrodzie, że step nie jest bynajmniej bardziej suchy niż łąka, a napewno jest bardziej wilgotny niż wiele borów.

Pozostają nam do omówienia stosunki ciepłoty i wilgotności powietrza. Musimy jednak i przy tych rozważaniach pamiętać, że ujmują one również tylko jedną stronę zagadnienia. Te same gatunki roślin odczuwają ten sam stan ciepłoty i niedosytu wilgotności bardzo różnie, zależnie od stosunków nawodnienia podłoża.

Krawędź Podola wymaga — również i dla celów geobotaniki — dokładnych badań klimatycznych. Musiały by one być bardzo szczegółowe i nawiązywać do czynników siedliskowych. Wobec braku takiego opracowania ograniczyć się musimy do uwag porównawczych, do omówienia stosunków klimatycznych na różnych rodzajach siedlisk i poruszenia pewnych spostrzeżeń ogólniejszej natury.

Znamienną cechą klimatu północnej krawędzi Podola jest jego bardzo ostre zróżnicowanie, przewaga klimatu miejscowego nad ogólnym. Zróżnicowanie to jest tak duże; że zwykle pomiary stacji meteorologicznych niewiele nam mówią. Duże nachylenie stoków, różnorodna ich wystawa, poszarpanie krawędzi na wysunięte półwyspy, oddzielone górki, zaciszne doliny, różna budowa podłoża, urozmaicone stosunki nawodnienia, a w wysokim stopniu również różnorodność szaty roślinnej powodują tak daleko idące zróżnicowanie klimatu, że trudno je nawet określić. Nagrzewanie zboczy przez słońce wywiera zupełnie inne skutki na roślinność na podłożu lessowym, inny na piaskowcowym lub marglowym. Wpływ podsięku wody zaciera zupełnie ogólnie znane czynniki fizyczne lub chemiczne, na przykład barwę podłoża lub jego przewodnictwo cieplne. Różnorodność klimatu przedstawi nam lepiej parę przykładów niż wiele zestawień i pomiarów. Na jednej i tej samej górcie, na tym samym podłożu i na tej samej wysokości rośnie na północnym zboczu las z *Aspidium Braunii*, na południowym step z *Avena Besseri*, *Stipa pennata* i *capillata*. Różnice klimatyczne są więc w okresie lata tak duże jak między zachodnią a wschodnią Europą.

W obecnym stanie rzeczy mogę jedynie rozważyć, jak wpływa różnorodność stosunków klimatycznych w jego skrajnych wartościach na rozmieszczenie roślin, poszczególnych gatunków i ich zbiorowisk. Spróbuję poszukać zależności pomiędzy klimatem a szatą roślinną. Jest to możliwe tylko w ogólnym zarysie.

Należało by się spodziewać, że najmocniej odbije się zróżnicowanie klimatu w rozmieszczeniu drzew, jako najbardziej wystawionych na dzia-

łanie czynników klimatycznych. Należy przy tym rozważyć poziome rozmieszczenie drzew, zależnie od coraz bardziej kontynentalnego klimatu w miarę posuwania się ku wschodowi, zależność od wyniesienia ponad poziom morza i zależność od wystawy stoków.

Zależności od klimatu w poziomym rozmieszczeniu drzew dopatrzeć się nie można. Wprawdzie na badanym obszarze kończy się zasięg buka i sosny, wykazałem jednak poprzednio, że przyczyny tego nie leżą w czynnikach klimatycznych, lecz w stosunkach nawodnienia podłoża. Nie ma również zależności w rozmieszczeniu drzew od wyniesienia ponad poziom morza. Różnice wysokości, dochodzące do 200 m, nie zaznaczają się na tyle w czynnikach klimatycznych, by wpłynąć mogły na rozmieszczenie roślin. Każde z drzew spotykamy na różnych wysokościach. Pozostaje zatem tylko wpływ wystawy. Wspomniałem powyżej, że wpływ wystawy jest ogromny. Jednakowoż i wystawa nie wpływa na rozmieszczenie roślin, a w szczególności drzew. Nie możemy takiej zależności stwierdzić ani u jednego gatunku. Wszystkie prawie gatunki spotykamy tak w zacisznych i wilgotnych dolinach jak i najbardziej wystawionych na wysuszenie i nagrzewanie przez słońce zboczach południowych i zachodnich, na samych stepach albo przynajmniej na obwodzie stepowych polan. Rośnie na nich również buk, nawet jest tu głównym drzewem. Widocznie klimat kontynentalny bynajmniej mu nie szkodzi. Nie widzimy na tych miejscach żadnych objawów karlenia czy też osłabienia jakichkolwiek czynności życiowych. Krańcowe stanowiska buka leżą właśnie na miejscach o wybitnie kontynentalnym klimacie.

Nieco inaczej przedstawia się zależność od miejscowego klimatu roślinnych zbiorowisk. Na głębokich glebach lessowych i piaszczystych nie możemy stwierdzić żadnej zależności od czynników klimatycznych. Rośnie na nich zawsze bór lub las, zależnie od stosunków nawodnienia. Na podłożu płytkim, skalnym, piaskowcowym i marglowym stwierdzamy na południowych, zwłaszcza stromych, stokach rozluźnienie, a nawet zanik lasu i pojawianie się polan stepowych. Polany takie spotykamy również na miejscach płaskich, skalnych, marglowych, o ile nie pokrywają ich piaski ani lessy; zajmują one jednak znikomo małe przestrzenie, po kilkaset metrów kwadratowych, i to w nielicznych tylko miejscach. Przyczyny tego są jednak tylko częściowo klimatyczne; główne powody tego stanu rzeczy leżą w stosunkach glebowych i w sposobie nawodnienia.

Na wilgotnych zboczach marglowych i skalnych osiedla się zawsze las, jednakowoż również las porasta najbardziej nawet suche zbocza lessowe. Po zniszczeniu lasu na tych ostatnich nie pojawia się nigdy roślinność stepowa. Czynniki klimatyczne mogą spowodować rozluźnienie — nawet zanik lasu, nie mogą wszakże zmienić jego składu gatunkowego.

Warunki klimatyczne jako takie nie są więc w stanie na obszarze badanym zmienić stepu na las, ani też wprowadzić stepu na miejsce lasu. Dopomaga im do tego człowiek.

Klimat suchy i ciepły może stworzyć warunki odpowiednie dla stepu, działanie jego jest jednak u nas wyłącznie pośrednie. Powoduje on wstępujący ruch wody w glebie i nawapnienie wierzchnich jej warstw. Jest to możliwe tylko przy dużej zawartości wapna w podłożu. Przy małej ilości wapna nie osiedla się roślinność stepowa na krawędzi Podola w ż a d n y c h w a r u n k a c h k l i m a t y c z n y c h. Drugim czynnikiem jest nawodnienie. Przy obfitym podśięku wody osiedla się las nawet na najbardziej ciepłych południowych zboczach. Przekonują nas o tym wszystkie — bardzo liczne — spostrzeżenia na badanym obszarze. Łączenie szaty roślinnej, a w szczególności lasu i stepu, z klimatem jest w Europie środkowej pozbawione wszelkiej podsta wy—oczywiście w dzisiejszych stosunkach klimatycznych. Nadmienić należy jeszcze raz, że roślinność stepowa nie jest bynajmniej ani ksero- ani termofilna; znosi ona tylko warunki kserotermiczne lepiej niż inne rośliny, jednakowoż tylko w odpowiednich warunkach glebowych i hydrologicznych. Wyniszczenie lasów na podłożu bogatym w wapno powoduje osiedlenie się stepu niezależnie od czynników klimatycznych i hydrologicznych. Dzieje się to w pierwszym rzędzie na miejscach ciepłych i słonecznych, albowiem na tych miejscach nagrzewanie przez słońce powoduje najłatwiej mocne nawapnienie gleby.

Zależność od stosunków klimatycznych u roślinności borowej jest tak mała, że nie wiadomo nawet, jakie stosunki klimatyczne odpowiadają jej najlepiej. Roślinność borową napotykaemy tak na najbardziej ciepłych piaskach w południowej wystawie jak i w miejscach wilgotnych, chłodnych, nawet na torfowiskach i na najbardziej wilgotnych północnych zboczach. Bory typowe, bez domieszek leśnych i stepowych, zdają się na badanym obszarze nie zależeć zupełnie od warunków klimatycznych, natomiast bory z domieszką składników stepowych, tak znamienne dla przedpola krawędzi, wykazują jednak od nich zależność. Jest ona niewątpliwie pośrednia, podobnie jak u roślinności stepowej.

Wyraźny związek z czynnikami klimatycznymi możemy stwierdzić jedynie w obrębie runa leśnego. Przekonuje nas o tym zupełny jego zanik po wycięciu lasu lub jego zmianie, zasadzeniu drzew słabo ocieniających lub mocno osuszających podłożę, na przykład modrzewia. Jednak i w tym wypadku trudno jest stwierdzić, czy działa tu czynnik tylko klimatyczny. Wiele danych wskazuje na to, że wyrabianie lasu powoduje przemiany w glebie, jej wyjałowienie, a zwłaszcza szybki rozkład próchnicy. Na żyznej glebie leśnej utrzymuje się runo leśne dość długo w niezbyt zmie-

nionym składzie nawet w najcieplejszych i najsuchszych miejscach; rozwija się ono nawet bujniej niż w lesie; po pewnym czasie, po kilku zwykle latach, zanika ono nagle, prawdopodobnie równoległe z zanikiem warstwy próchnicznej. Przez drugi czas, nawet po zamianie na łąkę, utrzymują się niektóre rośliny leśne. Godne jest uwagi, że są to prawie bez wyjątku rośliny głodne i obojętne na domieszkę próchnicy w glebie.

Zależność poszczególnych zespołów zielnego runa lasów od czynników klimatycznych jest trudna do stwierdzenia, tym więcej, że las stwarza sobie właściwy klimat, zwłaszcza zaś wyrównuje niedosyt wilgotności w powietrzu.

Rozmieszczenie drzew, formacji i większości zespołów roślinnych nie wykazuje więc na krawędzi Podola zależności od czynników klimatycznych. Jedynie w skrajnych wypadkach i tylko przy współdziałaniu czynników glebowych może się klimat przyczynić do zróżnicowania szaty roślinnej, przeważać szalę na korzyść pewnych zbiorowisk roślinnych lub pewnych gatunków. Wpływ klimatu jest jednak potężny; jest on wszakże przede wszystkim pośredni. Oddziałuje on na wykształcenie się siedlisk, a dopiero siedliska różnicują szatę roślinną. Rozpatrywanie zależności między szatą roślinną a danymi meteorologicznymi jest w Europie środkowej — oczywiście tylko niżowej — celowe w szczególnych i drobnych zjawiskach; przy zagadnieniach większych chyba ono w ogóle celu.

### Inne czynniki ekologiczne

Metoda diagnozy różniczkowej pozwala na uporządkowanie zdjęć socjologicznych i poszczególnych gatunków w głównych tylko zarysach. Dlatego też analiza ekologiczna dopomogła nam dotychczas na stwierdzenie zależności szaty roślinnej od głównych czynników ekologicznych; w szczegółach ona często zawodzi. Powodem tego są dalsze czynniki, zwykle niewyraźnym zasięgu, miejscowe. Ogólne ich omawianie byłoby na tym miejscu nader utrudnione, odkładam je więc do części pracy poświęconej szczegółowej analizie wybranych płatów roślinności. Są to przeważnie czynniki biotyczne, powodowane przez same rośliny, przez zwierzęta, jak również przez człowieka. Powodują one zazwyczaj użytkowanie lub wyjaławianie podłoża, dotyczą zatem również tak istotnego czynnika żyzności. Należy do nich nawożenie gleby w pobliżu wodopojów, pod siedliskami ptaków na skałach i na wysokich drzewach; jest nim sposób wykorzystania roślinności przez człowieka, przez pasienie, koszenie, wyrąb drzew a sadzenie innych, przywlekanie obcych gatunków roślin.

Ważnym czynnikiem jest namulanie gleby z pól ornych, zmiana struktury gleby przez oranie, która wywiera wpływ na roślinność przez czas bardzo długi, nawet po zasiedleniu ich ponownie przez las lub step. Wpływ tych czynników może być bardzo potężny, może nawet zmienić zupełnie szatę roślinną. W pracy niniejszej uwzględniam wyłącznie pierwotne zbiorowiska roślinne, stąd wpływ tych czynników zaznacza się tylko w niewielu analizowanych płatach, rzadziej jest on pierwszorzędowego znaczenia. Jest on jednak wyraźny na niektórych płatach stepowych i na łąkach. Omówienie ich odkładam do części szczegółowej pracy, poświęconej zbiorowiskom roślinnym.

### Wnioski ogólne

Analiza ekologiczna szaty roślinnej, przeprowadzona tak w czasie badań polowych jak i na podstawie rozmieszczenia poszczególnych gatunków roślin na tablicy zdjęciowej uporządkowanej metodą diagnozy różniczkowej Czekańskiegoprzekonuje nas, że dotychczasowe sposoby ekologicznych badań nie odpowiadają zadaniom geobotaniki. W szczególności rozpatrywanie wpływu poszczególnych czynników ekologicznych jako takich, klimatu, światła, składu chemicznego, struktury, odczynu podłoża itp. prowadzi tylko bardzo powoli do celu i nie pozwala zwykle na wykrycie ogólniejszych praw, rządzących rozmieszczeniem roślin. Co więcej, poszczególne czynniki mogą przy tym samym natężeniu wywoływać skutki najzupełniej różne. Rozmieszczenie roślin zależy najczęściej do czynników zazwyczaj nie badanych. Wydaje się ono przypadkowe lub całkowicie niezrozumiałe. Przedstawiamy sobie bardzo często wpływ poszczególnych czynników ekologicznych zupełnie mylnie i poszukujemy zależności wcale nie istniejących; często je nawet pozornie znajdujemy.

Szczegółowa analiza rozmieszczenia poszczególnych gatunków i zależności od czynników ekologicznych przekonuje nas, że najważniejszym dla roślin czynnikiem jest żyzność podłoża. Jedne gatunki wymagają podłoża bardzo, inne średnio, inne wreszcie mało żyznego. Poszczególne czynniki ekologiczne mają o tyle wpływ na roślinność, o ile oddziałują na żyzność podłoża. Każdy czynnik ekologiczny nie odgrywa sam przez się prawie żadnej roli. Największe osuszenie podłoża nie wprowadza na krawędzi Podola osiedlenia się roślinności stepowej, mocne nawet zakwaszenie nie stwarza jeszcze warunków sprzyjających osiedleniu się roślinności borowej, podtopienie podłoża nie zawsze usuwa dąb z lasu, sam buk, dąb czy grab nie zawsze powoduje wytwarzanie się próchnicy leśnej a sosna borowej. Każdy prawie czynnik działa na świat roślinny



w sposób bardzo zawiły i zazwyczaj pośrednio. Rozpatrywanie z osobna wpływu na roślinność ciepłoty, osuszania powietrza lub gleby, opadzin liści z drzew, odczynu gleby, nawodnienia czy innych jeszcze czynników jest w warunkach panujących w Europie środkowej prawie że bezcelowe. Zawsze i stale musimy badać, jak dany czynnik wpływa na danym miejscu na stosunki żyzności podłoża.

Żyzność gleby zależy od bardzo wielu okoliczności i może być różnego rzędu. Każdy prawie gatunek odczuwa żyzność gleby inaczej. Jedne z nich wymagają dużego nawodnienia a niewielkiej ilości rozpuszczonych w wodzie składników odżywczych, inne zadawalają się małą ilością wody ale musi w niej być dużo rozpuszczonych składników mineralnych, jedne wymagają wody stojącej, inne płynącej, jedne zakwaszonej, inne obojętnej lub zasadowej, jedne gleb o dużej, inne o małej adsorpcji. Każdy z nich wymaga układu czynników zwykle bardzo ostro określonego.

Żyzność możemy określić prawdopodobnie najłatwiej na podstawie znajomości składu roztworu wodnego w glebie. Możemy nawet twierdzić, że skład roztworu wodnego jest dla roślinności środkowo-europejskiej zasadniczy i podstawowy. Wszystkie czynniki, które wpływają na skład tego roztworu, mają dla roślin znaczenie pierwszorzędne. Same one działają na roślinność tylko przy znacznym nasileniu. Tak się rzecz przedstawia przy dużym nawodnieniu, mocnym osuszeniu, skrajnym ocienieniu lub pełnym naświetleniu, przy wysokiej lub bardzo niskiej ciepłocie, na glebie grubo lub bardzo drobnoziarnistej, bardzo mocnym zakwaszeniu podłoża itp. Zaznaczyć należy, że natężenie tych czynników osiąga u nas rzadko tak duże wartości, by wpłynęły one już same przez się na rozmieszczenie roślin.

Roztwór odżywczy wody glebowej, jego ilość, skład, odczyn i inne własności, zależy od wielu czynników, od rzeźby powierzchni ziemi, od jej budowy tektonicznej i petrograficznej, od składu gleby i od procesów w glebie zachodzących, od czynników klimatycznych i biotycznych, głównie jednak od ruchu wody w podłożu. Własności tego roztworu dają się z dużym przybliżeniem odczytać z układu czynników fizjograficznych; daje się to stwierdzić w przybliżeniu tak dużym, że można bez większych trudności wykryć zależności od nich w rozmieszczeniu szaty roślinnej w całości i w szczegółach. W pracy niniejszej usiłowałem przedstawić, jak poszczególne czynniki fizjograficzne wpływają na żyzność roztworu wodnego i rozmieszczenie roślin. Daje się łatwo stwierdzić, że już sama rzeźba powierzchni ziemi wpływa na rozmieszczenie drzew i runa leśnego. Jako taka jest ona dla roślin obojętna. Wpływa jednak na ruch wód; od ruchu wody, jej zatrzymywania i zbierania się w pewnych miejscach, od jej wsiąkania zależy skład i ilość roztworu wodnego w glebie. Sama

zatem rzeźba powierzchni ziemi powoduje ostatecznie, że na kopulastych wyniesieniach rosną lasy bukowe a na płaskich dębowe, że buk nie może rósć na zupełnej równinie a dąb szypułkowy na szczytach wyniesień.

Budowa geologiczna podłoża wywiera również bardzo duży wpływ na roślinność. Wpływ ten jest znów pośredni, z jednej strony na skutek różnic w składzie petrograficznym podłożu, z drugiej strony wynika z tektoniki. Sposób ułożenia warstw i skład petrograficzny nie przesądza jeszcze układu roślinności. Sama tektonika jest dla roślin zupełnie bez znaczenia, jednak i jeden i drugi czynnik wpływa bardzo mocno na skład roztworu wodnego.

Szczególnie doniosły wpływ mają na skład roztworu wodnego stosunki krążenia wód glebowych i wgłębnych. Na krawędzi przeważają one— mimo dużego zróżnicowania klimatu i podłoża — nad innymi czynnikami; wywierają one przemożny wpływ na procesy glebowe a tym samym na stosunki żyzności. Szczególnie ważny jest ruch wody w stosunku do powierzchni ziemi. Wsiąkanie wody, czyli ruch jej zstępujący, powoduje wcześniej czy później wyjałowienie gleb nawet bardzo żyznych. Kierunek wstępujący może powodować albo użyźnianie albo wyjaławianie gleby, zależnie od składu roztworu wodnego, jego ilości, warunków odcieku i stosunków klimatycznych. Wywiera on również bardzo potężny wpływ na tworzenie się próchnicy, na jej skład i ilość.

Układ czynników ekologicznych stwarza łącznie siedliska roślinne. Na krawędzi Podola można je podzielić z dość dużą dokładnością na niewiele grup. Są one następujące:

1. siedliska stepowe, bogate w sole odżywcze i wapno. Tworzą się one przy wstępującym ruchu wód zasobnych w wapno lub na miejscach bogatych w wapno a z utrudnionym wsiąkaniem wody.

2. siedliska leśne, z utrudnionym i powolnym ruchem wody na skutek drobnoziarnistej budowy gleby, dużej ilości składników koloidalnych, lub też innych czynników powodujących słaby ruch wody.

3. siedliska łąkowe, wilgotne, żyzne, zasobne w wapno a przynajmniej nie zakwaszone, gdzie dopływ wody dostarcza stale odżywczych składników a uniemożliwia łągowanie gleby.

4. siedliska borowe, w których zstępujący ruch wody i inne czynniki powodują jałowość i zakwaszenie gleby.

Siedliska te są albo typowe, o układzie poziomów glebowych właściwych dla danego siedliska, albo też układ tych poziomów jest piętrowy lub mozaikowy. Nierzadko są na przykład siedliska w wierzchnich warstwach borowe, w głębszych leśne, a w jeszcze głębszych stepowe. Każdy z głównych typów siedlisk daje się podzielić na poddziały, zależnie od

stosunków nawodnienia, składu mechanicznego i chemicznego gleby, miąższości i innych czynników.

Każdemu typowi siedliska odpowiada swoista formacja roślinna, step, las, łęg, bór. W zależności od zróżnicowania siedlisk według ich stopnia żyzności, sposobu nawodnienia, składu chemicznego i fizycznego, ilości próchnicy i innych czynników, układu się podział roślinności na mniejsze jednostki, zespoły roślinne. Udało się nam zatem znaleźć równoległość między układem czynników ekologicznych a szatą roślinną. Potrafimy też określić w dużym przybliżeniu wpływ poszczególnych czynników ekologicznych na szatę roślinną w całości i w poszczególnych wypadkach, ocenić ich wpływ według ich doniosłości. Potrafimy również z dużym przybliżeniem określić ekologiczne wymagania formacji, zespołów jak i gatunków roślin. Metoda analizy ekologicznej okazuje się bardzo płodną i naukowo cenna. Rozwój geobotaniki i związanych z nią nauk zależy zatem od stosowania i pogłębienia tej metody.

Z pracy niniejszej wynika, że można — przynajmniej w sprzyjających warunkach — posługiwać się polowymi i statystycznymi metodami, badać czynniki ekologiczne i ekologię roślin; metoda ta daje — właściwie stosowana — nawet bardzo dobre wyniki. Można by nazwać tę metodę fizjograficzną. Zaznaczyć należy, że jest to mimo wszystko metoda dopiero wstępna, możliwa tylko przy sprzyjającym i przejrzystym układzie czynników ekologicznych. Rozwinać i pogłębić tę metodę będzie można drogą dokładniejszego pomiaru poszczególnych czynników. Same jednak pomiary i poszukiwanie zależności bez stosowania metod analizy przyczynowej nie doprowadzą nas do celu. Dopiero bowiem ta metoda uczy nas wyszukiwać, oceniać i badać poszczególne czynniki ekologiczne i ekologię roślin. Badanie szczegółowe muszą poprzedzać — jak wszędzie w naukach przyrodniczych — badania porównawcze.

## NAJWAŻNIEJSZE PIŚMIENNICTWO

- Czyżewski J. i Zierhoffer A., Kilka spostrzeżeń z wycieczki we wschodnią część północnej części Podola i Wołynia grzędowego, *Kosmos A*, LXI, 1936.
- Jahn A. Zdjęcie morfologiczne północnej krawędzi Podola i jej przedpola między potokami Kocurowskim i Pohoryleckim, *Kosmos A*, LXII, 1937.
- Łomnicki A. Atlas geologiczny Galicyi, Zeszyt VII i IX, Kraków 1897, Wyd. Polskiej Akad. Umiejętności.
- Motyka J. O zadaniach i metodach badań geobotanicznych, *Annales Univ. M.C.S., Lublin, ser. C, vol. I. Suppl. I*, 1946.
- Motyka J. Rozmieszczenie i ekologia roślin naczyniowych na północnej krawędzi zachodniego Podola, *Tamże, vol. II, Suppl. III, Lublin*, 1947.
- Musierowicz A. i Wondrausch A. Rzędziny północnej krawędzi Podola, *Kosmos A*, LXI, 1936.
- Piasecki D. Z badań nad morfologią okolic Krzemieńca, *Kosmos A*, LXII, 1937.
- Smoleński J. O powstaniu północnej krawędzi Podola i o roli morfologicznej młodszych ruchów Podola, *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Akad. Umiej., X. A.* 1910.
- Tokarski A. Szkic paleogeograficzny okolicy Gołogór, *Kosmos A*, LXI, 1936.
- Tokarski J. Less okolic Mitulina i Trędowacza w okolicy Gołogór na Podolu, *Kosmos A*, LXI, 1936.
- Wawryk W., Analiza petrograficzna opoki lwowskiej oraz margli z Łopuszki i Węgierki, *Kosmos A*, LIV, 1930.
- Zierhoffer A. Północna krawędź Podola w świetle rzeźby powierzchni kredowej, *Prace Geogr. wyd. przez E. Romera, zesz. X.*
-

## R É S U M É

Ce travail constitue la troisième partie d'une monographie géobotanique de la Podolie occidentale; il a pour but de décrire les conditions écologiques de ce territoire, et montrer ainsi que la végétation en dépend. L'étude de la végétation par les méthodes des analyses différentielles et causales, nous montre que la distribution des plantes dans ce territoire dépend en premier lieu des conditions écologiques, et dans un moindre degré des facteurs biotiques et sociaux. Cette méthode nous apprend aussi à apprécier à leur valeur les factions écologiques, et comment ils influent sur la végétation. Le terrain exploré est très favorable pour ces recherches, car les conditions écologiques, et la végétation, y sont très différenciées, et montrent bien à quel point cette dernière en dépend.

Je présente dans cette étude une esquisse de la physiographie de ce territoire, de sa géomorphologie, de sa structure géologique, ainsi que de l'hydrologie et de la pédologie; la partie la plus importante est consacrée à la description des stations des plantes. Ces recherches ont été exécutées par des méthodes comparatives seulement; elles sont basées sur de très nombreuses observations, mais sans mesurages de ces facteurs. Cette méthode quoique seulement comparative, nous fournit cependant une base qui nous permet d'en déduire des conclusions d'une portée souvent générale.

La limite septentrionale de la Podolie occidentale s'étend de la Léopol (Lwów) vers l'orient, jusque à Szumsk, en se continuant en pente assez raide entre le plateau Podolien et la Volhynie. Ca et là le sol s'élève pour former des petites montagnes, ou s'étend plus ou moins longuement, et surélevé, pour former comme autant de péninsules émergeant sur la surface plane des plaines qui par places encore, se redresse en forme de dômes. Le terrain au nord de ces pentes est doucement incliné vers le nord ou il est presque plan; il forme des vallées assez larges et entre elles de petites élévations. Sur les pentes à la limite de la Podolie et sur les élévations en forme des dômes se trouvent presque uniquement les forêts de hêtre et de charme, tandis que les terrains plans sont couverts de chênes et de pins. Sur les pentes exposées au sud se trouvent soit des steppes, soit des forêts diverses. Les steppes sont très rares dans les plaines, où elles forment seulement de petites enclaves entre les forêts.

L'altitude n'a aucune influence sur la distribution des plantes, car elle est trop faible, ne dépassant de 200 m. L'influence de la modification de la terre sur la végétation est cependant importante, mais elle est uniquement localisée, parce qu'elle influe surtout sur les diverses modes de l'irrigation

du sol. L'influence provoquée par les divers microclimats sur la végétation est moins importante.

La structure géologique du sol joue un rôle très important pour la végétation, ainsi que la composition pétrographique des diverses couches qui le composent, parce que de la tectonique dépendent des niveaux plus ou moins humides dans le sol, et par le fait des modes, différents pour l'écoulement l'eau. La structure géologique est assez simple dans le territoire en question, et les couches géologiques sont situées presque horizontalement. À la base on y trouve des couches épaisses de marne d'âge sénonien, d'une couleur presque blanche; elle est très riche en carbonate de calcium (voir la table, page 239). Sa surface a été tortement ravinée pendant le miocène. Sur la marne, se sont déposés des sables assez riches en carbonate de chaux. Leur épaisseur est variable dans les diverses localités. Sur ces sables s'étend un banc de rochers de grès, aussi riches en chaux, d'une épaisseur de quelques mètres, et également presque horizontale.

Ces couches sont couvertes, sauf sur quelques petites émergences des rochers nus, par les dépôts de loess, d'une épaisseur de quelques mètres au plus. Le loess manque seulement sur quelques pentes de dépôts de marne, aux expositions sud et ouest, sur les rochers de grès qui sont trop élevés, et sur les vastes terrains au nord de la limite de la Podolie. Les dépôts de loess semblent d'être d'un âge assez jeune, et leur distribution a dépendu de la direction des vents au moment de leur déposition. Selon toute probabilité, les dépôts de loess se sont formés dans les forêts, et non pas dans les steppes. Maintenant nous ne trouvons de steppes sur le loess, sauf en très petites étendues, et dans des circonstances toutes spéciales; ordinairement nous voyons sur le loess des forêts, et après leur destruction des prairies ordinaires.

Cette structure géologique très simple nous permet facilement de deviner l'hydrologie du terrain exploré. L'eau provenant des pluies et de la neige, pénètre facilement les couches perméables du loess, et s'accumule sur les couches imperméables du banc rocheux ou de la marne (voir les fig. 14--19). Aux endroits où les couches de perméabilités diverses rencontrent des pentes, l'eau qui s'écoule sous elles, remonte à la surface du sol pour y former de très petites fontaines ou seulement pour l'imbiber. Il existe donc sur ce terrain, des endroits où l'eau pénètre profondément dans le sol, et d'autres où elle s'écoule le long des pentes, ou remonte à sa surface. Ce mouvement de l'eau a une importance de premier ordre pour les plantes. L'eau descendante dissout les divers sels du substratum et le rend peu fécond, tandis que celle qui s'écoule les dépose dans les couches supérieures du sol, particulièrement quand elle s'évapore. Au contact des

couches de diverses perméabilités, il se forme des niveaux plus ou moins humides; l'eau y est soit stagnante, soit mobile, selon les circonstances. La connaissance de ces faits nous permet de comprendre une grande partie des phénomènes du domaine de la géobotanique qu'on veut interpréter comme étant de nature climatique.

Dans un de ces niveaux humides, l'horizon supérieur, se forme au contact des dépôts de loess sur le banc rocheux, dans un autre au contact des sables et de la marne, dans un troisième dans une hauteur bien précise de la marne, et le dernier enfin au fond des vallées (voir les fig. 14—19). Ces horizons se marquent sur les pentes par une ligne de fontaines qui sont parfois très abondantes en eau, ordinairement cependant nous ne voyons que des zones plus ou moins humides du sol.

L'influence de ces niveaux humides ou de l'eau qui afflue à la surface est très diverse pour la végétation, suivant la composition des sels qui sont dissouts dans l'eau, suivant leur réaction, et en premier lieu en raison de la quantité d'eau, et des circonstances climatiques. La quantité de l'eau affluente dépend de nombreux facteurs, tel que la surface du sol, l'épaisseur des couches diverses, des dimensions de la montagne etc. Sur les pentes qui sont exposées au sud, l'eau affluente s'évapore instantanément: elle irrigue seulement de petites zones des pentes. Tous les sels qui sont dissouts dans l'eau restent dans le sol. Sur des pentes qui sont ombragées par la forêt, l'eau affluente ne s'évapore que faiblement; elle irrigue une vaste zone des pentes, mais elle ne dépose que de quantités minimales de sels. Suivant les circonstances, les pentes exposées au sud semblent être sèches, et les autres humides; cependant, l'eau qui afflue et s'évapore, apporte beaucoup de substances nutritives pour les plantes; elle améliore le sol et le rend alors humide au degré nécessaire à leur physiologie. Une petite quantité même d'eau est suffisante pour les plantes, parce qu'elle apporte beaucoup de substances nutritives. Sur les pentes qui sont exposées au nord l'eau ascendante peut entraîner même l'appauvrissement du substratum, quand elle est acide et pauvre en substances nutritives. En tout cas, elle n'améliore le sol que faiblement; il est alors humide mais il est sec pour les plantes et peu fertile.

L'eau descendante dans les dépôts de loess amène leur acidification avec l'appauvrissement du sol. Quand elle s'écoule du loess, même quand elle s'évapore, elle ne provoque pas leur enrichissement en sels. Dans les couches de loess qui sont plus profondes, l'eau descendante dissout les sels, le carbonate de chaux en premier lieu. Quand elle afflue et s'évapore, elle amène seulement une médiocre amélioration du sol. L'eau qui s'écoule de la marne est cependant riche en chaux, et en autres sels; quand elle s'évapore sur les pentes exposées au soleil, elle rend le sol riche en chaux

qui devient ainsi propice aux plantes très calciphiles qui sont propres aux steppes. Sur les autres pentes elle favorise seulement les plantes eutrophes mais moins calciphiles. Les horizons humides et les mouvements de l'eau sont aussi d'une première importance pour la distribution des arbres et par le fait pour la composition des forêts.

Sur les pentes qui sont couvertes de loess, les horizons humides ne se forment pas, et le mouvement de l'eau est presque parallèle à la surface du sol. L'eau affluente se disperse dans le loess, et son importance pour la végétation est beaucoup moindre, presque difficile à constater.

Dans les endroits qui sont dépourvus de loess, aussi bien sur les pentes que dans les plaines, les horizons humides et les mouvements de l'eau sont en rapport avec la surface et la composition du sol. Sur les sols sablonneux, spécialement dans les plaines, le mouvement de l'eau est surtout descendant. Il pénètre les sables et accumule au contact du sous-sol de marne qui est imperméable. Les couches superficielles deviennent alors pauvres en sels, mais le sous-sol reste fertile. Les mouvements de l'eau sont assez rapides même sur des terrains à peine accidentés. Ils ont lieu à la surface de la marne, et jouent un rôle très important pour la végétation, et tout cas plus grand que les différences climatiques. L'eau coule même sur des pentes à peine visibles; les élévations du terrain même très faibles, deviennent alors pauvres en sels, les dépressions plus riches.

Je n'ai pas eu la possibilité d'effectuer des recherches pédologiques proprement dites pour mon travail, cependant celles que j'ai faites sur la composition pétrographique du substratum et sur les mouvements de l'eau, nous permettent de tirer des conclusions sur les réactions pédologiques. Toutes les rochers sont sur ce terrain riches en calcaire. L'eau descendante provoque toujours la podsolation, avec l'appauvrissement en substances nutritives. La podsolation est plus rapide sur les sables, plus lente sur les sols riches en colloïdes, comme sur le loess. Il est curieux de constater que ce phénomène est assez intense sur la marne et plus lent sur le loess, bien que la marne soit beaucoup plus riche en calcaire. Les sols sur le loess sont médiocrement fertiles; l'eau descendante les appauvrit lentement en sels, et l'eau ascendante ne les améliore aussi que faiblement; les mouvements de l'eau y sont lents. Ce sont des sols bruns. Où l'eau est riche en carbonate de calcium, alors celles qui coulent sur la marne et sur les rochers, et qui montent dans le sol, effectuent les „rendzina“; c'est une amélioration du sol. Les sols à gros grains sont d'ordinaire podsolés par l'eau descendante; beaucoup plus rarement ils sont irrigués par l'eau ascendante, et dans ces cas ils se rapprochent des sols bruns. Plus rarement encore l'eau ascendante et riche en sels qui s'évapore à la surface du sol les rend riches en calcaire, fer-



tiles, et suffisamment humides au point de vue de la physiologie des plantes. Dans ces endroits, nous trouvons même sur les sables les plantes de la steppe.

Les mouvements de l'eau dans le sol influent aussi sur la formation de l'humus; dans les endroits qui sont lavés par l'eau descendante, il se forme un humus acide, chose bien connue. Sur le terrain exploré les sols sont en général riches en calcaire, l'humus acide se forme uniquement sur les sables profonds, seulement d'ailleurs dans les couches supérieures, et presque uniquement dans des endroits plans. Sur les sols à petites grains, ainsi sur le loess en premier lieu, nous trouvons de l'humus acide seulement dans les planes, et uniquement dans une mince couche supérieure. Ordinairement, l'eau mobile dans le sol favorise la formation d'un humus peu acide ou neutre. L'eau ascendante, surtout quand elle est riche en carbonate de calcium, est la cause de la formation d'un humus qui est neutre ou peu alcalin. Il faut souligner qu'il existe une corrélation étroite entre la quantité de l'eau ascendante et la qualité d'humus.

Il est important de constater que dans les endroits qui sont occupés par le steppe sans doute primaire et très ancienne, la couche d'humus sur la surface de la terre est presque nulle, et qu'aussi dans le sol la quantité d'humus est minime. L'humus se décompose sur les steppes plus vite qu'il ne s'y forme. Dans les steppes qui occupent des terrains couverts autrefois par des forêts, la couche d'humus est parfois assez épaisse, mais elle est d'origine forestière et s'amincit lentement sous la végétation steppique. En général, la formation d'humus neutre ou alcalin est due à la quantité d'eau ascendante et à la quantité de calcaire qu'elle renferme.

L'aspect, la composition et l'influence de l'humus sur la végétation est dans les détails très variable, suivant leurs réactions, la présence de divers minéraux, l'humidité et le mouvement de l'eau dans le sol. Il est curieux de constater que la composition de l'humus dépend très peu de la composition de la végétation, alors de litière forestière. Quand l'eau descend dans le sol, l'humus acide se forme aussi bien avec les feuilles des arbres foliacés qu'avec celles des conifères; l'eau ascendante et riche en calcaire favorise la formation d'humus neutre, même dans les forêts de pins.

L'eau descendante provoque dans les sols qui sont riches en calcaire, des phénomènes parfois très curieux. Les couches supérieures du sol deviennent acides et pauvres en substances nutritives, et sont couvertes d'une couche l'humus acide; à une petite profondeur elles sont riches en calcaire, fertilés, et l'humus est neutre. Ces circonstances entraînent une végétation complexe; les plantes qui sont enracinées peu profondément, sont oligotrophes et acidiphiles, les grandes herbes et les arbustes qui s'enracinent plus profondément, appartiennent à des plantes calciphiles,

eutrophes et parfois même propres aux steppes. Il existe aussi des endroits où à la végétation oligotrophe et acidiphile se mêle une végétation forestière qui s'enracine dans les couches peu profondes et riches en colloïdes, ainsi que des arbustes et des grandes herbes très calciphiles. Dans les endroits qui sont irrigués par l'eau ascendante et fertile, une telle composition complexe de la végétation est impossible. Le même substratum peut devenir tout-à-fait différent suivant les circonstances diverses de l'irrigation, et nourrir une végétation très variée au point de vue de l'écologie des plantes.

Il existe un substratum assez particulier sur le territoire que j'ai exploré; les sols y sont très riches en humus alcalin; il se forme dans les vallées étendues mais peu profondes au nord de la limite de Podolie. Ces vallées sont très irriguées par l'eau qui provient des fontaines qui jaillissent sur la marne et qui est alors riche en calcaire et en substances nutritives. Le terrain étant presque plan, fait que l'eau se coule très lentement, et que le sol y est très fertile et humide. Dans les bas fonds, croissent les aulnaies, les chênaies dans les endroits peu élevés et moins humides, et les ormaies sur les sols qui le sont médiocrement. La végétation herbacée est luxuriante, très dense et elle atteint la hauteur d'un homme. La litière, des feuilles et des tiges des plantes, ainsi que les débris d'animaux forment une grande quantité d'humus, atteignant parfois une couche d'un mètre d'épaisseur. Cette production est favorisée par l'abondance des sels nutritifs contenus dans l'eau, et par son écoulement très lent. Le sol est encore enrichi par des particules minérales apportées par les vents.

Les phénomènes qui viennent d'être décrits, la réaction du sol, le relief de la surface du sol, l'évaporation ou l'écoulement de l'eau ascendante, les influences du climat, des animaux, de l'homme, ainsi que d'autres, parfois aussi très importantes, forment le milieu écologique des diverses stations pour des plantes. Il en existe toute une série; on peut cependant en distinguer parmi elles quelques unes qui sont très saillantes et bien typiques pour le terrain en question. La végétation s'adapte à ces stations et elle constitue les formations qui leur sont parallèles. Leur description est le but principale de ce travail.

La description des stations est différente de celles qui sont ordinairement décrites dans les travaux écologique et géobotaniques. Nous ne pouvons nous baser sur la pédologie, parce que nous voyons que dans le même type de sol, ou dans le même endroit peuvent croître la forêt ou le steppe, ni sur la quantité de l'eau dans le sol, parce que la même irrigation peut effectuer pour les plantes des conditions tout-à-fait différentes. Une petite quantité d'eau peut irriguer suffisamment le substratum, spécialement quand elle afflue constamment; dans d'autres conditions, un sol

humide peut être sec pour la végétation. Il est nécessaire de baser la différenciation des stations sur la végétation même, et ensuite de chercher quelles sont les conditions écologiques qui influent sur une telle disposition des plantes dans la nature.

Sous le nom de station phytoécologique, je comprends tous les facteurs extérieurs qui en dehors des plantes influent sur leur vie et sur leur distribution. Une telle conception des stations nous enseigne qu'un même degré de ressemblance dans la végétation témoigne aussi d'une même ressemblance des facteurs écologiques. Sont seuls importants, les facteurs écologiques d'une même composition, qui ont la même influence sur des groupes composés d'une même végétation. Les facteurs qui varient quand la végétation est la même, n'ont évidemment aucune influence sur les plantes. Cette méthode de travail nous permet non seulement de trouver des facteurs écologiques importants, mais aussi de les ranger d'après la valeur qu'ils ont pour les plantes. Les facteurs singuliers peuvent avoir une importance variable pour des espèces particulières de plantes, et même, les exigences des espèces particulières sont ordinairement différentes en présence de facteurs écologiques différents.

Une telle conception des stations présente un danger méthodique, car les conditions écologiques sont déterminées par la végétation même. Nous pouvons cependant chercher et étudier ces facteurs par les méthodes expérimentales, et trouver s'ils influent ou non sur la présence ou l'absence de chaque espèce. C'est aussi la méthode de l'analyse écologique spéciale qui sera illustrée dans la prochaine partie de cette monographie par un grand nombre d'exemples; c'est une hypothèse qui est vérifiée aussi par les autres méthodes.

Les stations écologiques sont décrites dans ce travail d'après les formations et les associations des plantes qui sont différenciées par la méthode de l'analyse différentielle élaborée par J. Czekanowski.

Les rochers qui sont couverts d'une végétation des steppes représentent une station singulière, exposée à tous les facteurs climatiques, parce qu'elle est élevée et non ombragée; elle est formée de grès, assez riche en calcaire et comprend d'autres substances nutritives pour les plantes. La couche du sol qui la recouvre, est mince et composée de gros grains, pauvres en substances colloïdales et en humus. Le substratum semble être très sec; cependant les fissures des roches enmagasinent de l'eau pour les plantes profondément enracinées, et dans les fissures découle l'eau de l'intérieur des montagnes, et fournisse ainsi quantité suffisante d'humidité. Les couches supérieures du sol sont assez lavées des sels nutritifs par la pluie; elles sont peu fertiles, acidifiées et sèches. A une faible profondeur elles sont cependant alcalines ou neutres et très fertiles. Au con-

tact du sol avec le rocher il se forme une souche assez humide. Sur ces rochers croît une végétation riche et complexe; les petites herbes oligotrophes et même acidiphiles s'enracinent dans les couches superficielles, les herbes médiocres appartiennent à la végétation steppique et peu xérophile, les herbes plus grandes croissent dans les fissures et sont des vraies hygrophytes. Les pentes rocheuses sont souvent bien irrigués par l'eau qui coule des fissures, et en ce cas, elles sont privées de xérophytes; au contraire, des petits rochers isolés sont couverts d'une végétation xérophile.

Sur ces roches nous trouvons plusieurs plantes rares, propres aux steppes, les autres sont des vulgaires espèces épilithiques. Cette végétation est la plus ancienne dans ce terrain, et vraisemblablement elle habite les rochers depuis l'époque anté-diluvienne.

Une station semblable à celle des rochers, se retrouve sur les grès mêlés au sable à gros grain, provenant des rochers par l'action des facteurs atmosphériques. Sa composition diffère peu de celle des rochers, il est cependant d'ordinaire moins fertile, sans horizon humide à l'intérieur et sans affluence d'eau. Même une forte insolation ne provoque qu'un faible mouvement ascendant de l'eau, et celle-ci s'évapore dans la couche assez profonde du sol. Sur un tel substratum nous ne trouvons que des plantes xérophiles, tandis que les grandes herbes hygrophiles, ainsi que les arbustes et les arbres manquent complètement. Elles sont souvent assez calciphiles et propres aux steppes.

Les sables forment une autre station assez riche en calcaire, sinon ils n'auraient pu être pas transportés par l'eau ou par les vents. A fur et à mesure que nous nous éloignons des pentes de la Podolie, elles deviennent de plus en plus pauvres en calcaire. La végétation sur ces sables est presque typiquement steppique au pied du plateau Podolien, et devient parallèlement de moins en moins calciphile, pour représenter enfin un simple composition des plantes sur sables oligotrophes. Sur ceux-ci, se développe une végétation forestière, qui est meso- ou oligotrophe. Après la dévastation des forêts, l'insolation provoque l'ascension de l'eau, quand elle est riche en calcaire et s'évapore, elle rend le sable riche en sels nutritifs et en calcaire. C'est pourquoi une végétation steppique et xérophile y trouve une station appropriée. Les mêmes sables quand ils sont ombragés, perdent leurs sels par l'action de l'eau des pluies, et une végétation forestière en occupe alors la place. Ces changements sont possibles seulement sur les sables riches en calcaire, sur les autres, croît toujours une végétation oligotrophe et xérophile. Les conditions climatiques influent sur la composition de la végétation, en premier lieu par les changements chimiques du substratum.

Les sables riches en calcaire sont presque toujours secs; la couche humide est profonde ou manque complètement, et l'insolation forte y provoque un échauffement intense. La végétation n'y est pas trop xérophile; évidemment les sels minéraux fournissent aux plantes assez de substances nutritives dans une petite quantité d'eau. Les vraies xérophytes se trouvent seulement sur les sables acidifiés et pauvres en sels. Beaucoup d'espèces cherchent l'eau dans le sous-sol par leurs racines, parfois très longues.

Les marnes sénoniennes forment sur la limite de la Podolie la station la plus remarquable. La végétation qui les recouvre, est le plus souvent très riche. Dans les circonstances primaires, la marne était couverte par les forêts, et seule sur les pentes très ardues, exposées au sud et à l'ouest, vivait une flore steppique. Il faut souligner que l'arbre dominant sur les pentes de la marne, même dans l'exposition sud, était le hêtre; il existe encore quelques fragments de hêtraies sur ce terrain, avec une végétation herbacée mixte, forestière et steppique. Après la coupe de ces forêts, c'est la végétation steppique qui en occupe les pentes; elle est semblable à celle qui garnit les rochers, mais plus luxuriante, plus riche en espèces et ordinairement plutôt hygrophile.

La marne sénonienne est très riche en carbonate de chaux, on y trouve aussi du phosphore et de la potasse (voir la table sur la page 239). Une grande quantité de chaux empêche l'appauvrissement du sol par la pluie, la pénétration de l'eau est impossible car la marne est presque imperméable; l'insolation provoque d'un autre côté un mouvement ascendant de l'eau. C'est pourquoi le sol est fertile. Dans la couche la plus superficielle il peut l'être moins, car l'irrigation des pentes peut varier beaucoup, selon les circonstances. Du degré d'irrigation dépend aussi la quantité d'humus qui est d'origine forestière. Dans les endroits très secs il manque souvent complètement, dans ceux qui sont plus humides il forme une couche distincte à la surface de la terre, et se trouve aussi dans le sol même.

Les élévations isolées et les parties supérieures des pentes sont les plus sèches, l'écoulement de l'eau provenant des dépôts plus profondes manque complètement, et les pluies ont appauvri en sels les parties supérieures du sol. Nous trouvons sur ces endroits une végétation steppique et rarement aussi entremêlées quelques espèces vulgaires dans les prairies. Bien que les conditions soient sans doute très xéothermiques, nous ne constatons sur ces stations que peu d'espèces seulement qui soient typiques pour les steppes. La plante dominante est *Koeleria gracilis*. Dans les parties plus basses des pentes, l'affluence de l'eau se manifeste des couches plus profondes du sol, partiellement sous l'influence de la pression hydrostatique et par suite d'une forte insolation. Elle est particulièrement remar-

quable au-dessus des filets d'eau, même quand on les distingue à peine, à cause de l'évaporation rapide de l'eau. Leur influence sur les plantes est cependant très grande, car l'eau enrichit ainsi le sol en sels, et empêche leur appauvrissement par les pluies. La quantité d'humus est remarquable sur ces parties des pentes; le steppe est toujours typique et riche et représenté par des espèces au moins en partie meso- et hygrophiles; on y voit rarement des plantes des prairies.

Le bas des pentes est d'ordinaire très bien irrigué par l'affluence de l'eau provenant de l'intérieur des montagnes et partiellement aussi par celle qui s'écoule sur elles. La quantité d'humus est grande et forme ainsi une couche distincte sur la surface du sol. Une abondante irrigation des pentes plus basses entraîne un appauvrissement du sol, surtout dans leurs couches superficielles. La végétation est luxuriante; elle se compose de plantes qui sont ordinairement considérées comme typique pour les steppes et comme „xérothermiques“. Elles sont en réalité souvent très hygrophiles; les plantes moins calciphiles y sont aussi plus nombreuses. Sur les pentes très raides jusqu'à leur base, la végétation est dans toute la hauteur d'ordinaire mésophile et typiquement steppique.

Les sols qui reposent sur les dépôts au fond des vallées sont riches en humus. Chez nous on les nomme „borowina“. Pour les décrire, il faudrait effectuer des recherches tout-à-fait spéciales; ils sont en tout cas riches en humus neutre ou alcalin. d'une couleur presque noire. Desséchés, ils forment une masse granuleuse; très sèches ils sont semblables à la suie. Ils sont riches en débris minéraux, avec de nombreux grains blanc provenant de la marne; l'épaisseur de ces dépôts atteint souvent 0.5 mètres ou plus encore. Dans les temps primaires, leur composition était sans doute très homogène, seulement, au fur et à mesure qu'ils s'éloignaient de la Podolie, il deviennent de plus en plus pauvres en sels et en chaux.

La dévastation des forêts a causé un profond changement dans ces dépôts qui sont meubles; l'érosion a y provoqué profonds sillons, et l'évaporation de l'eau est devenue très abondante par le fait. C'est pourquoi dans quelques endroits, spécialement au voisinage des fontaines sur la marne, on constate enrichissement des sels, conséquence de l'évaporation, tandis que dans d'autres les pluies et les eaux stagnantes les ont enlevés, aidées en cela par l'abondance de l'eau. De la voisinage des champs cultivés les eaux et les vents apportent des débris minéraux, soit riches, soit pauvres en chaux et en sels nutritifs. C'est pourquoi le substratum autrefois très uniforme et fertile a beaucoup varié. La végétation a aussi beaucoup changée: dans quelques endroits elle se rapproche de celle des tourbières, dans d'autres à de celle des prairies, et dans les places très enrichies en chaux, irriguées par l'eau ascendante et par l'éva-

poration, quelques espèces propres aux steppes y trouvent des conditions favorables pour la vie.

Les stations décrites ici appartiennent à des sols calcaires, soit par leur richesse en carbonate de chaux, soit à cause de l'ascension et de l'évaporation d'eaux riches en sels. A ces stations se rapportent, du moins en partie, de celles qui situées sur les pentes sont formées de sable riche en chaux. Au bas de ces pentes se trouve la marne, sur laquelle se sont déposées les couches épaisses de sable. L'eau des pluies les pénètre, elle s'accumule au contact de la marne, et s'écoule vers les pentes. Quand la quantité d'eau est très petite, elle s'évapore dans les couches assez profondes du sol et n'arrive pas à la surface même. Les couches superficielles sont alors privées de sels par l'eau descendante, tandis que les couches plus profondes en sont plutôt enrichies. Ces divers états dépendent au plus haut degré des conditions locales. Le plus souvent ces stations qui semblent être très sèches, sont cependant assez humides pour les plantes dans des couches plus profondes à cause de l'affluence d'eau fertile. Les couches superficielles sont parfois même enrichies en sels quand elles sont exposées à l'insolation, sur les réserves d'eau, au dessus de la couche de marne; dans ce cas, elles sont aussi assez fertiles et plus humides. Sur ces pentes se trouvent des forêts variées et suivant la mode d'irrigation: la couche herbacée est complexe. Les espèces qui sont enracinées dans les couches supérieures sont plutôt xéro- et acidiphiles, celles qui s'enracinent profondément et se développent pendant de l'été, sont plutôt propres aux steppes. Parmi les plantes de printemps nous trouvons aussi des espèces propres à des forêts eutrophes, car à ce moment, ces pentes sont relativement bien irriguées.

Les sols podsolés sont une antithèse des sols calcaires. Le facteur principal qui domine dans les premiers, consiste dans le mouvement descendant de l'eau. Sur les sols profondément perméables, en premier lieu sur les sables, sans couche humide, la podsolation se poursuit profondément: nous trouvons là une végétation oligotrophe et xérophile, appartenant, ordinairement dans les pineraies, à végétation acidiphile, à la famille des *Ericacées* qui ne se rencontre chez nous que sur les dunes.

Les sables et les autres sols podsolés qui se trouvent dans la région qui nous avons étudié, sont le plus souvent peu profonds, et le sous-sol est formé par la marne; à son contact il se forme une couche plus humide et plus fertile, et les parties superficielles sont sèches et acides. Dans les plaines, l'eau descend facilement dans les dépôts très perméables, et même une forte insolation effectue une faible ascendance de l'eau. Les colloïdes du sol sont mobilisés, le pénètrent et forment une couche imperméable au-dessus du sous-sol de la marne. Les mouvements horizontaux

sont presque impossibles sur les plains, mais les élévations à peine perceptibles sont la cause l'un écoulement de l'eau vers les dépressions. Ce mouvement est favorisé par l'hydrophobie du sol, par sa grande perméabilité, et par une petite quantité de colloïdes. La capacité de ces sols pour l'eau est faible, et c'est pourquoi ils sont parfois très secs dans les couches superficielles.

La végétation sur ces sols est assez particulière et très différenciée. L'étage des arbres dépend de la profondeur des couches humides: Sur les sols profonds croît le pin et sur ceux qui ont la couche humide peu profonde, toujours le chêne (*Quercus robur*). Le mouvement de l'eau favorise les autres arbres foliacés; les arbustes manquent d'ordinaire car ils exigent une irrigation abondante, les plus souvent par l'eau mobile. L'étage herbacé est complexe et souvent très singulier; les plantes qui s'enracinent dans les couches superficielles sont acidiphiles et oligotrophes, les grandes herbes atteignent le sous-sol qui est riche en calcaire et est plus humide, et elles sont souvent bien hygrophiles et calciphiles. Sur les sols qui sont plus riches en argile et en colloïdes, nous trouvons régulièrement les espèces qui sont propres aux forêts mesotrophes ainsi que celles des prairies. Sur les élévations du terrain croissent presque toujours des plantes xérophiles, et dans les dépressions, souvent celles qui sont très hygrophiles, d'autres espèces encore vivent sur les filets d'eau. Au contact de diverses couches, il se forme une mosaïque de plantes des steppes, des prairies et des forêts meso- et oligotrophes. Parfois nous trouvons un ensemble d'espèces très diverses au point de vue de l'écologie des plantes, comme par exemple *Vaccinium myrtillus* à côté de *Linum flavum* et d'*Adonis vernalis*. Cette mosaïque ne peut s'expliquer qu'en se basant sur les conditions hydrologiques et sur la connaissance des divers facteurs qui se jouent dans le sol.

Un groupe de stations spéciales se rencontre sur les sols à petits grains et riches en colloïdes. Les forêts typiques y croissent, et quand elles sont coupées, ce sont des prairies qui les remplacent. Le facteur décisif pour ces stations semble être une irrigation médiocre mais stable. Elle est causée dans les argiles par une grande adhésion de l'eau aux particules colloïdales, dans des autres sols par des circonstances particulières de l'irrigation, par exemple par une constante affluence d'une eau médiocrement fertile.

Les forêts se trouvent sur le terrain exploré le plus souvent sur le loess, plus rarement sur les marnes et sur les sables. Le loess nous intéresse ici surtout; ses dépôts étaient autrefois vraisemblablement homogènes au point de vue chimique, aujourd'hui ils sont fortement différenciés, surtout au point de vue de la quantité du calcaire; ce sont



les mouvements de l'eau qui en sont cause. Dans les temps primaires, les dépôts de loess étaient couvertes de forêts, le sol était privé de l'insolation et le mouvement de l'eau était descendant. Seulement, sous la pression hydrostatique, l'eau s'écoulait par endroits sur les pentes. Les sols dans les forêts doivent être divisés au point de vue de la fertilité en tels qui sont irrigués par l'eau lentement descendante et sont alors lentement lavés de leurs sels, et ceux qui sont toujours enrichis par l'eau ascendante. Ce sont les mouvements qui reglent ainsi la composition, la réaction et la quantité d'humus.

Les stations les plus fertiles dans les forêts se trouvent aux endroits humides et non acidés qui sont irrigués par l'eau ascendante ou qui coule le long des pentes, ainsi qu'aux celles qui se trouvent dans les dépressions, dans les endroits assez plans et dans les parties inférieures des pentes sur la marne. Ces stations sont couvertes d'une luxuriante végétation où manquent les espèces oligotrophes; elle est d'ailleurs assez pauvre en espèces.

Les pentes du loess son irriguées par l'eau qui coule lentement; comme elle est faiblement acide, elle cause l'appauvrissement du sol. Nous trouvons là une végétation monotone des herbes forestières vulgaires et oligotrophes. Les élévations sont les plus lavées, et par le fait, elles ont une végétation la plus oligotrophe et la plus pauvre en espèces. Un écoulement faible de l'eau amène en général un enrichissement du substratum en sels, et une végétation plus abondante et plus variée. Un écoulement plus abondant provoque cependant l'enlèvement des sels minéraux solubles, et comme consequence l'augmentation de l'absorbtion de l'eau. Dans ce cas sur un substratum bien humide croissent des plantes oligotrophes et souvent xérophiles.

Dans ces stations la perméabilité du sous-sol joue un rôle important. Sur les sols profonds et perméables, l'eau descend sans obstacle, lave le sol, une zone plus fertile ne se forme pas, ou elle se trouve alors trop profondément. La végétation est alors pauvre, monotone et oligotrophe. Les sous-sol rocheux et imperméable favorise la formation d'une zone humide et plus fertile; aux plantes vulgaires et oligotrophes, enracinées dans les couches supérieures, se joignent les grandes herbes qui par leurs racines longues se nourrissent de la couche humide; certaines de ces plantes croissent quand la couche humide est irriguée par l'eau stagnante, les autres quand l'eau est mobile.

D'autres facteurs importants sont formés par la composition des minéraux qui proviennent des rochers, et aussi par la réaction de l'eau qui coule ou qui forme la couche humide. La combinaison de ces facteurs, le

degré de leur intensité, modifient le sol dans les forêts, et celles-ci modifient à leur tour la végétation: cause les diverses associations des plantes qu'on y observe.

Il n'y a aucun doute que la végétation même modifie beaucoup le substratum; ces questions ne sont pas traitées dans ce travail à fond. Sans répéter des choses bien connues, je peux cependant, faire une observation assez importante: la composition spécifique des étages particuliers de la végétation n'a qu'une faible influence sur la formation du sol et de l'humus. Les sols fertiles sont enrichis par la végétation, et ceux qui le sont peu, deviennent encore plus mauvais pour les plantes par suite de l'humus acide, et de l'enlèvement des sels et des colloïdes. Ces faits tendent le plus souvent à améliorer ou à appauvrir le substratum, et finissent par un „climax“. Celui-ci n'est pas provoqué ni par le climat, ni par la végétation même, mais par les réactions qui se jouent dans le substratum.

Le climat et son influence sur la végétation ne sont traités dans ce travail que d'une manière comparative. Je n'ai pu trouver dans le terrain en question aucune influence directe du climat à ce sujet, et c'est en dépit du fait que ce territoire se trouve au centre même de l'Europe, sur les confins des steppes, des forêts oligotrophes et d'eutrophes, et à la limite de l'aire du hêtre, du pin et de beaucoup de plantes herbacées, en premier lieu des *Ericacées* et des *Lycopodiacées*, et ceci bien que climats locaux soient très fortement différenciés, selon l'exposition des pentes et de l'exposition aux vents. Il faut souligner qu'à la limite du hêtre, du pin et d'autres plantes, le climat ne montre aucune influence sur leur distribution. Ce sont le plus souvent les modes d'irrigation du sol et non pas l'aire qui jouent en ce cas un rôle décisif.

Une faible dépendance des plantes du climat est d'ailleurs dans nos conditions climatiques facile à comprendre. Toutes les observations montrent que beaucoup plus importante pour les plantes sont l'affluence, la réaction et la composition de la solution nutritive dans le sol, et beaucoup moins leur évaporation qui dépend du climat. Sur un substratum bien irrigué, une forte évaporation est plutôt avantageuse pour les plantes. Sur la limite de la Podolie, la steppe trouve les meilleures conditions dans le climat qui est „xérotémique“, mais toujours sur un sol riche en calcaire et assez humide. Dans les conditions xérotémiques mais sur un sol qui est pauvre en chaux, nous ne trouvons pas une seule plante propre aux steppes, car les plantes steppiques croissent bien sur les sols très humides, et même sur les pentes exposées au nord mais seulement quand ils sont riches en chaux.

Nous avons constaté dans un des chapitres précédents que l'irrigation du sol dépend plutôt de l'affluence de l'eau que de l'abondance des

pluies. Cette affluence se manifeste très souvent loin de lieu de la précipitation de l'eau atmosphérique, et souvent après des semaines et même de mois après la pluie. Il est vrai qu'une forte insolation cause l'ascension de l'eau dans le sol, et améliore l'irrigation dans les lieux où domine le steppe. Une insolation seule, qui dessèche seulement le substratum, par exemple sur les sables oligotrophes ou sur le loess, ne favorise dans aucun cas la végétations des steppes. La recherche de l'influence du climat sur les plantes, sans avoir connaissance des modifications qui ont lieu dans le sol, de l'hydrologie du terrain et de l'écologie des plantes particulières n'a chez nous presque aucune raison. Le climat influe sur la végétation moins par la voie directe que par son action sur le sol, et médiocrement sur les plantes. Cette action est très différente dans les diverses formations du sols, et le même facteur peut avoir une influence des plus variées.

Le climat sur la limite septentrionale de la Podolie est très différencié, et les climats locaux (microclimats) dominant sur le climat général. Sur les pentes nues et sud, il ressemble à celui des steppes de l'Europe orientale. et sur celles qui sont exposées au nord, dans les vallées étroites et humides à celui de l'Europe occidentale. En conséquence, sur certaines des pentes de la même petite montagne croissent les plantes qui sont typiques pour les steppes, par exemple l'*Avena Besseri*, *A. Schelliana*, *Stipa pennata* et *S. capillata*, *Echium rubrum*, *Adonis vernalis* etc., sur d'autres des forêts humides avec la strate arbuste composée d'hygrophytes, telles par exemple que l'*Aspidium Braunii*, *Impatiens noli-tangere*, *Scopolia carniolica*, et parfois des plantes propres aux montagnes, comme l'*Aspidium lonchitis*, *Lunaria rediviva*, *Pleurospermum austriacum* et d'autres encore.

Malgré une telle différenciation du climat, nous ne pouvons constater aucune corrélation entre celui-ci, et la distribution des arbres qui sont le plus exposés à l'influence des facteurs climatiques; même le hêtre, qui doit caractériser le climat océanique, croît sur les pentes exposées au sud, sous le climat le plus continental. L'altitude et l'influence continentale du climat qui s'accroît vers l'orient, ne se reflète point dans la distribution des arbres. Les formations des plantes sont plus sensibles au climat que les plantes particulières, mais l'influence de celui-ci varie avec les divers substratum. Sur les sols profonds et homogènes, la même végétation forestière se développe dans des circonstances climatiques les plus variées, et se compose toujours des mêmes espèces. Seulement sur les sols riches en chaux avec un sous-sol rocheux, nous trouvons soit la végétation steppique soit la végétation forestière. Sur les roches, les sables et les marnes, la forêt devient moins touffue sur les pentes exposées au sud, et les espèces propres aux steppes se mêlent à celles des

forêts. Après la coupe des arbres, l'insolation cause l'ascension de l'eau, leur évaporation et l'enrichissement du sol en chaux; les espèces forestières fuient ces endroits, et la steppe les occupe entièrement. Seulement les élévations trop ardues et rocheuses, où des arbres ne peuvent pas s'enraciner, et où l'affluence de l'eau est impossible, règne la steppe typique. Aussi parmi les forêts, même dans les dépressions et les endroits plants, où le rocher nue et riche en chaux est dur et imperméable aux racines des arbres, et ne leur permet pas de trouver des stations appropriées, la roche est garni d'une végétation steppique, bien que le climat y soit humide et le sol bien irrigué. Elle croît dans les endroits mêmes qui sont ombragés et ce n'est pas alors que les circonstances causées par les facteurs du sol peuvent favoriser telle où telle une autre végétation.

### Conclusions générales

L'analyse de la végétation sur la Podolie, qui se trouve au centre même de l'Europe, aux confins de la végétation steppique et forestière, effectuée aussi pendant des recherches dans les champs, ainsi que celle de la distribution des espèces spéciales sur le tableau des relevés ordonnés selon la méthode de l'analyse différentielle de Czekanowski, nous enseigne que les méthodes de recherches dans l'écologie des plantes et dans la géobotanique qui étaient adoptées jusqu'à ce jour, ne répondent pas aux exigences de la science. La recherche de la végétation seule, ou des facteurs écologiques particuliers sur la végétation, par exemple du climat, de la lumière, de l'irrigation, de composition chimique et de la structure physique, de la réaction du sol — est peu féconde; elle ne nous dirige que très lentement au but; et elle ne nous permet pas le plus souvent de trouver les lois générales qui régissent la distribution des plantes. Ce sont même souvent des recherches vaines.

On ne peut pas débiter par la recherche des facteurs écologiques parce que le même facteur peut effectuer les résultats le plus divers. La distribution des plantes dépend des facteurs qui n'étaient pas le plus souvent, pris en considération; cette distribution semble être soit accidentelle, soit causée par des facteurs historiques ou biotiques, dont nous ne savons que peu de choses. Nous nous imaginons l'influence des facteurs écologiques particuliers le plus souvent d'une manière tout-à-fait erronée, distribution des plantes dépend des facteurs qui n'étaient pas le plus quand nous croyons les trouver, et que nous décrivons par exemple des plantes ou des associations de plantes „xérotérmiqes“ alors qu'elles sont bien souvent hygrophiles et peu sensibles à la température.

L'analyse plus profonde de l'écologie des espèces particulières, et de leur dépendance des facteurs écologiques, nous enseigne que la fertilité du sol est la plus importante pour les plantes. Certains seulement des facteurs écologiques se reflètent dans la végétation, et influent immédiatement ou médiatement sur la fertilité du sol; tels facteurs réagissent sur la végétation seulement quand ils sont très intensifs. Un facteur seul ne joue pas sur la limite de la Podolie, où ceux-ci sont très différenciés et forts — là où se trouvent les steppes, les forêts oligotrophes, mésotrophes et eutrophes, très humides ou très sèches, les prairies et les tourbières, ces dernières seulement rares, là où le climat est très différencié, où les sols sont alcalines, riches en chaux, soit encore fortement podsolés, la marne, les sables, les argiles et le loess — n'ont aucune influence directe sur la végétation. Le plus intense dessèchement ne peut introduire seul une végétation steppique. L'acidification du sol même très forte n'est encore la cause qui provoquerait une végétation acidiphile et oligotrophe. L'inondation même très forte n'exclue encore le chêne de la forêt. La litière du chêne, de hêtre et même du charme, ne se change pas toujours en humus fertile et neutre, et les feuilles des arbres conifères peuvent donner naissance à un humus neutre ou alcalin.

Tous les facteurs forment un milieu écologique; chacun d'eux agit sur la végétation d'une manière très compliquée et le plus souvent médiatement. Une recherche isolée de l'influence de la température, du dessèchement du sol ou de l'atmosphère, de la réaction du sol, de sa composition en humus, et d'autres facteurs encore, est inutile dans la géobotanique. Les espèces particulières ont de exigences spéciales envers la fertilité du sol; pour les unes il doit être très fertile, pour les autres moins, il y a aussi celles qui exigent un sol qui le soit très peu. Presque chaque d'elles cherche une fertilité différente. Les unes exigent une solution de substances nutritives qui doit être faible mais qui soit abondante, les autres ne nécessitent qu'une quantité restreinte de cette solution, mais celle-ci doit alors être condensée. Les unes ont besoin de beaucoup d'oxygène et semblet-il, ce sont celles qui recherchent l'eau mobile, les autres se contentent d'une eau stagnante; les unes exigent une eau acide, pour les autres elle doit être neutre ou alcaline; d'autres enfin exercent une forte pression osmotique, tandis qu'elle doit être facilement accessible aux autres, qui croissent alors sur des sols humides ou hydrophobes.

La fertilité du sol dépend alors de nombreux facteurs, et elle est très variable. Nous pourrions probablement la préciser en nous basant sur la connaissance de la composition nutritive de l'eau dans le sol, car nous pouvons dire qu'elle est décisive pour la vie et pour la distribution des plantes de l'Europe centrale. Tous les facteurs qui influent sur la compo-

sition de cette solution exercent une influence considérable sur la végétation.

La composition de la solution nutritive, sa quantité, sa réaction et ses autres propriétés dépendent de nombreux facteurs; de la forme de la surface de la terre, de sa structure pétrographique, de la tectonique, de la circulation de l'eau, de la nature du sol et des réactions qui s'y produisent, et enfin des facteurs climatiques et biotiques. On peut deviner cette solution avec une exactitude assez proche de la réalité par la physiographie de chaque terrain; c'est une approximation si grande qu'elle est très utile pour les recherches géobotaniques. Dans ce travail nous avons essayé de montrer comment les facteurs physiographiques, en premier lieu les mouvements de l'eau se reflètent dans la fertilité du sol, dans la végétation, et dans la distribution des espèces spéciales. Nous avons trouvé que la quantité de chaux dans le substratum, ainsi que celle des sels nutritifs, et la circulation de l'eau sont les plus importants pour les plantes.

Dans le terrain sur la limite de la Podolie, nous pouvons diviser les stations en quatre groupes:

1. Les sols riches en carbonate de chaux, soit par la nature du substratum, soit par l'action de l'eau ascendante qui en renferme beaucoup. Sur ce substratum vit une végétation calciphile, c'est la région des steppes.

2. Les sols bien irrigués par l'eau riche en substances nutritives et qui contiennent beaucoup d'humus alcalin ou neutre. Sur ce substratum vivent les forêts humides et très eutrophes. Elles portent en langue polonaise le nom „łęg“ (à lire „lengue“).

3. Les sols médiocrement fertiles et toujours assez humides. Les mouvements de l'eau y sont faibles à cause d'une forte absorption par les colloïdes ou ils sont constamment médiocrement humides par suite de l'affluence de l'eau; ils sont faiblement podsolés. Sur ce substratum végètent les forêts proprement dites, mésotrophes ou assez eutrophes. En langue polonaise elles portent le nom „las“ ou „grud“ (à lire „lass“ et „groude“).

4. Les sols lavés par l'eau descendante, les podsols, sont peu fertiles et acides, au moins dans les couches superficielles. Les plantes qui les caractérisent sont par exemple les *Ericacées* et les *Lycopodiacées*. Dans la langue polonaise nous les designons „bór“ (à lire „bour“).

Les steppes, les forêts humides (łęg), les forêts proprement dites (las) et les oligotrophes (bór) constituent les formations fondamentales de la végétation dans l'Europe centrale. Il faut souligner qu'elles sont connues et nommées non pas seulement par les savants mais aussi par

la population du pays et désignées sous des noms populaires, et non pas d'autres caractéristiques, les noms d'arbres par exemple. Une même espèce appartenant à des formations différentes peut se rencontrer aussi dans l'étage des arbres; le chêne, le hêtre ou le pin peuvent se trouver également dans le „las“, dans le „bór“ et même dans les steppes, et le chêne aussi dans le „Jęg“; ces formations ont cependant une végétation particulière dans l'étage des herbes. Chaque formation a une composition floristique bien précise, sauf pour l'étage des arbres, un aspect particulier et une écologie spéciale; ils forment les véritables unités géobotaniques sur ce terrain.

Les associations constituent des unités d'un degré plus bas, dans les formations des plantes. Celles-ci sont liées aux modifications du sol, avec la composition, la réaction, la quantité d'humus, et dépendent partiellement du climat. Parfois des étages particuliers de la végétation appartiennent à diverses formations, et forment une mosaïque. Nous pouvons en général trouver des corrélations entre les facteurs écologiques et les formations des plantes; la végétation est parallèle au milieu écologique. Nous avons réussi à trouver des unités géobotaniques réelles qui sont en même temps caractérisées par leur composition floristique, par les facteurs écologiques, et même par leur physiologie. Nous avons aussi trouvé des vrais facteurs écologiques que nous pouvons apprécier justement et ranger selon leur importance pour les plantes.

J'ai travaillé jusqu'aujourd'hui avec des méthodes physiographiques qui ne sont seulement que comparatives; ces méthodes de recherches qui se basent seulement sur la physiographie sont possibles et fécondes dans des circonstances favorables, telles qu'elles se rencontraient sur la limite de la Podolie. Nous avons pu déterminer avec un grand degré de vraisemblance les propriétés spéciales de l'eau, du sol et du climat; dans les circonstances écologiques moins nettes, la méthode physiographique est dangereuse; il faut l'approfondir alors par des mesures plus précises et par l'étude des facteurs écologiques. Nous pensons que des recherches sur la végétation par les méthodes statistiques de Czekanowski et des conditions écologiques par celle de l'analyse causale, basée sur les mesures nombreuses et précises des facteurs écologiques, sont les règles fondamentales qu'il faut suivre pour l'étude de la géobotanique.

