

JÓZEF MOTYKA

**O celach i metodach badań
geobotanicznych**

**Sur les buts et les méthodes des recherches
géobotaniques**

LUBLIN

NAKŁADEM UNIWERSYTETU MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ
Z ZASIŁKU PREZYDIUM RADY MINISTRÓW

1947

WYDAWNICTWA

Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.

1946. — *Roczniki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej*

Dział A. Matematyka, fizyka i chemia.

Dział B. Geografia, geologia, mineralogia i petrografia.

Dział C. Nauki biologiczne.

Dział D. Nauki lekarskie.

Dział E. Nauki rolnicze.

Dział F. Nauki filozoficzne i humanistyczne.

W sprawach wymiany wydawnictw proszę adresować:

Biuro Wydawnictw Uniwersytetu M. C. S.

Lublin, Plac Litewski 5.

PUBLICATIONS

DE L'UNIVERSITÉ MARIE CURIE-SKŁODOWSKA

LUBLIN, POLOGNE.

1946. — *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska.*

Sectio A. Mathématique, Physique et Chimie.

Sectio B. Géographie, Géologie, Mineralogie et Petrographie.

Sectio C. Biologie.

Sectio D. Médecine.

Sectio E. Agriculture.

Sectio F. Philosophie et Lettres.

Pour tout ce qui concerne l'échange des publications s'adresser:

Bureau d'Édition de l'Université M. C. S.

Plac Litewski 5, LUBLIN, Pologne.

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

SUPPLEMENTUM I

SECTIO C

1947

JÓZEF MOTYKA

**O zadaniach i metodach badań
geobotanicznych**

**Sur les buts et les méthodes des recherches
géobotaniques**

LUBLIN
NAKŁADEM UNIWERSYTETU MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ
Z ZASIŁKU PREZYDIUM RADY MINISTRÓW

czas. 4062/1 dodat./1.

Druk. „Sztuka” Zrzesz. Robotn.
Lublin, Kościuski 8, tel. 23-60.
A-11444.



1947 D. 2391

SPIS RZECZY
TABLE DES MATIÈRES

	str. pages
Przedmowa	V
Słowo wstępne	1
Rozkwit współczesnej geobotaniki	5
Trudności badań geobotanicznych	7
Systematyka a geobotanika	20
Metody badań geobotanicznych	22
Kierunek florystyczny	24
Kierunek ekologiczny	27
Kierunek socjologiczny	32
Zakres i zadania geobotaniki	39
Metoda korelacji współczynników	43
Opis metody Czekanowskiego	49
Opracowanie tablicy głównej	53
Obliczanie sum podobieństwa	54
Obliczanie współczynników podobieństwa	57
Porządkowanie zdjęć według współczynników podobieństwa	59
Ogólna analiza tablicy współczynników podobieństwa	60
Ogólna analiza ekologiczna	64
Skojarzenie gatunków w przyrodzie	65
Obliczanie współczynników skojarzenia	67
Ogólna analiza współczynników skojarzenia	69
Analiza ekologiczna współczynników skojarzenia	74
Metoda analizy szczegółowej	75
Zagadnienia ekologii szczegółowej	77

	str. pages
Klimat, czy podłoże?	79
Czynniki glebowe	85
Zagadnienia pospolitości i rzadkości roślin	105
Piętrowość zbiorowisk roślinnych	113
Zagadnienie istoty zespołu roślinnego	121
Szczegółowa analiza ekologiczna gatunków	131
Analiza geograficzna szaty roślinnej	138
Zestawienie	142
Résumé	145

Przedmowa

W roku 1935 przystąpiło Polskie Towarzystwo Przyrodników im. M. Kopernika do możliwie wszechstronnego zbadania północnej krawędzi Podola. W tej zespołowej pracy podjąłem się opracowania geobotanicznego tego obszaru. Przeprowadzałem je w ciągu pięciu lat, aż do wybuchu wojny, wykonując kilkadziesiąt wycieczek jedno- lub parodniowych oraz w czasie kilkutygodniowego corocznie pobytu w najciekawszych miejscach tego obszaru, w okolicach Złoczowa, Krzemieńca, Brodów, Szumska i Kozina, gromadząc zbiory zielnikowe, spostrzeżenia florystyczne i zdjęcia socjologiczne. W pierwszym roku kierował badaniami prof. dr St. Kulczyński, później prowadziłem je przy pomocy młodszych kolegów; większą jednak część pracy wykonałem sam. Opracowanie zebranego materiału przeprowadziłem w ciągu wojny, a wykończyłem w Zakładzie Systematyki i Geografii Roślin U. M. C. S. w Lublinie.

Pod krawędzią Podola rozumiem dość wąski pas, ciągnący się od Lwowa po Szumsk, a więc i południową część Roztocza, obejmujący właściwe zbocze krawędzi i kilku lub kilkunastokilometrowy pas jego przedpola, leżący właściwie już na Nadbużu. Zaplecze krawędzi, czyli obszar leżący na południe od niej, mogłem uwzględnić tylko w bardzo małym zakresie. Ograniczanie się do samej krawędzi nie byłoby w pracy geobotanicznej korzystne, brakło by bowiem cennego materiału porównawczego.

Pierwotnym moim zamiarem było opracowanie tego obszaru zwykle obecnie używanymi metodami socjologii roślin. Dopiero w czasie badań rozwinął się temat do rozmiarów dużej rozprawy. Przyczyniły się do tego dwie okoliczności: z jednej strony zastosowanie ścisłej metody analizy różniczkowej Prof. J. Czekanowskiego, z drugiej niezwykle wdzięczny pod względem geobotanicznym teren. Idąc za radą Prof. St. Kulczyńskiego zastosowałem przy wyróżnieniu zbiorowisk roślinnych wspomnianą metodę. Samo to nie dało jeszcze wiele, poza możliwością obiektywnego wyróżnienia formacji i zespołów roślinnych; dopiero obliczenie współczynników skojarzenia gatunków pozwoliło zgłębić zagadnienie i wysnuć wiele bardzo cennych wniosków. Po przeliczeniu współczynników podobieństwa — po trzech latach pracy — ustawieniu zdjęć i gatunków na uporządkowanej tablicy zdjęciowej, nauczyłem się patrzeć na

szatę roślinną. Nasuwały się coraz to nowe zagadnienia, z beznadziejnego na razie zamętu spostrzeżeń, liczb i ich układów zaczęły się wyłaniać coraz to nowe prawidłowości. Wynikały z nich nieodparte wnioski, które wstrząsały utartymi poglądami, zmuszały do ponownego rozpatrzenia nagromadzonych spostrzeżeń, to zaś nasuwało coraz to nowe problemy. Wciąż się wyłaniające zagadnienia i ich analiza skłaniały do zajęcia stanowiska wobec wszystkich niemal zagadnień geobotaniki, a wysnute wnioski doprowadzały do wyrobienia poglądu zwykle bardzo odmiennego od ogólnie przyjętego. Wypracowałem najpierw metodę analizy szczegółowej poszczególnych płatów roślinności, następnie analizy przyczynowej, a wreszcie metodę porównawczej ekologii roślin. Z zasadniczo opisowej wyłoniła się praca analityczna, krytyczna, często z odcieniem polemicznym i — w dużej mierze wbrew zamiarom — niejako programowa. W tym stanie rzeczy okazało się konieczne opisanie stosowanej metody w szerszym zakresie niż to zwykle ma miejsce.

Samo zastosowanie metody Czekanowskiego nie dałoby może tak jasnych wyników, gdyby nie niezwykle dogodny teren pracy, i to pod wielu względami. Obszar krawędzi Podola leży w bardzo ważnym miejscu Europy, bo prawie w samym jej środku, na pograniczu trzech krain roślinnych. Od północy podsuwa się pod krawędź obszar krainy bałtyckiej z sosnowymi borami, z borówką, widłakarni, torfowcami, wrzosem, mącznicą, roślinność głodna (oligotroficzna) i kwaśna. Granica jej od południa i południowego wschodu jest niezwykle ostra, zarysowuje się nie rzadko na przestrzeni kilku metrów. Na południe od tej granicy, na Podolu i Opolu, należą rośliny borowe do rzadkości lub brak ich zupełnie.

Od zachodu podchodzi na badany obszar roślinność środkowo-europejska i to w całym swym bogactwie, przy czym wiele z tych roślin, z bukiem na czele, ma tu kres swych zasięgów. Jakkolwiek ciągnie się ona niewątpliwie jeszcze dalej na wschód, to tu jednak prawdopodobnie osiąga krańcowy wspaniały rozwój. Do krawędzi Podola podchodzi również w bogatym składzie roślinność stepowa. Dalej na zachód występuje ona tylko w postaci niewielkich wysp lub stanowisk poszczególnych gatunków.

Nasuwało się więc zbadanie przyczyn tego zjawiska. Obszar krawędzi leży niewątpliwie w pasie przejściowym pod względem klimatycznym, na pograniczu klimatu atlantyckiego i kontynentalnego, przy czym sama krawędź wywiera prawdopodobnie na klimat tego obszaru wyraźny wpływ. Rozmieszczenie roślinności wykazuje na pierwszy rzut oka wyraźną zależność od zróżnicowania klimatu.

Bez uwzględniania stosunków glebowych i przy ograniczaniu się do głównych zarysów szaty roślinnej moglibyśmy stwierdzić wyraźną jej zależność od stosunków klimatycznych. Bliższe jednak zbadanie, w szczególności, a zwłaszcza na tle stosunków glebowych, zmusza nas do zmiany poglądów. Stąd też przewija się w całej rozprawie problem wpływu na

szatę roślinną klimatu i podłoża. Z pomocą w tych badaniach przychodzą nam niezwykle proste i skrajne zwykle stosunki glebowe. Na krawędzi Podola są gleby nader zróżnicowane i to pod każdym względem; spotykamy tu siedliska bardzo mocno nawapnione i kwaśne, dobrze nawodnione i suche, drobnoziarniste lessy i gliny obok piasków, różne rodzaje próchnicy, różnorodne układy stosunków glebowych i każde z nich w różnych warunkach klimatu miejscowego. Sama przyroda nastawiła nam tu na ogromną skalę wspaniałe i wszechstronne doświadczenie, naświetlające ekologię roślin lepiej niż najlepiej urządzone laboratorium; wystarczy tylko doświadczenie to umiejętnie odczytać. Tak dogodnego miejsca do badań ekologicznych nie posiadamy może w całej Europie. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności „doświadczenie” to przygotowała nam przyroda w sposób bardzo dogodny. Mało tu mamy zjawisk przejściowych, niejasnych, wątpliwych, przeważają wypadki pod różnymi względami skrajne. Jedne siedliska są skrajnie wapienne, inne mocno odwapnione, jedne bardzo suche, inne wyraźnie wilgotne, raz bardzo bogate w próchnicę, to znów czysto mineralne. Spotykamy tu niezwykle ostro zarysowane poziomy wodne w glebie i żyły wodne o wszelkich stopniach wycieku wody, o różnej zawartości rozpuszczonych związków, o różnym odczynie i różnym natężeniu wycieku w różnych porach roku. Dzięki tym skrajnym warunkom możemy, oczywiście tylko w głównych zarysach, stwierdzić warunki siedliskowe bez żmudnych i długotrwałych pomiarów i analiz gleby. Przy badaniach ściślejszych można będzie te zależności w znakomity sposób pogłębić i potwierdzić.

Dalszą, niezwykle korzystną okolicznością jest bogactwo roślinności na badanym terenie i bardzo wyraźne jej zróżnicowanie na zbiorowiska roślinne. Wystarczy wspomnieć, że na obszarze tym rosną wszystkie niżowe gatunki drzew poza wiązem limakiem, prawie wszystkie rosące u nas krzewy i bardzo liczne rośliny zielne. Poszczególne zbiorowiska roślinne są bardzo bogate w gatunki, i nawet na granicy swych zasięgów wykazują bardzo wielką żywotność. Rozmieszczenie poszczególnych roślin i zbiorowisk odpowiada wszelkim warunkom naukowego doświadczenia. W paru miejscach krawędzi porasta jedno zbocze bogaty w gatunki step a drugie, nierzadko w bezpośredniej bliskości, cieniste lasy z niezwykle bogatym podszyciem krzewów i runa, i to często na tym samym podłożu lecz w różnych warunkach klimatycznych, lub na tym samym zboczu lecz na różnorodnym podłożu. Często spotykamy obok siebie, w tych samych warunkach klimatycznych i glebowych jedne siedliska suche, drugie wilgotne, jedne ze stojącą wodą inne z ruchomą. W tych warunkach jest analiza ekologiczna zbiorowisk roślinnych i poszczególnych gatunków bardzo ułatwiona, a nawet wogóle możliwa.

Dalszym czynnikiem niezwykle ważnym jest stosunkowo dobry stan zachowania dzikiej roślinności. Większość obszaru krawędzi jest oczy-

wiecie zajęta pod pola uprawne, zachowały się wszakże, dziwnym iście zbiegiem okoliczności, płaty roślinności bardzo pierwotne; szczególnie odnosi się to do lasów. Gospodarka w nich polega na przerebie, i dopiero w nowszych czasach zastosowano tu uprawy leśne i to w niektórych tylko obszarach. Dochowały się tu tak już u nas rzadkie lasy dębowe na lessie, mieszane lasy liściaste, brzostowo-jaworowo-klonowo-jesionowe, o różnym udziale poszczególnych drzew, wyjątkowo nawet lasy jesionowe, wiązowe łęgi, sosnowe lasy i różne typy borów. Poszczególne lasy są rozmieszczone w różnych warunkach klimatu miejscowego, na różnym podłożu, w różnych warunkach nawodnienia. Możemy więc śledzić wpływ każdego czynnika siedliskowego na poszczególne rośliny w warunkach bardzo zbliżonych do pierwotnych. To nas upoważnia do wysuwania śmiałych niejednokrotnie wniosków. Zamiast szczegółowych badań na niewielu miejscach, jak to zwykle ma miejsce w badaniach geobotanicznych i ekologicznych, stosuję metody porównawcze: możliwie wiele spostrzeżeń o każdej roślinie i każdym siedlisku. Na tej dopiero podstawie będzie celowe przeprowadzanie badań szczegółowych.

Rozprawę swą rozkładam na kilka części. W pierwszej omawiam metodę pracy, w dalszych przedstawię rozmieszczenie i ekologię poszczególnych gatunków roślin, opis warunków ekologicznych, szczegółową analizę socjologiczną i ekologiczną wybranych płatów roślinności, „zdjęć” socjologicznych, w ostatniej syntetyczny obraz zbiorowisk roślinnych i całości szaty roślinnej. Dopiero na tle całości można będzie zdać sobie sprawę tak z metody pracy jak i jej wyników.

W czasie badań korzystałem z pomocy wielu osób i instytucji. Rzeczywiste wydatki wyjazdów pokrywało Towarzystwo Przyrodników im. M. Kopernika, poza tym spotkałem się w czasie badań wielokrotnie z pomocą, zwykle bezinteresowną, różnych osób, zwłaszcza z wielką gościnnością ze strony leśników.

Przy opracowaniu zebranych spostrzeżeń, zwłaszcza stosowaniu metod statystycznych, wiele cennych rad udzielił mi Prof. dr St. Kulczyński i Prof. dr J. Czekanowski. Pragnę wszystkim wyrazić na tym miejscu swą głęboką wdzięczność.

JÓZEF MOTYKA

O zadaniach i metodach badań geobotanicznych.

Sur les buts et les méthodes des recherches géobotaniques.

Słowo wstępne.

Rozprawa niniejsza jest w znacznej mierze częścią mej pracy nad szatą roślinną północnej krawędzi Podola, powstała na jej tle i stoi z nią w ścisłym związku — jest tej pracy częścią metodyczną. Wobec znaczniejszych rozmiarów rozprawy, dużej ilości i ogólniejszego znaczenia poruszanych zagadnień, uważam za celowe wydzielenie zagadnień metodycznych w osobną całość. Związek z pracą główną zaznacza się jednak na każdym prawie miejscu, zwłaszcza przy przytaczaniu przykładów i materiału dowodowego. Bez zapoznania się z główną pracą jest tok rozumowania może niekiedy niezupełnie jasny i dowodzenie niewystarczające. W wielu wypadkach muszę się powołać na obszerniejsze omówienie w monografii terenowej, nie mogę bowiem powtarzać całych rozdziałów tejże i rozszerzać rozmiarów pracy. Z drugiej strony niniejsza rozprawa metodologiczna stanowi niezbędny wstęp dla zrozumienia mej pracy głównej.

Szersze ujęcie strony metodologicznej wynikało z zastosowania do badań geobotanicznych metody analizy różniczkowej Czekanowskiego oraz pewnego rozbudowania tej metody przez autora, zastosowania ogólnej i szczegółowej analizy. Cały prawie ciężar rozprawy dotyczy rozważania stosunku wyników osiągniętych w geobotanice przez metody dotychczasowe do uzyskanych metodą ściślejszą, ilościową, wybitnie analityczną i indukcyjną. Cechą metody Czekanowskiego jest jej ścisła obiektywność, postępowanie prawie wyłącznie indukcyjne, doskonała równowaga między analizą a syntezą. Przy posługiwaniu się tą metodą

możemy jednocześnie, a mimo to kolejno, opracować dużą ilość zagadnień naukowych, jednolicie a jednak wszechstronnie je ująć a wyniki stopić w jedną harmonijną całość. Istotą jej jest głęboki krytycyzm a równocześnie niemal romantyczna wielostronność. Na tle wyników otrzymanych tą metodą możemy porównać osiągnięcia naukowe poszczególnych pracowników i szkół, ocenić, niekiedy z podziwem, wyniki uzyskane metodami w znacznej mierze intuicyjnymi. Potrafimy jednakowoż również wykryć słabe ich strony i wybujałości zbytniego indywidualizmu. Metoda analizy różniczkowej nie stoi w sprzeczności z żadnym kierunkiem geobotanicznego badania, żadnego wyniku nie lekceważy, żadnej innej metody nie obniża, przeciwnie, każdą z nich pogłębia, w każdej wynajduje jej strony dodatnie, w każdej jednak kładzie tamę dowolności i subiektywności, wszystkie kierunki łączy z sobą w jednolitą naukę. Jestem głęboko przekonany, że metoda Czekanowskiego jest dziś najlepszą drogą geobotanicznego badania, zaznajomienie się z tą metodą uważam wręcz za warunek rozwoju naszej dziedziny nauki. Z tego przekonania powstała niniejsza rozprawa.

Metoda sama jest bardzo prosta i stawia sobie zadanie bardzo skromne. Umożliwia ona jedynie uporządkowanie zjawisk w wielu kierunkach zmiennych według ich istotnego podobieństwa, na podstawie samego materiału obserwacyjnego, z wykluczeniem wszelkich z góry przyjętych założeń i przekonań. Przygotowuje ona tylko materiał naukowy do analizy i syntezy w sposób przejrzysty i ułatwia opracowanie tego materiału. Sposób uporządkowania, jak też dane, na których się opieramy, można w każdej chwili sprawdzić, rozszerzyć lub zwięzić, w każdej chwili uzupełnić nowym materiałem obserwacyjnym, własnym czy obcym. Pożornie daje ta metoda niewiele, w rzeczywistości oddaje usługi olbrzymie. Pozwala ona bowiem na pokonanie trudności niewykonalnych w prostej drodze rozumowania. Możemy na jej podstawie zupełnie obiektywnie wyodrębnić, ocenić, ustawić według podobieństwa chorologicznego, ekologicznego i socjologicznego dowolne jednostki systematyczne i geobotaniczne od socjacji do państwa roślinnego. Dzięki temu ciężar badań przechodzi ze strony formalnej, opisowej, porządkującej na przyczynowe, z opisu na analizę i syntezę.

W czasie pracy polowej nad szatą roślinną północnej krawędzi Podola byłem zwolennikiem francusko-szwajcarskiej szkoły socjologicznej, znałem wszakże w zarysie poglądy innych szkół w dziedzinie geobotaniki i socjologii roślin. Do wszystkich kierunków i metod usiłowałem się odnosić ściśle rzeczowo, brać pod uwagę przede wszystkim dodatnie strony każdej z nich. Niechętnie odnosiłem się tylko do drobnych, nieistotnych polemik i podkreślania nieporozumień. Zapoznanie się i zastosowanie metody Czekanowskiego ustosunkowanie to jeszcze pogłębiło. Ścisła metoda badania wykazuje, że wszystkie szkoły mają w zasadzie

ślusznosc a sprzeczaja sie o drobiazgi, wynikajace z braku wzajemnego zrozumienia sie.

W ciagu kilkuletniej pracy nad szata roslinna krawedzi Podola prze- myslalem duza ilosc zagadnien z zakresu geobotaniki, gdyz nasuwaly sie one po kolei same. Musialem przepracowac umyslowo prawie cala geo- botanike, jednak nie „obiektywnie“, nie na tle calosci piśmiennictwa, nie dedukcyjnie lecz ściśle indukcyjnie, bez żadnych z góry przyjętych założeń, na ściśle określonym materiale. Przepracowanie monografii terenowej, jak- kolwiek tylko jednej, metoda ścisła zmusiło mnie do zajęcia stanowiska wobec metod współczesnych badań geobotanicznych, stanowisko to zaś nie mogło być bierne. Nie jest ono bynajmniej negatywne lecz w szczegó- łach odmienne od ogólnie uznawanych.

Jest rzeczą ludzką i zrozumiałą, że każdy pracownik jest skłonny do przeceniania swych metod pracy, wyniki przez siebie osiągnięte stawia na pierwszym miejscu. W każdej prawie metodzie i jej zastosowaniu oso- bowość pracownika ciąży na wynikach. W metodzie omawianej zachodzi to jednak w stopniu bardzo niewielkim. Jeżeli chodzi o autorstwo, to nie mam w nim prawie żadnego udziału. Metodę tu omawianą opracował, jak wiadomo, pod względem matematycznym P e a r s o n, do badań antropologicznych przystosował J. C z e k a n o w s k i, do geobotaniki wprowadził S t. K u l c z y Ń s k i. Ustosunkowanie moje może być tylko rzeczowe. Istotą zaś tej metody jest jej ścisłość i obiektywność, usuwa ona przeto pracownika na drugi plan, daje mu jednakowoż wiele moż- ności do indywidualnego ujęcia zagadnień. Poskramia sama przez się fantazję i swobodę rozumowania a jednak na każdym kroku je pobudza. Łączy w sobie klasycyzm naukowego myślenia z pełną romantycznością różnorodnością i wielostronnością. Każdy umysł może pracować tu owoc- nie, bez obawy zabrnięcia w nieścisłość.

* * *

Całe rozumowanie i materiał dowodowy opieram na analizie szaty roślinnej pogranicza Podola i Wołynia, a więc na podstawie dość ciasnej. Na odpowiednim miejscu wyjaśniam, dlaczego tak stosunkowo mały od- cinek uważam za wystarczający przy wysnuwaniu daleko idących wniosków. Krótka tu tylko wspomnę, że jest to obszar nader urozmaicony pod względem składu roślinności i leży prawie w środku Europy, jest istotnie niejako kluczowy. Celowo unikam przytaczania dowodów z piśmiennictwa. Odgrózenie się w całości od wpływów współczesnych poglądów w geo- botanice nie było możliwe i nie byłoby celowe. Po napisaniu rozprawy przejrzałem ponownie dostępną literaturę, zresztą dostępną mi w cza- sie wojny tylko częściowo, znalazłem wiele danych potwierdzających moje zapatrywania, do których doszedłem zupełnie niezależnie. Nasuwało się jeszcze wiele zagadnień, niemal narzucało się do omówienia. Wiele po-

głędów z zakresu geobotaniki dałoby się już dziś naświetlić z naszego punktu widzenia, prawdopodobnie z korzyścią dla tej nauki, wiele zapartywań można by już dziś zwalczać, z wieloma niewątpliwie z korzyścią polemizować. Mimo dużej pokusy rozszerzenia niniejszej pracy pozostawiłem ją w stanie pierwotnym. Opracowanie obszerniejsze, na szerszym tle, odkładam do czasów późniejszych, o ile czas i siły na to mi pozwolą. Praca niniejsza nie usiłuje wyczerpać zagadnienia, jest tylko moim poglądem osobistym na współczesną geobotanikę i tylko geobotanikę Środkowej Europy. Unikam podawania piśmiennictwa, odsyłaćcy i cytatorów, musiałbym bowiem przytoczyć ogromną literaturę, którą każdy geobotanik zna lub też może znaleźć w pracach metodycznych o geobotanice. Na skutek stosunków wojennych literatury tej nie posiadam i małą mam nadzieję uzyskania jej w niedalekiej przyszłości, mógłbym ją więc tylko ogólnikowo przytoczyć.

* * *

Wyniki osiągnięte opisywaną metodą stawiają mnie w położenie dość przykre i kłopotliwe. W nauce, jak wszędzie w życiu, najwygodniej trzymać się utartych dróg i ogólnie stosowanych metod lub szukać całkiem nowych. Najmniej przyjemną rzeczą natomiast jest rodzaj jakby poprawiania dotychczasowych, uznanych, niekiedy nawet zdogmatyzowanych, poglądów i metod. Wygląda to na polemikę lub krytykę drobiazgową, sprzecznianie się o mało znaczące szczegóły. W tym właśnie położeniu znajduje się zwolennik ścisłej metody w geobotanice. Nie daje właściwie zasadniczo nic nowego a na każdym kroku zajmuje stanowisko nieco odmienne od ogólnie albo też przez wielu przyjętego. Żadnego osiągnięcia naukowego nie obala ale wszędzie nieco je zmienia. Inaczej niż większość geobotaników zapatruje się na jednostki geobotaniczne, inaczej ocenia ekologię większości roślin i czynniki ekologiczne, inaczej zapatruje się na zasięgi roślin. Dołącza się tu jeszcze ta trudność, że nie mogę przytoczyć na każde twierdzenie materiału dowodowego lecz ciągle, przynajmniej domniemanie, odsyłam do głównej części pracy. W tym położeniu muszę się liczyć nie tylko z trudnościami rzeczowymi, ale i z oporem bezwładności, z przekonaniem wprawdzie słabo popartymi dowodami, ale mniej lub więcej ogólnie przyjętymi. Wiadomo zaś, jak trudno jest z nimi walczyć. Najoczywistszy dowód jest bezsilny wobec odmiennego przekonania i braku dowodu przeciwnego. Uspokaja mnie tylko przekonanie, że w każdym miejscu głównej pracy podaję najpierw dowody rzeczowe a dopiero na ich podstawie wysuwam pogląd syntetyczny. Każdy może więc śledzić mój tok rozumowania. Jeśli opracuje pogląd słuszniejszy od mojego, napotka tylko najżyczliwszą moją współpracę. Na tym miejscu niech mi wolno będzie wyrazić życzenie, by do moich poglądów stosowano krytykę rzeczową, stosowaną w naukach ścisłych: dowód na do-

wód. Niestety zwyczajnie takie nie są powszechne w geobotanice, krytyka naogół nie jest tu ścisła, życzliwa, lecz często jednostronna i płytka. Obawiam się pocisków pozornie trafiających w cel, dowodów pozornych, biernych, okólnych, rozumowań przez analogię. Krytyka rzeczowa, pociski celne, przynoszą nauce tylko korzyść. Burzą one poglądy dostatecznie nie udowodnione. Jeśli są one słuszne, oprą się wszelkiej krytyce. Celem naszym jest zaś właśnie oddzielanie poglądów słusznych od niesłusznych lub pozornie słusznych.

Przy wielkich i małych sporach naukowych prawda leży najczęściej poza płaszczyzną sporu. W znacznej mierze tak się rzecz przedstawia i w dzisiejszej geobotanice. Dobrze będzie, jeśli tę okoliczność będziemy mieli wszyscy na uwadze.

Rozkwit współczesnej geobotaniki.

Ostatnie dziesiątki lat są okresem wspaniałego rozkwitu badań geobotanicznych. Można by nawet w związku z tym mówić o osobnym okresie w dziejach botaniki. Ilość prac geobotanicznych jest już tak duża, że trudno je już ogarnąć i opanować poszczególnemu pracownikowi. Obok prac źródłowych, analitycznych, pojawiają się dzieła syntetyczne, próby zestawienia dotychczasowych wyników, prace metodologiczne oraz dzieła mające na celu filozoficzną podbudowę tej dziedziny nauki. Nie mam zamiaru omawiania tych prac, a bardziej celowe wydaje mi się rozważenie przyczyn tak bujnego rozwoju botaniki. Przyczyny te są niewątpliwie liczne i wielostronne, wydaje mi się wszakże, że główną tego przyczyną jest z jednej strony logiczny rozwój całości botaniki, z drugiej strony ogromna doniosłość tak czysto naukowa jak gospodarcza geobotaniki.

Rzut oka na dzieje badań botanicznych przekonuje nas, że rozwijają się one logicznie i ewolucyjnie. Pierwszy wielki okres dziejów botaniki, jako nauki samoistnej, to niewątpliwie okres systematyki. Pierwszą i nieodzowną rzeczą było poznanie i uporządkowanie naukowe form państwa roślinnego. Zadanie to zostało w głównych zarysach już dość dawno wykonane. Obecnie systematyka wypracowuje raczej już szczegóły i usiłuje dać podbudowę filozoficzną w postaci systemu filogenetycznego. Po poznaniu, w głównych zarysach, roślin jako takich zwrócono się do poznania ich budowy zewnętrznej i wewnętrznej, morfologii i anatomii. Zadanie to możemy też w głównych zarysach uważać już za wykonane. Równocześnie niemal poznaliśmy główne objawy życia roślin, fizjologię i związaną z nią ekologię. Wspomniane wszystkie dziedziny nauki przechodzą do opracowania szczegółów, do anatomii, fizjologii, ekologii i systematyki mniejszych jednostek, dziś już do monografii rodzajów i gatunków. Zadaniem naszego badania nie jest już zwykle anatomia lub systematyka roślin kwiatowych, ale poszczególnych rodzin, rodzajów i ga-

tunków. Jest to możliwe dzięki opanowaniu głównych zagadnień, a konieczne nie tylko ze względów czysto naukowych ale i gospodarczych. Leśnikowi nie wiele daje znajomość ogólnej fizjologii czy ekologii roślin, natomiast potrzebuje wiadomości o ekologii sosny, czy innych drzew. Rolnikowi nie wystarcza ogólna znajomość zjawisk osmozy, natomiast konieczne są mu wiadomości z zakresu szczegółów tego zjawiska, wymagania poszczególnych roślin w zakresie pobierania różnych związków chemicznych i ich przyswajalności. To samo moglibyśmy powiedzieć o każdym niemal odcinku botaniki.

Obok specjalizacji, wypracowywania szczegółów, zarysowuje się jeszcze zjawisko inne, mianowicie przechodzenie od badań pracownianych do polowych; wielu zagadnień w pracowni naukowej rozwiązać nie podobna. Dotychczasowe prace naukowe przeprowadzano w znacznej mierze w warunkach właściwie nieodpowiednich, z konieczności sztucznych. Systematykę roślin opracowano przede wszystkim w zielnikach, fizjologię i ekologię w pracowniach naukowych, w warunkach odmiennych od właściwego otoczenia rośliny, przy wyłączeniu lub ustaleniu wielu czynników ekologicznych. W dalszym rozwoju nauki muszą ośrodki badawcze wyjść poza obręb pracowni. W czasach naszych jesteśmy świadkami zakładania doświadczeń polowych, stacji doświadczalnych. Można nawet twierdzić, że ich ilość świadczy o żywotności nauk przyrodniczych w poszczególnych krajach. Stacje doświadczalne są oczywiście o wiele lepszym ośrodkiem badań niż mury pracowni. Jednakowoż i te stacje są właściwie środkiem pomocniczym. Właściwym ośrodkiem badań musi być sama przyroda w swej całości. Możemy już dziś zauważyć, że stacje badawcze ograniczają się do opracowania zagadnień, jakie nasuwa nam sama przyroda. Dawniej pracownik naukowy stawiał sobie zagadnienie, nagiął niejako przyrodę do swego badania, dziś raczej przyjmuje od niej zagadnienia do opracowania. Ten dość trudny do określenia przełom w naukach przyrodniczych nie zawsze jest doceniany, a nawet rozumiany, a jednak jest bardzo istotny. On właśnie przenosi nas w badania geobotaniczne, stawia je na pierwszym planie. To też jest, naszym zdaniem, jedną z ważnych przyczyn rozkwitu badań geobotanicznych. Monograficzne opracowywanie mniejszych jednostek systematycznych nawiązuje również do badań polowych, tak że oba kierunki wspomniane łączą się w dziedzinie geobotaniki. Ważnym czynnikiem rozwoju geobotaniki są też względy gospodarcze. Rolnictwo, leśnictwo, ogrodnictwo i inne dziedziny życia gospodarczego domagają się od nauki pomocy na każdym prawie kroku. Nauka dotychczasowa, laboratoryjna, nie może dać odpowiedzi na wiele zagadnień albo też daje odpowiedź nie zawsze właściwą. Nie podobna płatu łąki, lasu czy łąki zboża wziąć do pracowni i poddać go badaniu, pojedynczy zaś okaz drzewa, zboża czy chwastu inaczej się zachowuje w pracowni niż w przyrodzie. Główny ciężar prac badawczych

musimy więc przenieść w przyrodę. Pracownie i pola doświadczalne stają się raczej dodatkowym ośrodkiem badania, istotnym i nieodzownym ale nie głównym. Badanie zaś roślin w przyrodzie, to właśnie geobotanika. W niej muszą szukać nauki stosowane wskazówek dla właściwego gospodarowania.

Trudności badań geobotanicznych.

Przeniesienie ośrodka badań naukowych z pracowni w obręb samej przyrody napotyka na wiele trudności. Omówienie ich wydaje mi się rzeczą konieczną, gdyż wiążą się one w stopniu bardzo wysokim z postępem i błędami geobotaniki. Zapoznawanie tych trudności — a ma to miejsce bardzo często — przynosi nauce ogromne szkody. Trudności te są z jednej strony natury organizacyjnej i finansowej, z drugiej strony psychicznej. Te ostatnie zwłaszcza wycisnęły na badaniach geobotanicznych olbrzymi a niezrozumiały dotychczas i niedoceniany wpływ. Uprzytomnienie sobie tych trudności pozwoli nam na zrozumienie wielu zjawisk w geobotanice niemal podstawowych.

Praca laboratoryjna jest mało zależna od pory dnia i roku, pogody, położenia geograficznego i wielu innych jeszcze czynników. Pracownik laboratoryjny ma możliwość wykorzystania całego swego czasu na właściwą pracę, może ją w każdej chwili zacząć, przerwać, odłożyć, powtórzyć i sprawdzić. Do pracy przystępuje — co jest rzeczą bardzo ważną — z całą świeżością umysłu i bez fizycznego zmęczenia. W razie potrzeby znajduje łatwo pomoc, poradę i krytykę. Praca pedagogiczna czy zawodowa da się zwykle bez większych trudności połączyć z badawczą. Geobotanik znajduje się w położeniu bez porównania trudniejszym. Badania swe może przeprowadzać tylko w pewnych porach roku i to zwykle tylko w czasie odpowiedniej pogody. Przeprowadza je prawie zawsze w stanie zmęczenia podróżą i z konieczności w pośpiechu, niemal gorączkowo. Konieczność dojeżdżania, dłuższych marszów, kłopoty z wyżywieniem, zbiorami i przyrządami powodują, że na właściwą pracę pozostaje tylko część dnia. Geobotanik pracuje zatem w stanie osłabienia zmysłów i umysłu, a przede wszystkim zdolności myślenia, ponadto możliwość powtórzenia spostrzeżeń, pomiarów, doświadczeń jest zwykle bardzo ograniczona, gdyż wymaga nowej podróży. Nic więc dziwnego, że geobotanik popełnia wiele błędów, niedopatrzeń, wielu zjawisk poprostu nie zauważa. Widzi rośliny zwykle tylko w czasie pogody, stąd często jednostronnie ocenia warunki ekologiczne i samą szatę roślinną. W jego pracy polowej odgrywa często dużą rolę przypadek. Sam zauważyłem nieraz najprostsze zjawiska dopiero po wielokrotnym zbadaniu danego miejsca. Na jednym stosunkowo dobrze znanym mi stepie znajdowałem duże i okazałe gatunki roślin często dopiero po kilkakrotnym tamże pobycie. Na skutek

zmęczenia zwięża się zakres spostrzegawczości, umysł staje się eklektywny, stąd też zwraca uwagę na rzeczy najbliższe go obchodzące, najlepiej znane, już przez kogoś zauważone i często omawiane. W tym stanie rzeczy wyrabiamy sobie często błędny a przynajmniej jednostronny obraz zjawisk. By się o tym przekonać, wystarczy opisać jakiś płat szaty roślinnej kilkakrotnie w dłuższych odstępach czasu a następnie porównać opisy. Można też to łatwo stwierdzić, gdy na podstawie uprzedniego opisu wypracowany obraz porównamy z rzeczywistością.

Cały prawie gmach naszej nauki jest zbudowany na takich dorywczych, gorączkowych niemal i jednostronnych spostrzeżeniach. Nie można więc pochopnie potępiać geobotanika za nieścisłość, ani porównywać jego pracy polowej z pracą w obrębie pracowni naukowej. Zanimi postawi się przed nim wymagania ścisłości, należy warunki jego pracy zbliżyć do warunków pracownianych. Badania geobotaniczne wymagają dużego wysiłku fizycznego, przede wszystkim zaś zdolności do długotrwałych marszów. Wiele podróży i badań jest dość uciążliwych. Na skutek tego badania polowe przeprowadzają prawie wyłącznie ludzie młodzi, często początkujący pracownicy naukowci. Starszym uniemożliwiają częste wyjazdy obowiązki zawodowe i nie dopisują siły fizyczne. Młodzi pracownicy nie mają zwykle dostatecznego przygotowania naukowego, przede wszystkim zaś doświadczenia, więc pochopni są przy wyciąganiu wniosków. Po zdobyciu doświadczenia, co wymaga przecież wielu lat, zdolność do badań polowych, a zwykle i możliwość ich przeprowadzenia, prawie zawsze maleje. Geobotanik przystępuje wówczas do pracy syntetycznej. Jest rzeczą oczywistą, że ciężą na nim przez całe życie poglądy naukowe z okresu młodości, utrwalają się w umyśle głównie stosunki stwierdzone na obszarach przez niego opracowanych. Zjawiska, które uderzyły go w czasie pierwszych prac, przenosi bez dostatecznego uzasadnienia na inne obszary, patrzy przez całe życie oczyma młodości, widzi przede wszystkim rzeczy sobie już znane, umysłowo przepracowane, przymyka zaś oczy na zjawiska nowe albo ich wogóle nie zauważa. Po prostu starzeje się naukowo bardzo wcześnie. Z chwilą zaś, gdy traci styczność z przyrodą, przestaje już być właściwie czynnym geobotanikiem. Teraz natomiast wywiera wpływ na młodych geobotaników a pracami syntetycznymi na kierunki geobotaniki. Wszystko to odbija się oczywiście ujemnie na naszej nauce.

Wobec ogromnego znaczenia stanów zmęczenia musimy wyraźnie i otwarcie stwierdzić, że bez ułatwienia i rozszerzenia prac polowych geobotanika nie może być nauką ścisłą. Wobec zaś ogromnego znaczenia geobotaniki, choćby dla życia gospodarczego, gdy jeden pogląd naukowy może kraj kosztować, przy zastosowaniu go w gospodarstwie, olbrzymie sumy, musimy się domagać ułatwienia naszej pracy, przede wszystkim w postaci środków lokomocji. Wobec ogromnej doniosłości czynnika

czasu, tak cennego w życiu i pracy geobotanika, konieczności ciągłego przerzucania się po badanym obszarze, wchodzić tu mogą w grę tylko samochody. Wyraźnie musimy powiedzieć społeczeństwu i państwu, że bez ułatwienia tej tak prostej sprawy nie mają prawa i nie mogą wymagać od nas ścisłości i wydatności w pracy, pomocy w życiu gospodarczym, krytykować naszych niedociągnięć i błędów. Środek szybkiej lokomocji jest nam tak nieodzowny, jak mikroskop dla lekarza, laboratorium dla chemika, przyrządy pomiarowe dla fizyka czy technika. Musimy wreszcie otwarcie powiedzieć, że prace nasze wykonujemy dorywczo, w święta, w czasie wakacji i urlopów, kosztem nadmiernych sił i zdrowia, a często własnych środków materialnych. W taki sposób przeprowadzamy badania, od których zawisa przyszłość gospodarza kraju, leśnictwo, gospodarstwo pastwiskowe jak i duże dziedziny rolnictwa i przemysłu z tymi naukami związanego i to w czasie, kiedy środki lokomocji mają urzędnicy administracyjni.

Praca naukowa w dziedzinie geobotaniki wymaga bardzo szerokiego przygotowania naukowego. Słusznie twierdzi H. L u n d e g a r d h, że do pracy w geobotanice, a nawet choćby w jej części, ekologii roślin, trzeba naprawdę wszechstronnego przygotowania naukowego z całości nauk przyrodniczych. Praca w dziedzinie anatomii, cytologii, genetyki może się ograniczyć do ciasnego i ściśle określonego zagadnienia. Nawet w zakresie systematyki można się zająć niewielką grupą organizmów, nie wiele zwracając uwagi na całość systemu a nawet na prądy naukowe i poglądy innych badaczy. Geobotanik musi być z natury rzeczy wytrawnym systematykiem a przynajmniej florystą. Nie wystarcza przy tym znajomość dobrze rozwiniętych roślin w postaci okazu zielnikowego, musi on umieć w lot niejako rozpoznawać rośliny w stanie plonym, młodocianym, często szczątkowym, spasionym, przekwitłym i niedorozwiniętym. Znajomość florystyki wymaga bardzo długiego przygotowania, dużej pamięci i swoistych zdolności. Bez znajomości roślin pracować w geobotanice owocnie nie można. Niejednokrotnie jeszcze dziś w piśmiennictwie ogłaszane bardzo szczegółowe pomiary czynników ekologicznych na płacie roślinnym florystycznie nie opisanym lub opisanym niedostatecznie pod względem składu gatunkowego przedstawiają tylko nader ograniczoną wartość naukową. Innymi słowy czysto ekologiczna geografia roślin jest właściwie nieporozumieniem. Częstym, a nawet powszechnym, zjawiskiem jest również ograniczanie się w badaniach geobotanicznych do samej szaty roślinnej. Z pełnym spokojem ducha wykreśla się zasięgi roślin, opisuje ich wędrówki, wyróżnia skupienia roślinne bez oglądania się na czynniki ekologiczne. Wysuwa się też zbyt często wnioski z ekologicznego punktu widzenia zupełnie niedopuszczalne. Geobotanik musi mieć zatem również przygotowanie do badań ekologicznych i znajomość tej gałęzi nauki, uwzględniać tę stronę równie sumiennie jak florystyczną.

Przygotowanie do badań ekologicznych musi być znów szerokie i wymaga bardzo wiele czasu. Ekolog musi znać gleboznawstwo, hydrologię, chemię łącznie z działem koloidów, przede wszystkim zaś przynajmniej panować nad zagadnieniami z zakresu fizjologii roślin i to w najtrudniejszych jej dziedzinach, wrażliwości i przepuszczalności plazmy, asymilacji związków odżywczych, znać szczegóły mikorhizy, ekologii grzybów i bakterii. Wymienione dziedziny nauk nie dostarczają przy tym dla naszych celów gotowego materiału, ani syntetycznego ujęcia, ani nawet gotowych metod badania. Z nauk tych musimy sobie wydzielić i opracować zakres zagadnień i wyszukać metody dla naszych celów odpowiednie. Szczególnie dotkliwie daje się to odczuć w gleboznawstwie. Nauka ta, mimo że właściwie narodziła się na tle geobotaniki, tak dalece stała się samodzielną, że musimy ją znów przystosować do naszych celów. Powoduje to znów ogromne trudności, gdyż wymaga znajomości chemii krzemianów, koloidów, zjawisk fizyko-chemicznych, jak też dużych działów właściwego gleboznawstwa. Nasuwają się ponadto zagadnienia nowe, dla samego gleboznawstwa mniej ważne lub na razie zapoznawane. Duże trudności wynikają również z ustalenia się w gleboznawstwie poglądów, często właśnie w działach najważniejszych dla geobotaniki, których z geobotanicznego punktu widzenia przyjąć bez zastrzeżeń nie można. Zakres przygotowania naukowego jest więc tak olbrzymi, że geobotanik może opanować tylko jego zarys lub tylko niektóre jego części. Musi on liczyć stale na życzliwą pomoc i wyrozumienie u gleboznawców i ekologów roślin a nie wyszukaną niejednokrotnie krytykę. Nasuwa się konieczność zorganizowania zespołu specjalistów pracujących samodzielnie a jednak w ścisłym porozumieniu.

Trudności wynikające z przyczyn technicznych, z rozległości badań i potrzeby szerokiego i głębokiego przygotowania są jednak do pokonania. Istotną i największą trudnością w badaniach geobotanicznych jest sama ich istota, nieskończona niemal złożoność zagadnień, konieczność uwzględnienia wielu czynników i zjawisk równocześnie. Inne dziedziny nauki dadzą się niejako rozłożyć na części składowe, poszczególne zjawiska i zagadnienia dadzą się wyodrębnić, opracować oddzielnie a następnie syntetycznie spoić w jedną całość. Wynika to w znacznej części z jednolitości badanych zjawisk i prostych naogół korelacji. Możemy na przykład badać budowę załazka zupełnie niezależnie od innych cech anatomicznych, a dopiero następnie doszukiwać się z nimi zależności. Skład chlorofilu, budowa błony, jądra, plazmy, zjawiska przyswajania czy oddychania zdają się być zasadniczo jednakowe u ogromnej większości roślin. W geobotanice spotykamy co krok rzeczy nowe. Mamy tu do czynienia ze zjawiskami, których oddzielić od siebie niepodobna, gdyż poszczególne zagadnienie czy zjawisko oddzielone przestaje tym samym być właściwie geobotanicznym, staje się chorologią lub ekologią. Żadnego wniosku nie

można tu rozszerzyć, ekstrapolować bez ponownego zbadania całości zagadnienia. Jeśli zaś zjawiska geobotaniczne podzielimy i zbadamy każde z osobna, to bardzo trudno związać je ponownie w całość. Można zbadać zasięgi lub ekologię poszczególnych gatunków, natomiast trudno jest wyniki z sobą porównać, wyróżnić typy zasięgów, podać ich przyczyny lub zestawić grupy roślin o podobnej ekologii. Trudność ta wynika nie tylko z przyczyn metodycznych ale i różnorodności zjawisk. Nie ma bowiem prawdopodobnie choćby dwu gatunków roślin o takim samym zasięgu lub o tych samych wymaganiach ekologicznych. Trudność tę możemy przedstawić obrazowo, gdy wyobrazimy sobie budowę systemu roślin, w którym każdy okaz miałby nieco lub zupełnie inaczej zbudowany kwiat i jego części składowe, inną budowę chlorofilu, zasadniczo inną budowę komórki i to do tego stopnia, że poszczególne cechy nie dałyby się między sobą porównać, a układ cech byłby u każdego gatunku w bardzo dużym stopniu od siebie niezależny. Na przykład gdyby istniały rośliny kwiatowe z fykocjanem, grzyby z kwiatami a o błonach z pektyny. Przytoczone tu, pozornie fantastyczne, porównanie nie jest przy bliższym rozważaniu niewłaściwe. Nie możemy więc zagadnień geobotanicznych dowolnie od siebie oddzielać i opracowywać z osobna, niepodobieństwem też jest opracowanie wszystkich zjawisk jednocześnie.

Stajemy więc w położeniu bez wyjścia. Jedyną drogą jest w tym wypadku kolejne wydzielanie zjawisk, ich opracowanie, analizowanie i porządkowanie wysiłkiem naszych sił umysłowych jednak na tle fizycznej ich łączności czyli całości szaty roślinnej. Jest to zadanie niesłychanie trudne, niemal niewykonalne, a jednak konieczne. Różnicę między podziałem fizycznym a myślowym możemy przedstawić na przykładzie. Przy badaniach oddychania możemy wyłączyć fizycznie asymilację, zmiany ciepłoty, ustalić kierunek i natężenie światła i inne czynniki. Możemy badać aparat chromozomalny w części korzenia, lub ekologię rośliny, sadząc ją w ustalonych warunkach glebowych i klimatycznych. Gdy wszakże badamy warunki występowania każdej poszczególnej rośliny w przyrodzie, to musimy po kolei zbadać na bardzo wielu stanowiskach natężenie każdego czynnika, jego rozpiętość i zmienność, ustalić układy czynników, które powodują występowanie lub brak rośliny na każdym miejscu. Odpowiedniego układu czynników nie potrafimy w każdym wypadku fizycznie wyodrębnić, musimy to czynić wysiłkiem umysłu, jakimś sposobem ten układ czynników wynaleźć i w każdym wypadku na tle całości otoczenia go ocenić, a następnie powiązać przyczynowo rozmieszczenie rośliny z rozmieszczeniem odpowiedniego układu czynników.

Trudność badania złożonych zjawisk, jakie mamy stale w geobotanice, nie leży zresztą w istocie tychże lecz w słabości naszego umysłu. Zjawiska złożone trudno jest zbadać nawet w wypadku, gdy mamy od-

powiednie i ściśle metody postępowania. Dowodem tego są na przykład zjawiska dziedziczności. Sposób dziedziczenia jednej lub dwu cech możemy zupełnie dokładnie przewidzieć, gdy natomiast mendluje duża ilość cech od siebie niezależnych, to opanowanie zagadnienia staje się niemal niemożliwe. Możemy wówczas przewidzieć zjawiska dziedziczności jedynie statystycznie a i to w przybliżeniu. Uzyskanie nasion ozdobnych bratków o określonym kolorze kwiatów jest na przykład do dziś niemożliwe. W geobotanice mamy zaś zagadnienia o wiele trudniejsze niż zmienność i mendlowanie populacji o wielu, nawet setkach cech zmiennych. Tu bowiem znamy przynajmniej mechanizm dziedziczenia, w geobotanice zaś nie znamy dotychczas właściwie żadnych praw podstawowych. Ścisłe badanie jest nam dostępne w prostej drodze tylko przy zależnościach mało złożonych. Takie zależności spotykamy zwykle w fizyce i chemii, niewątpliwie też dla tego zaliczamy je do nauk ścisłych. Do tych nauk możemy również zaliczyć pewne dziedziny fizjologii, jako też morfologii roślin. Należało by zatem nie tyle mówić o naukach ścisłych i opisowych ale o metodach. Do typowo opisowych dziedzin nauki należy dziś systematyka i geobotanika, albowiem zależności pomiędzy odpowiednimi jednostkami i cechami są niesłychanie zawile i trudno dostępne dla ścisłych, ilościowych badań. Zawilość zaś wynika z ogromnej ilości jednostek i czynników wchodzących w grę.

Ogrom materiału i rozrzucenie go na szerokich obszarach ziemi powoduje jeszcze jedną trudność, a mianowicie rozpad prac na analityczne i syntetyczne. Niepodobniństwem jest dla jednego człowieka zebranie materiałów obserwacyjnych dotyczących całego kraju, czy nawet jego części, tym więcej zaś jednej choćby całej krainy geobotanicznej, przeanalizowanie go i stopienie w syntezę. Stąd też jedni z geobotaników zbierają surowe materiały, inni je zestawiają, analizują i porządkują a jeszcze inni budują z nich syntezę. Gromadzenie danych analitycznych jest z konieczności mało planowe, bez myśli o syntezie, bez uwzględniania najważniejszych niekiedy okoliczności, najczęściej przypadkowe. Stąd też materiał ten jest najczęściej bardzo jednostronny, zwykle czysto florystyczny. Synteza jest w tych warunkach niezmiernie utrudniona. Syntetyk znajduje się w położeniu budowniczego, który ma nie tylko cegły różnego rozmiaru i nagromadzone głązy, wymagające dopiero obróbki i glinę, ale również części budowli różnego kształtu i rozmiaru. Przy syntetycznym opracowaniu obcego materiału istnieje wielkie niebezpieczeństwo jego zniekształcenia. Syntetyk wykorzystuje w tych warunkach tylko część spostrzeżeń i to oczywiście tę, która jego planom odpowiada. W tym stanie rzeczy nad materiałem analitycznym przeważa pogląd syntetyka, często z góry przyjęte założenie, a niekiedy wprost przypadkowość. Synteza jest w tych warunkach w geobotanice albo bezbarwna, nieokreślona, mało ścisła, zwykle raczej negatywna, albo też ma tak silne

znamię subiektywizmu, że słabo odzwierciedla rzeczywistość. Opracowanie syntetyczne udało się też dotychczas w geobotanice tylko w małym zakresie. Najwybitniejsi nawet geografowie roślin zdołali stworzyć tylko ogólne zarysy naszej nauki. Do dalszej szczegółowej rozbudowy okazały się te zarysy niezdatne i nie wytrzymały próby życia. Większość poglądów i systemów czołowych przedstawicieli, przyjęta początkowo z dużym uznaniem, zatraciła się szybko przy zetknięciu z rzeczywistością. Dowodzi to, że synteza była przedwczesna, oparta na niedostatecznej podbudowie analitycznej. W dzisiejszym stanie rzeczy ani jeden kierunek geobotaniki nie może rościć sobie prawa do powszechnego uznania i nie ma wielkiej nadziei na poprawienie tego stanu rzeczy. Największą żywotność wykazują te syntezy, które opierają się na własnych badaniach analitycznych autorów lub też na pomocy współpracowników, posługujących się tą samą metodą. Ponieważ jednak metody analityczne są mocno zabarwione osobistymi poglądami, syntezy mają cechy jednostronności.

Przy tych, ogromnych już trudnościach, zaciążył na geobotanice brak ścisłych metod. Pracujemy w naszej dziedzinie nauki albo bez metod określonych albo też metodami bardzo niedoskonałymi. Taką, niemal pozbawioną metodycznej podbudowy, dziedziną geobotaniki jest florystyka. Gromadzenie danych o rozmieszczeniu roślin dostarcza niewątpliwie geobotanice najważniejszych podstaw, jednak dane florystyczne są tak jednostronne i tak często — poprostu — bezmyślnie gromadzone, że przynoszą korzyść zupełnie niewspółmierną do wysiłków zbieracza. Mam tu oczywiście na myśli tylko geobotaniczną a nie systematyczną stronę florystyki. Takim samym zbieraniem surowego i jednostronnego materiału, bez głębszej myśli o przyszłej syntezie, jest ogromna większość badań socjologicznych, a nawet ekologicznych. Dane florystyczne zyskały by ogromnie na wartości naukowej, gdyby uwzględniały zagadnienia ekologiczne. To samo można powiedzieć o czystej socjologii. Nie można wszakże przewidzieć, jakie zbierać dane, które z nich są ważne przy danej roślinie, albowiem są one u różnych roślin różne. Często się bowiem bada czynniki dla danej rośliny mało ważne, a nawet obojętne, a pomija najistotniejsze.

Jeszcze gorszą od braku metody jest metoda niewłaściwa. Wobec braku metody ścisłej i obiektywnej próbowano stosować najróżniejsze sposoby badania. Przegląd prac geobotanicznych wykazuje nam naocznie, jak duch ludzki usiłuje przewyciężyć wszelkimi siłami i sposobami piętrzące się trudności. Prawie na wszystkich tych poczynaniach ciąży zwykle wiele błędów. Do najpospolitszych należy dedukcyjne ujmowanie zagadnień, rozszerzanie wyników i poglądów udowodnionych na zagadnienia sąsiednie a uprzednio analitycznie nie zbadane, wnioskowanie przez analogię, brak równowagi pomiędzy analizą a syntezą, przede wszystkim zaś brak ścisłych pojęć. Zamiast te błędy omawiać ogólnikowo, przytoczę parę przykładów.

Jest rzeczą niewątpliwą, że roślinność zależy od stosunków klimatycznych. Obszarem klimatycznym odpowiadają bowiem główne typy roślinności. Zależność ta zaznacza się bardzo wyraźnie w wielkich zarysach klimatu i roślinności, niewiadomo wszakże czy zależność taka zaznacza się również w drobnych jego odcieniach. Nie udowodniono bynajmniej, że drobniejsze szczegóły szaty roślinnej Europy wynikają z wpływów klimatycznych. Bliższa analiza zasięgów, na przykład drzew, wykazuje, że zależność ich od klimatu jest dość wątpliwa. Nie mniej przyjmuje się wpływ klimatu na każdym kroku, widzi się go nawet tam, gdzie znaczenie jego jest napewno znikome. Wiara w znaczenie czynników klimatycznych w geobotanice stała się tak powszechną, że niemal przestano badać analitycznie sam wpływ klimatu na rośliny. Zależność ta stała się prawie dogmatem, w którą należy wierzyć a nie badać. Szczególnie dogmatycznie ze stosunkami klimatycznymi powiązано w Europie rozmieszczenie roślinności stepowej, zapoznając przy tym oczywiste fakty. Nierzadko na tym samym zbroczu, w tych samych warunkach klimatycznych, w odległości kilkudziesięciu, a nawet parunastu kroków napotykamy roślinność stepową i inną, łąkową lub leśną. Więc sam klimat jest niekiedy bezsilny i bez wpływu na roślinność. Powiązано z warunkami klimatycznymi tworzenie się czarnoziem, czarnoziem z bezleśnością, bezleśność ze stepem. Powstał niemal mit, którego dziś naukowo prawie że nie wolno podważać. Tymczasem wszystkie te założenia przyjęto bez dostatecznego dowodu i rozszerzono je dedukcyjne. W całym zagadnieniu tkwi przede wszystkim brak analitycznego zbadania, brak ścisłości, w dalszym zaś ciągu rozumowanie powierzchowne. To dedukcyjne rozumowanie tak zdogmatyzowało zagadnienia, że nie zwrócono uwagi na najprostszą, znaną zresztą w piśmiennictwie, zależność stepu od stosunków glebowych, która to zależność tłumaczy rozmieszczenie stepowej roślinności w sposób bardzo prosty. Stosunki klimatyczne nie są przy tym bez znaczenia, ale wywierają wpływ przede wszystkim pośredni.

Jednym z dogmatycznie uznanych pojęć w geobotanice jest bezdrzewność stepu. Zagadnienie to mam zamiar omówić z przytoczeniem dowodów na innym miejscu. Tu ograniczę się do uwagi, że pod mianem stepu rozumie co innego geografia roślin florystyczna, co innego ekologiczna, a jeszcze co innego fizjognomiczna. Żadne z określeń stepu nie jest przy tym dostatecznie ścisłe. Poszczególne kierunki geografii roślin rozszerzyły, każdy w swój sposób, pojęcie stepu, nie troszcząc się o udowodnienie swego stanowiska. Stworzyło to tak niewiarygodny chaos, że dziś określenie stepu właściwie już nic nie znaczy. Step europejski jest przecież czymś zupełnie różnym od stepu Ameryki, Afryki, czy Australii i to tak pod względem składu florystycznego jak ekologii i fizjonomii. Jediną cechą wspólną jest jego bezdrzewność, a jest to cecha ujemna i zresztą nieistotna. Rośliny tworzące prawdziwy step europejski

rosną bowiem również w lasach i to bynajmniej nie wyjątkowo. Roślinność europejskiego, właściwego stepu, tak jak go pojmują geobotanicy rosyjscy, nie odpowiada właściwie pod żadnym względem ogólnie przyjętym poglądom o stepie a przynajmniej nie odpowiada im zawsze.

Jeden z najpiękniejszych wyników epiontologicznego kierunku w geografii roślin stanowi wyjaśnienie obecności i pochodzenia roślin arktycznych w roślinności górskiej Holarktydy. Zagadnienie to zbadano z dostateczną ścisłością, metodycznie bez zarzutu, tak że wyniki mają pełną moc przekonywującą. Na przykładzie tym wykazano w sposób niewątpliwy wpływ czynników historycznych na skład szaty roślinnej. Droga rozumowania przez analogię przyjęto jednak, że i inne rośliny wykazują wpływ czynników historycznych w swoich zasięgach, mimo że nie posiadamy do takiego założenia dostatecznych podstaw. Szczególnie chętnie przyjmujemy wpływ na dzisiejsze zasięgi roślin różnych zmian klimatycznych w okresie polodowcowym. Nie udowodniono przy tym, że klimat ma tak daleko idący wpływ, nie rozważano, dlaczego zmiany klimatu nie zatarły w zupełności zasięgów istniejących za dawnych okresów klimatycznych, nie mamy też pewności, czy przemiany klimatyczne zachodziły tak, jak je sobie przedstawiamy i czy wywierały taki wpływ na roślinność, jak to sądzimy na podstawie dzisiejszych stosunków. O zmianach klimatycznych sądzimy zaś na podstawie szczątków roślinnych. Mamy więc błędne koło. Brakuje w tym rozumowaniu najważniejszego ogniwa, a mianowicie dowodu zależności zasięgów roślin od stosunków klimatycznych. Ścisłejsze zaś badanie przyczynowe stawia tę zależność pod bardzo dużym znakiem zapytania. Ekologię naszych drzew oceniamy na podstawie ich zasięgów, przy czym popełniamy rażące nieścisłości. Uważa się dąb szypułkowy w porównaniu do buka za wskaźnik klimatu ciepłego i raczej suchego, podczas gdy w rzeczywistości dąb sięga o wiele dalej ku północy niż buk, ten zaś idzie dalej na południe. Bliższe i indukcyjne rozpatrzenie rozmieszczenia tych drzew dowodzi nam, że zależność drzew od klimatu przyjęto zbyt pochopnie i że zależy ono według wszelkiego prawdopodobieństwa nie tyle od klimatu, ile stosunków nawodnienia podłoża. Poglądy na wpływ klimatu i przeszłości geologicznej tak się jednak mocno zakorzeniły, że nie umiemy już rozpatrywać rozmieszczenia roślin ściśle analitycznie. Dyskusja obraca się w błędnym kole, a próby samodzielnego badania i pozbycia się uprzedzeń są w wielu kołach niemal źle widziane. Panuje tu powszechnie dowolność poglądów, brak dowodów, dedukcja, wnioskowanie przez analogię.

Podobne zjawisko widzimy też w najmłodszej gałęzi botaniki, w socjologii roślin. Jest rzeczą powszechnie wiadomą, że pewne rośliny rosną tylko w określonych zbiorowiskach roślinnych. Zamiast rozpatrzyć zjawisko to przyczynowo i w każdym wypadku wyjaśnić je metodami analitycznymi, przyjęto przywiązanie roślin do pewnych zbiorowisk roślinnych

za niemal pewnik, ujęto zagadnienie raczej formalnie. Zasadę tę rozbudowano, rozszerzono na niższe jednostki geobotaniczne, zespoły, wreszcie wysunięto twierdzenie, że zespół po tym się poznaje, że posiada on sobie właściwe gatunki roślin. Ponieważ przekonanie o istnieniu gatunków wiernych i stałych trudno jest pogodzić z rzeczywistością, poświęca się wiele wysiłku na wykazanie słuszności tego zapatrywania. Przyjęto też nie zawsze dostatecznie udowodnione, a przynajmniej niejasne, określenie czynnika socjalnego. Skutek jest taki, że jakiejś obiektywnej, ściśle naukowo uzasadnionej linii wytycznej doszukać się w socjologii roślin bardzo trudno. W nauce tej przyjęto zresztą wiele innych jeszcze nie udowodnionych założeń. Wszystkie prawie kierunki tej dziedziny nauki przyjmują jako pewnik, że najważniejsza jest w każdym płacie roślinności jej najwyższa warstwa czyli piętro roślin. Kilka szkół przyjmuje za rzecz oczywistą istnienie sukcesji. Zapomina się przy tym, że założeń takich nie można przyjmować, a udowodnionych dowolnie rozszerzać, ale należy je w każdym wypadku zbadać. Uogólnienie może być słuszne w zakresie wypadków zbadanych, nie można wszakże twierdzić, a nawet przypuszczać, że w następnym kolejnym wypadku zachodzi to samo.

Uwolnienie się od ogólnie przyjętych w geobotanice poglądów jest jednak rzeczą niewątpliwie niełatwą. Odrzucenie ich spowodowało by próżnię naukową. Możemy je natomiast spokojnie pozostawić na uboczu, o ile znajdziemy metody lepsze, pozwalające badać zjawiska ściślej niż dotychczas. Upieranie się w tym przypadku przy poglądach starych i dawnych metodach pracy byłoby ciężkim błędem. Jeśli nowa metoda da wyniki inne lub inaczej każe się patrzeć na dane zjawisko, należy przeanalizować i zestawić obie metody porównawczo, uprzytomnić sobie, jakimi drogami doszliśmy do dotychczasowych poglądów. Jeśli nowa metoda jest lepsza, należy dawną zarzucić a doświadczenia uprzednio nabyte odnieść do nowej metody.

Obok sposobów naukowego ujmowania zagadnień zaciężyły nad geobotaniką również bardzo poważnie n a w y k i n a u k o w e. Do badań geobotanicznych przystąpić można dopiero po dostatecznym przygotowaniu w zakresie systematyki i fizjologii roślin. Nie jest przecież rzeczą przypadku, że wybitni geobotanicy są również czynnymi systematykami a przynajmniej znawcami świata roślinnego. Systematyka jest nauką czysto opisową, badanie przyczynowe jest jeszcze dla niej prawie że niedostępne. Zadaniem jej jest porządkowanie, opisywanie i nazywanie jednostek systematycznych i to nierzadko nawet w wypadkach, kiedy mamy do czynienia z jednym osobnikiem. Tę skłonność do opisu i nazywania a brak pociągu do przyczynowego ujmowania zjawisk przenoszą systematycy w zbyt szerokim zakresie do geobotaniki. Jest to rzecz zrozumiała, gdyż cała młodość naukowa, długotrwałe przygotowanie się w zakresie systematyki, nastawia umysł na określony, systematyczny sposób myślenia naukowego.

Z tego nawyku wynika w geobotanice mnogość opisów, nazw i określeń, budowanie systemów fizjognomicznych, ekologicznych i florystycznych, wydzielanie zespołów, krain i różnych obszarów geobotanicznych, usiłowanie wtłaczania zjawisk w określony schemat. Najpierw się zjawisko opisuje, nazywa, a dopiero w dalszym ciągu bada — albo też często nie bada. Na skutek zaniedbania analitycznego zbadania podciąga się pod jeden zakres nierzadko zjawiska bardzo różnorodne. Pod jeden element geograficzny czy też genetyczny podciąga się rośliny o najzupełniej różnej ekologii, a więc i rozmieszczeniu, a napewno pochodzeniu i przeszłości. Pod nazwą, na przykład, lasu bukowego rozumie się często najróżnorodniejsze zbiorowiska roślinne, niekiedy posiadające jeden tylko wspólny gatunek — buka. Pod nazwą stepu podciąga się zbiorowiska roślinne o najzupełniej różnym składzie gatunkowym, mimo że właściwy step europejski ma skład florystyczny bardzo wyraźnie określony. Zaznacza się przy tym jakby obawa czy niechęć do badania przyczynowego. W systematyce musimy się na razie ograniczyć do opisu, a tylko pewne zjawiska możemy wyjaśnić przyczynowo. Czynią to zresztą nie systematycy lecz głównie genetycy. W geobotanice natomiast jest nam każde zjawisko zupełnie dostępne do analitycznego i przyczynowego zbadania. Możemy tu zbadać każdy czynnik, każdą roślinę, każdą korelację. Jako geobotanicy musimy sobie ten nawyk systematyków uświadomić, usiłować go ograniczyć, a przyswoić sobie również metody pracy fizjologa, badanie przyczynowe i wyjaśniające. Opis i mianownictwo ograniczyć winniśmy do zakresu istotnie koniecznego.

Pracownik w zakresie ekologicznej geografii roślin wnosi znów do naszej nauki prawie zawsze nawyk pracy fizjologa, a nawet często chemika, przyzwyczajenie do pomiaru i doświadczenia, wyraźną zaś niechęć do metod porównawczych. Metody doświadczalne są niewątpliwie najwłaściwsze i dają wyniki najbardziej przekonujące. W geobotanice napotykamy jednak na zagadnienia bardzo złożone a nie przygotowane metodami porównawczymi. Odpada tu przy tym tak istotna właściwość metod doświadczalnych, jaką jest wykluczanie pewnych czynników lub utrzymywanie ich na jednakowym poziomie. Doświadczenie jest metodą bardzo celową przy opracowaniu zagadnień uprzednio, zwykle przy użyciu innych metod, jasno postawionych, natomiast s z u k a n i e zagadnień drogą doświadczenia jest bardzo często ogromną stratą czasu. Niewłaściwie przeprowadzone doświadczenie czy seria pomiarów może nam dać wyniki pozorne i niewłaściwe. Ekolog i fizjolog wnosi ponadto bardzo dużo czynnika subiektywnego. Patrzy się na roślinę po ludzku, bada ją tak jak zwierzę. Doszukuje się zależności od ciepła, światła, wahań tych czynników, nawodnienia, dostępu powietrza, a więc czynników klimatycznych ważnych przede wszystkim dla zwierząt. Działania innych czynników, często bardzo istotnych, poprostu się nie domyśla. Dla zwierzęcia woda

wapienna a obojętna czy kwaśna, stojąca czy ruchoma, jest niemal tą samą wodą, natomiast dla roślin już niewielka różnica w składzie roztworu wodnego odgrywa ogromną rolę. Nic też dziwnego, że niektórzy geobotanicy lekceważą czynniki ekologiczne, a nawet nie uznają ich wpływu. Nie widzi się zależności od tych czynników, gdyż ujmuje się je niewłaściwie. Droga doświadczenia udałoby się niewątpliwie wykryć wreszcie zależność rozmieszczenia roślin od czynników ekologicznych, jednakowoż taka „metoda prób i błędów” wymagałaby mozolnej pracy wielu pokoleń wszystkich botaników całej kuli ziemskiej, niezwykle wręcz poświęcenia i hartu woli. Większość trudnych i kosztownych doświadczeń musiałoby dawać wyniki ujemne, wątpliwe a nawet wręcz błędne. Tymczasem wykrylibyśmy drogą nader mozolną zależności zazwyczaj proste, zupełnie łatwe do wykrycia metodami porównawczymi, a nawet drogą prostego wnioskowania na tle ścisłego zanalizowania materiału.

Dla oszczędności czasu i sił winniśmy zastosować metody użyte w innych naukach, porównawcze i bezpośrednie liczne spostrzeżenia. Wobec ogromnego znaczenia światła dla asymilacji węgla można by sądzić, że pomiary natężenia światła muszą mieć dla wyjaśnienia zjawisk geobotanicznych duże znaczenie. Tak też sądzi dedukcyjnie wielu geobotaników i dzisiaj, mierzy światło z dużą dokładnością. Tymczasem drogą prostych bezpośrednich spostrzeżeń łatwo jest stwierdzić, że znaczna większość roślin jest na naświetlenie, jak też ogromne jego wahania, stosunkowo mało wrażliwa. Wiele roślin cienistych lasów, jak *Galanthus nivalis*, *Scilla bifolia*, dużo paproci widziałem wielokrotnie na zupełnie bezdrzewnym od wieków stepie, wiele zaś roślin stepowych rośnie w cienistych lasach nawet lepiej niż w pełnym naświetleniu.

Jeśli jako miernik nawodnienia bierzemy bezwzględne, a nawet względne, nasycenie wodą podłoża i powietrza, to trudno się często dopatrzeć wyraźnej od niego zależności w szacie roślinnej. Stopień nawodnienia podłoża zdaje się nawet być czynnikiem niezbyt ważnym. Natomiast już drogą zwykłych spostrzeżeń, a zwłaszcza drogą porównawczą, łatwo jest stwierdzić zależność szaty roślinnej od stopnia nawodnienia i nawapnienia podłoża i od kierunku ruchu wody w glebie. Spostrzeżenia te nasuwają ściśle już określone zagadnienie, zależność szaty roślinnej od stopnia nawapnienia wody glebowej. Pomiar samej ilości wody, jak też samej, statycznej ilości wapna w glebie, nie posiada dla geobotaniki większego znaczenia, natomiast zbadanie obu czynników na raz i w zależności od siebie posiada niewątpliwie niezmierną doniosłość. Sama ilość próchnicy w glebie może nie mieć dla roślin prawie żadnego znaczenia. Ogromna większość roślin stepowych rośnie równie dobrze na czarnoziemiu jak i na prawie czystym marglu lub wapienistym piaskowcu. Wiele roślin rośnie tak dobrze na torfowisku wysokim

jak i na prawie czystym piasku. Nie znamy natomiast ani jednego przykładu rośliny, któraby mogła rósć na próchnicy tak kwaśnej jak i wapnistej, na torfowisku i czarnoziemiu. Rośliny nie odczuwają zatem próchnicy jako takiej, lecz są bardzo wrażliwe na stopień nasycenia jej solami. Dopiero tak postawione zagadnienie wymaga pomiarów i doświadczeń. Przy tym samym stopniu nawodnienia i na tej samej glebie spotykamy często zupełnie różnorodną roślinność, jeżeli jednak uwzględnimy stopień nawodnienia, ruch wody i jego kierunek, czyli s p o s ó b n a w o d n i e n i a, zastanowią nas często już w czasie pracy polowej uderzające zależności szaty roślinnej od tego układu czynników. Jest rzeczą powszechnie wiadomą, że roślinność wykazuje małą zależność od rodzaju gleby, jeśli jednak wziąć pod uwagę rodzaj gleby oraz stopień i sposób jej użyźnienia, możemy łatwo stwierdzić bardzo wyraźną zależność od stosunków glebowych. Tego rodzaju zależności mógłbym przytoczyć wiele, odkładam je jednak do głównej części pracy.

Pierwszą i podstawową czynnością geobotanika musi być opracowanie ekologii gatunku. Zacząć musimy od ustalenia, na jakie czynniki ekologiczne jest każdy gatunek szczególnie wrażliwy, na które mniej, na które wreszcie w danych warunkach jest nieczuły. Prace te musimy przeprowadzić w przyrodzie, a dopiero po zapoznaniu się z tymi wymaganiami staje się celowe badanie szczegółowe. Zachodzi wszakże pytanie, jaką drogą poszukiwać zależności każdej rośliny od poszczególnych czynników, jak określić czynniki dla każdej rośliny ważne i mniej istotne. Wobec ogromnej ilości tak roślin jak i układów czynników wydaje się to zadanie niemal niewykonalne. Trzeba bowiem brać pod uwagę ilość możliwości, odpowiadającą iloczynowi badanych roślin przez ilość i iloczyn czynników ekologicznych. Nie wiadomo przy tym, czy uwzględniliśmy już wszelkie czynniki, przewidzieć ich bowiem nie podobna. Musimy przy tym unikać nawet śladu uprzedzeń, przekonań, sugestii, a często ponadto zwalczać poglądy ustalone; jednym słowem całe badanie oprzeć na zasadzie indukcyjnej. Wydaje mi się, że metoda C z e k a n o w s k i e g o ułatwia nam to zadanie w wysokim stopniu, a nawet w ogóle umożliwia jego przeprowadzenie.

Poglądy uzyskane metodami porównawczymi potwierdzić dopiero możemy, a nawet musimy, doświadczeniami. Doświadczenia te muszą się odbywać w warunkach naturalnych. Ponieważ zaś nie możemy zwykle w geobotanice spełnić zasadniczego warunku doświadczenia, a mianowicie wyłączenia wahań poszczególnych czynników, musi nasze badanie polegać na ścisłej obserwacji doświadczeń, jakie nastawia sama przyroda. Nastawić doświadczenie geobotaniczne uda nam się wyjątkowo. Przeniesienie nawet całego platu roślinnego do pracowni czy ogrodu zmienia najczęściej warunki ekologiczne w bardzo wysokim stopniu. Stąd wyniki doświadczenia bez uprzedniego zbadania porównawczego mogą być zu-

pełnie mylne. Nie podobna na przykład stworzyć w pracowni układu ruchu wód w glebie. Roślina suchych, żyznych i słonecznych siedlisk, o oszczędnej gospodarce wodnej, a więc kserofilna, może w ogrodzie, na podłożu glodnym lub kwaśnym, wykazać wszelkie objawy higrofitu.

Systematyka a geobotanika.

Zanim przystąpię do omówienia metod geobotanicznego badania, zwrócę uwagę na ważne ze względów metodycznych, zagadnienie podobieństwa pomiędzy systematyką a geobotaniką. Wysunięte przez E. Rübela i często omawiane zagadnienie podobieństwa pomiędzy zespołem roślinnym a gatunkiem leży, moim zdaniem, nie w ich podobieństwie istotnym, ale w metodzie, jaką posługujemy się przy wyodrębnianiu tych jednostek. Obie te nauki łączy podobieństwo zagadnienia i sposób naukowego ich rozwiązywania.

Budowa systemu jest czynnością nader złożoną i niezwykle trudną do przedstawienia. Zadaniem systematyków jest ustawienie roślin według ich podobieństwa i wyodrębnianie zgrupowań pokrewnych osobników. Samo opisywanie jednostek systematycznych jest czynnością właściwie uboczną i formalną. Budowę systemu ułatwia współzależność cech albo ich wykluczanie się wzajemne, szczególnie zaś stosunek nadrzędności lub podrzędności jednej cechy w odniesieniu do innych. Budowa systemu wymaga zatem zebrania materiału, wstępnego jego uporządkowania, a następnie wyodrębnienia i rozpatrzenia układu cech systematycznych w stosunku do siebie, ustalenia stopnia ich równoległości lub wykluczania się, nad- i podrzędności w stosunku do siebie i jednostek wyodrębnianych. Najważniejszą przy tym rzeczą jest dobranie drogą indukcyjną odpowiednich dla każdej grupy cech oraz rozpatrzenie każdej rośliny w stosunku do nich. Jest szczęściem dla systematyki, że sprzężenie i wykluczanie się cech, stosunek nad- i podrzędności ma miejsce stosunkowo często, i jest stosunkowo proste. Gdyby zachodziły wszystkie możliwe układy cech, a te byłyby od siebie niezależne, budowa systemu byłaby zupełnym niepodobieństwem. Znamy wszyscy takie grupy roślin, gdzie sprzężenie cech jest bardzo luźne a stosunki nad- i podrzędności bardzo niejasne. Budowa systemu w tych grupach pozostawia ciągle dużo do życzenia. Dość wspomnieć rodzaje *Rosa*, *Rubus*, *Hieracium*, *Thymus*, *Mentha*. Trudność systematyki polega tu z jednej strony na ogromnej ilości kombinacji cech, z drugiej strony na niemożności ustalenia wzajemnej ich nad- i podrzędności. Nie mogąc sobie dać rady z opanowaniem stanu rzeczy, narzuca systematyk najczęściej na opracowane zagadnienia swój osobisty pogląd. Wyodrębnianie jednostek systematycznych jest wówczas bardzo utrudnione albo też system jest niesłychanie zawily i najczęściej mniej lub więcej sztuczny.

Geobotanika ma do pokonania trudności tego samego rzędu, co systematyka trudnych rodzajów, a nawet większe. Osobnikowi odpowiada płat roślinności, czy inna jednostka, zbiór gatunków o zbliżonym rozmieszczeniu lub ekologii, gatunkowi jakieś zbiorowisko roślinne, cechom systematycznym gatunki. Zachodzi konieczność wyodrębnienia jakichś wyższych jednostek geobotanicznych, zwykle zbiorowisk roślinnych. Nie mamy tu wszakże jednostki podstawowej, a mianowicie osobnika, a przynajmniej nie łatwo go ustalić. Poszczególne gatunki płatu roślinnego zachowują dużą samodzielność, tak że wyszukiwanie między nimi równoległości, wykluczania się, stosunku nad- i podrzędności jest nader trudne. Prawdopodobnie nawet w ogóle on nie istnieje, albo jest rzadkością. Nie mając danych ścisłych, przyjmujemy zależności między roślinami w sposób mniej lub więcej dowolny. Opieramy się przy tym na szczupłym zakresie spostrzeżeń, a raz przyjęte poglądy zbyt dowolnie rozszerzamy. Zjawiska stwierdzone w jednej grupie zbiorowisk roślinnych przenosimy dowolnie na podobne lub nawet zupełnie inne. Przyjmujemy na przykład, że istnieją rośliny związane z lasem bukowym, świerkowym czy sosnowym lub też z całą grupą gatunków—zespołem—na podstawie spostrzeżeń w bardzo organicznej części tych lasów. Wydzielenie jednostek geobotanicznych jest więc niezmiernie utrudnione, trudniejsze niż gatunków u *Rosa*, *Rubus* czy *Hieracium*.

Do głównych zadań geobotaniki musi należeć zbadanie wzajemnej zależności gatunków, ich stowarzyszenia się lub wykluczania, nad- i podrzędności oraz stopnia tychże danych, inaczej zgubimy się w mnogości zjawisk. Dopóki nie wiemy, jak się ustosunkowuje roślina każda do obecności innych organizmów i każdej innej rośliny, dopóty będzie wyróżnianie zbiorowisk roślinnych mniej lub więcej szczęśliwym odgadywaniem. To samo zachodzi przy wyszukiwaniu zależności roślin od czynników ekologicznych. Wiązać będziemy rozmieszczenie roślin często z wpływem czynników dla nich nieistotnych, a nie będziemy mieli żadnego sprawdzianu słuszności naszych poglądów.

Praca w dziedzinie systematyki skupia się z reguły w osobie jednego człowieka. Jeden i ten sam pracownik wyodrębnia i układa cechy, gromadzi materiał analityczny i syntezuje go. Obie te czynności są z sobą związane i pozostają, a przynajmniej winny pozostawać, w ścisłej równowadze. Systematyk może nawet nie zdawać sobie sprawy z metodycznej strony swej pracy. Sposób postępowania nasuwa mu sam opracowywany materiał. Systematyków łączy jednolitość zagadnień. Stąd też wyniki prac systematycznych są naogół z sobą porównywalne.

W geobotanice przedstawia się sprawa znacznie gorzej. Jeden pracownik nie jest zwykle w stanie opracować dostatecznej ilości materiału analitycznego a równocześnie tworzyć syntezy, Syntetyk nie zna zwykle

toku myślowego analityka i posługuje się innymi sposobami pracy. Sam przedmiot badań jest o wiele więcej różnorodny, zależność wzajemna wątpliwa, a w każdym razie o wiele mniejsza, niż w obrębie cech u jednostek systematycznych. Ilość układów tak czynników ekologicznych, jak i kombinacji gatunków w poszczególnych płatach roślinności oraz ich niezależność jest bez porównania większa niż cech w obrębie gatunków. Jednolitość zagadnienia musi tu więc zastąpić jednolitość metody. Jak długo każdy badacz będzie postępował dowolnie, stosował metody własne, zabarwione subiektywizmem, i opierał się na własnych lub cudzych poglądach, tak długo właściwa synteza nie będzie możliwa. Podstawowym zatem zadaniem w geobotanice jest opracowanie metody jednolitej, łatwej, możliwie wielostronnej i porównywalnej, gromadzącej materiał analityczny w jeden sposób, przede wszystkim zaś zupełnie obiektywnej.

Geobotanika musi sobie postawić zadanie dalej idące niż systematyka. Ta ostatnia musi być jeszcze na razie nauką głównie opisową. Nie możemy wyodrębnić poszczególnej cechy w sposób fizyczny i poddać jej doświadczeniu niezależnie od rośliny, a badanie pośrednie tychże jest bardzo żmudne. W geobotanice jest to możliwe a nawet nietrudne. Poszczególne składniki zespołu roślinnego, osobnik, daje się zwykle łatwo od niego oddzielić i poddać badaniu. Ograniczanie zatem do opisów jest w geobotanice postępowaniem zupełnie niewłaściwym, a gromadzenie materiału analitycznego bez jego syntezy zupełnie niecelowe. Trudno przypuścić, by dany materiał mógł kiedyś wykorzystać syntetyk, jeśli nie potrafił tego wykonać pracownik analityczny, znający badane zjawiska o wiele dokładniej, niż to może podać w opisie. Cechą prac geobotanicznych winno być badanie przyczynowe, wyjaśniające, analiza winna być zakończona syntezą, a synteza wynikać tylko ze ścisłej analizy. Opis zjawisk ograniczyć należy do rzeczy koniecznych, ściśle stwierdzonych, jak to robi anatomia, fizjologia i inne nauki.

Metody badań geobotanicznych.

Geobotanika jest do dziś nauką dość dziwną. Zakres jej badań jest ogromny, znaczenie tak czysto naukowe jak i gospodarcze bardzo doniosłe, wiele najteższych umysłów poświęca tej nauce całe swe pracowite życie, posiada ona bardzo bogate piśmiennictwo, a mimo to jest jeszcze wciąż nauką początkującą. Dzieła z zakresu geobotaniki, zwłaszcza zaś prace syntetyczne, podręczniki i monografie, są na ogół dość bezładnym nagromadzeniem danych z zakresu klimatologii, gleboznawstwa, opisów krajobrazów roślinnych z domieszką florystyki, ekologii i historycznej geografii roślin. Prace szczegółowe nie mają przeważnie jasno określonego celu badań, ograniczają się często do czystego opisu, gromadzą jedynie surowy materiał, w znacznej mierze naukowo martwy.

Szczególną osobiwością geobotaniki jest usiłowanie rozwiązania zagadnień niezmiernie trudnych, niemal ostatecznych, bez uprzedniego zbadania zjawisk prostych. Usiłujemy odtworzyć wędrówki roślin, zmiany szaty roślinnej w dawniejszych okresach geologicznych, wyjaśnić na podstawie szczątków roślinnych zmiany klimatu, a nie umiemy sobie wytłumaczyć współczesnego stanu roślinności. Wyróżniamy elementy geograficzne i historyczne w szacie roślinnej, wyszukujemy związki pomiędzy odległymi łańcuchami górskimi, mimo że nie umiemy jeszcze wytłumaczyć, dlaczego na jednej górcie rośnie buk, a na drugiej dąb lub jodła, dlaczego jedne rośliny trzymają się tylko na odesobnionych stanowiskach i nie wychodzą na krok dalej, podczas gdy inne rozszerzają swoje zasięgi ze zdumiewającą szybkością. Nie umiemy powiedzieć, dlaczego sosna rośnie na pewnych miejscach wspaniale a kilkadziesiąt kroków dalej wyrasta w sękatę półdrzewo lub nawet nie da się wyhodować; dlaczego niektóre lasy raz wycięte nie dadzą się odnowić nawet tym samym gatunkiem drzewa. Nie wiemy, dlaczego dąb porasta tylko krainy niżowe i niższe zbocza gór Europy środkowej, a sięga daleko na północ, podczas gdy buk, rosnący z reguły powyżej piętra dębowego, a więc jakby mniej wybredny na stosunki ciepłoty, rozciąga swój zasięg właśnie na południe. Dlaczego górną granicę lasu tworzy świerk, a jednak wchodzi na ciepły i już dość kontynentalny Wołyń, podczas gdy gdzie indziej wchodzi właśnie buk na górną granicę lasu. Zagadnienia tego rodzaju nasuwają się przy każdej prawie roślinie, a nie umiemy ich wyjaśnić. Zadawaliśmy się często dość pustym określeniem elementu geograficznego lub historycznego.

Rozpatrywanie zagadnień bardzo trudnych i złożonych bez znajomości zjawisk niejako codziennych jest postępowaniem niewątpliwie niewłaściwym i bardzo niebezpiecznym. Tego rodzaju rozwój naszej nauki musi mieć jakieś przyczyny. Są one niewątpliwie różnego rodzaju. Wydaje mi się, że na takie ujmowanie zagadnień wpłynęły właśnie nawyki systematyków i ekologów roślin, przede wszystkim zaś historyczny rozwój metod badania geobotanicznego. Usiłowano, podobnie jak w systematyce, zbudować w geobotanice najpierw główne zarysy nauki, a później dopiero wykańczać szczegóły. Ekologów uderza zależność wielkich jednostek geobotanicznych od stosunków klimatycznych, wszystkich zaś oślniło wykrycie wpływu epoki lodowej na skład szaty roślinnej. Wspaniałe osiągnięcia poszczególnych dziedzin geobotaniki w zakresie wytłumaczenia wielkich zjawisk skierowały umysły badaczy w jednym kierunku. Żmudne badanie zjawisk codziennych albo zbyt nie pociągało, albo odbywało się pod przemożnym wpływem „wielkiej“ geobotaniki. Rozpatrzmy jednak pokrótce ewolucyjny rozwój badań geobotanicznych. Jeśli przegląd ten będzie nawet jednostronny, to jednak wiele nam wytłumaczy.

Kierunek florystyczny.

Najdawniejszy w geobotanice jest jej kierunek florystyczny. Wyłonił on się z florystyki, ta zaś rozwinęła się z systematyki okresu polinneuszowskiego, z flor miejscowych. Bujny okres systematyki w drugiej połowie osiemnastego i pierwszej połowie dziewiętnastego wieku wyłonił się z ciekawości naukowej, z chęci wykrywania nowych gatunków roślin. Gdy opisano zasadniczo wszystkie nowe gatunki, ciekawość naukowa, chęć odkrywczą, skierowała się na wyszukiwanie nowych stanowisk roślin, zwłaszcza osobliwszych, rzadszych. Typem pracy florystycznej jest do dziś zestawienie roślin rosnących na danym obszarze. Dość osobliwą jest rzeczą, że florystyka taka przetrwała w niezmienionej postaci do czasów dzisiejszych, nie naruszona przez wylaniające się nowe kierunki badań i nowe zagadnienia. Zbiera ona dane o rozmieszczeniu geograficznym roślin bez uwzględniania ekologii, stosunku do podłoża i zbiorowisk roślinnych, bez danych biologicznych. Nie zastanawia się nawet nad tak ciekawym zagadnieniem częstości czy rzadkości roślin i po dawnemu szczególną uwagę poświęca roślinom rzadszym.

Z danych florystycznych można zestawić tylko zasięg rośliny, wyrobić sobie obraz rozmieszczenia rośliny w geograficznej przestrzeni. Obraz ten jest niezwykle jednostronny. Przestrzeń geograficzna jest dla geobotaniki pojęciem tak ogólnym, że właściwie niewiele oznacza. Stąd zasięg rośliny jest zwykle rodzajem łamigłówki naukowej, niezwykle trudnej do rozwiązania naprawdę naukowego. Mimo to badanie zasięgów roślin stało się nauką metodą badania, dało podstawę epiontologii. Analiza zasięgu może dać cenne wyniki naukowe, częściej wszakże są one bardzo bałamutne. Daje ona nam obraz dostateczny zjawiska, a nie wskazuje dróg jego powstawania. Te ostatnie usiłujemy sobie wyjaśnić z obrazu zasięgu. Jest to zaś postępowanie niezwykle niebezpieczne.

Zasięg możemy przyporządkować tylko do geograficznej przestrzeni jako takiej, co najwyżej zaś do rzeźby powierzchni ziemi i dziedzin klimatycznych. Możemy zwykle tylko stwierdzić, że roślina rośnie w górach lub na niżu, w pobliżu morza lub w głębi kontynentów lub też, że jest rozpowszechniona niezależnie od rzeźby lub położenia. Można jeszcze stwierdzić, czy zasięg rośliny jest zwarty czy rozprószony, ciągły czy zerwany, jaki jest stosunek danego stanowiska rośliny do jej ogólnego zasięgu. Stwierdzenie tych danych jest wynikiem niewątpliwie pozytywnym lecz zwykle tylko formalnym. Formalne wyznaczenie zasięgu nie zadawała oczywiście umysłu badawczego, domaga się ono wytłumaczenia przyczynowego. Przyczyn tych zaczęto się doszukiwać w najbardziej nasuwającym się czynniku, a mianowicie w klimacie, wiązać linie zasięgów z różnymi liniami klimatycznymi. Przeciw takiemu postępowaniu nie można oczywiście wysuwać zastrzeżeń. Wiązanie zasięgów z obszarami

klimatycznymi kryje jednak głęboką i zasadniczą trudność metodyczną. Porównujemy tu bowiem dwa bardzo złożone kompleksy czynników bez uprzedniego ich analitycznego zbadania w szczegółach. Klimat nie jest jednolitym czynnikiem, a zasięg też nie jest wynikiem działania jednego czynnika. Dla stwierdzenia zależności rośliny od klimatu konieczna jest znajomość ekologii rośliny, jej wrażliwości na poszczególne czynniki klimatyczne, jej rytmiki wzrostu i rozwoju, z drugiej strony układu czynników klimatycznych na miejscach jej występowania. Niekoniecznie bowiem roślina rosnąca na zachodzie Europy musi być higrofitem, przywiązany do łagodnego klimatu oceanicznego, zaś roślina o zasięgu wschodnim gatunkiem kserotermicznym. Przy ściślejszych badaniach okazuje się, że wiele roślin wyraźnie kontynentalnych, stepowych, należy do wybitnych higrofitów a przyczyny ich występowania w głębi kontynentu nie są bynajmniej natury klimatycznej. Rośliny górskie są w bardzo wielu wypadkach po prostu przywiązane do podłoża skalnego i na tym podłożu rosną również zdala od gór i górskiego klimatu. Występują one na wyniesieniach dlatego, że tam właśnie znajdują podłoże skalne. Rośliny północne rosną najczęściej na podłożu butwinowym, na kwaśnej próchnicy. W wielu wypadkach zależność od klimatu jest wyraźnie pośrednia. Rośliny wyszukują odpowiedni typ podłoża, ten zaś zależy w znacznej mierze od czynników klimatycznych. O ile podłoże roślinie nie odpowiada, to żaden czynnik klimatyczny nic jej nie pomoże. Zagadnienie zależności roślin od czynników klimatycznych wymaga w każdym wypadku bardzo szczegółowego zbadania analitycznego. Dopiero na tej podstawie możemy z pożytkiem naukowym rozważać zasięgi roślinne w zależności od klimatu.

Wyjaśnienie zasięgów roślinnych byłoby o wiele łatwiejsze, gdyby je wnoszono na stosowną podkładkę, mapę odpowiednią do tego celu. Wrysowywanie zasięgów na mapy konturowe jest najmniej właściwym postępowaniem, gdyż nie dostarcza nam podstawy do głębszej analizy. Już wniesienie zasięgu rośliny na mapę z uwydatnioną rzeźbą powierzchni ziemi nasuwa nam wiele wniosków nader niekiedy cennych, szczególnie przy mapach o mniejszej podziałce. Nakreślenie zasięgu, a jeszcze lepiej rozmieszczenia, na przykład buka lub dęba, na zwykłej mapce konturowej może nam dać podstawę tylko do szukania zależności od klimatu. Jeśli zaś wniesiemy rozmieszczenie tych drzew na mapę z uwydatnioną rzeźbą powierzchni, to łatwo stwierdzimy, że buk unika wyraźnie obszarów płaskich a dąb zboczy. Na mapie bardzo szczegółowej stwierdzilibyśmy, że zależność rozmieszczenia buka od wystawy jest bardzo mała, a więc że wpływ czynników klimatycznych nie jest przy tym drzewie na pewno zbyt wielki. Zależność rozmieszczenia roślin od rzeźby powierzchni zaznaczy się jednak tylko u niektórych roślin. U innych uwidoczni się zależność od różnych czynników, od stopnia nawapnienia gleby, jej składu chemicznego i mechanicznego, od stosunków nawodnienia.

Najwłaściwszym postępowaniem byłoby nałożenie zasięgów na specjalnie do tego celu przygotowane szczegółowe mapy z uwidocznionymi stosunkami glebowymi; jednak map takich do dziś nie posiadamy. W wielu wypadkach cenne wyniki da nałożenie rozmieszczenia na zwykłe mapy glebowe, uwzględniające tylko rozmieszczenie gleb, a nie stosunków glebowych. W wielu wypadkach bardzo cenną podkładką jest już mapa geologiczna, zwłaszcza przy rozważaniu rozmieszczenia roślin wapniowych i kwaśnych. Na tle znajomości składu petrograficznego poszczególnych pokładów geologicznych, sposobu ich wietrzenia, układu nawodnienia, który w znacznej mierze zależy od petrografii i tektoniki, możemy sobie z dużym przybliżeniem wypracować mapę s t o s u n k ó w g l e b o w y c h. Możemy wówczas zauważyć, jak wiele roślin towarzyszy odpowiednim typom podłoża, źródłom, stykom warstw, a jak wiele z nich wyraźnie omija pewne typy gleb. Analiza zasięgu na tle takiej mapy da nam wprawdzie tylko wiadomości wstępne o ekologii i przyczynach rozmieszczenia roślin, nie mniej nader cenne. Niejeden zasięg staje się na tle takiej mapy łatwo zrozumiały. Dokładniejsze dane o przyczynach rozmieszczenia da nam jednak dopiero ściślejsze badanie i doświadczenie.

Obok badania zasięgu nasuwa się jeszcze konieczność rozważenia rozmieszczenia rośliny w obrębie zasięgu. Zarys konturowy zasięgu może nam dać bardzo jednostronny pogląd na jego przyczyny. Do wiele ściślejszych wniosków może nas doprowadzić szczegółowe zbadanie rozmieszczenia rośliny na niewielkim nawet obszarze. Wniesienie wszystkich stanowisk rośliny na szczegółową mapę petro- i hydrograficzną jednej góry, może nam dać więcej danych odnośnie przyczyn jej rozmieszczenia, niż zbadanie całego zasięgu na małej mapce konturowej. Dlatego też obie metody badania, zasięgu ogólnego i szczegółowego rozmieszczenia, winny iść równolegle.

Metoda badania zasięgów ma tę ujemną stronę, że nadaje się prawie wyłącznie do badań analitycznych. Możemy z dowolną dokładnością rozpatrzyć zasięgi i rozmieszczenie roślin i odnieść je do poszczególnych czynników ekologicznych czy historycznych, nader zaś trudno z sumy zasięgów poszczególnych roślin wyrobić sobie dostatecznie dokładny syntetyczny obraz roślinności badanego obszaru. Powodem tego jest ogromna trudność dokładnego porównywania zasięgów roślin. Nie ma dwu choćby gatunków roślin o tym samym zasięgu i rozmieszczeniu a porównywanie utrudnia nieregularny ich zarys. Dla wyrobienia sobie syntetycznego obrazu szaty roślinnej musielibyśmy porównać z sobą tysiące zasięgów równocześnie, a zadanie to jest dla umysłu ludzkiego zupełnie niedostępne. Możemy porównać z sobą dwa zasięgi, trudniejsze jest to z trzema, niemożliwe już ze czterema. Można by się pokusić o stosowanie metod statystycznych, podzielić badany obszar na niewielkie odcinki, zebrać co do każdego odcinka dane o poszczególnych roślinach i odcinki

te porównać z sobą, metoda ta zdaje się wszakże nie zapowiadać dostatecznie dokładnych wyników. Każdy obszar, choćby nawet mały płat szaty roślinnej, jest zwykle mocno zróżnicowany pod względem florystycznym i ekologicznym, należy zatem każdy płat rozpatrzyć analitycznie przed porównaniem go z innymi. Musielibyśmy właściwie całe badanie florystyczne i ekologiczne przeprowadzić ponownie. Opieranie się na jednostkach bardziej naturalnych, na określonych fizjograficznie obszarach, byłoby bardziej celowe, prowadziłyby jednak do celu bardzo okreśną i długą drogą. Byłoby najeżone na każdym kroku tak dużymi możliwościami błędów, że wyniki nie stałyby w żadnym stosunku do włożonej pracy i nie byłyby często przekonywujące. Metoda ta nie jest zresztą potrzebna, albowiem posiadamy już o wiele łatwiejsze i pewniejsze.

Porównywanie zasięgów roślin, zwłaszcza powierzchowne, bez uwzględnienia ich ekologii, i wysnuwania na tej podstawie zbyt daleko idących wniosków, jest poza tym postępowaniem z innych jeszcze powodów bardzo niebezpiecznym. Dwie czy więcej roślin o bardzo podobnym zasięgu może posiadać rozmieszczenie zupełnie różne, występować w różnych warunkach ekologicznych, w różnych zbiorowiskach roślinnych, a przyczyny zasięg warunkujące mogą być bardzo różnego rzędu. Łączenie takich roślin w jeden element geograficzny, a zwłaszcza genetyczny, może prowadzić do zupełnie mylnych wniosków.

Geografia roślin florystyczna jest niewątpliwie najważniejszą i podstawową gałęzią naszej nauki, czysto florystyczne badanie nie może być jednak stosowane jako metoda samoistna. Epiontologia jest metodą równorzędną z innymi ale tylko łącznie z nimi. Zasięg rośliny, jego zmiany, wędrówki roślin są zrozumiałe tylko na tle dokładnej znajomości ekologii rośliny i rozmieszczenia czynników dla poszczególnych roślin ważnych i na tle przynależności do odpowiednich zbiorowisk roślinnych. Dopiero na tej szerokiej podstawie można łączyć rośliny według ich zasięgów i rozmieszczenia w wyższe jednostki zbiorowe, typy zasięgów i rozmieszczenia i snuć dalsze naukowe wnioski. Gromadzenie danych czysto florystycznych, w dzisiejszej postaci, winno już raz ustać. Nie oznacza to bynajmniej poniesienia tych badań, musimy je tylko pogłębić, połączyć z badaniami ekologicznymi i socjologicznymi. Taki dopiero materiał nada się nam do przyszłej syntezy.

Kierunek ekologiczny.

Kierunek ekologiczny w geobotanice opiera się na niewątpliwie słusznym założeniu, że roślina może żyć tylko w odpowiednich dla siebie warunkach. Przekonuje nas o tym każde spostrzeżenie w otaczającym świecie, tak na małej przestrzeni, jak i w całym obrazie rozmieszczenia roślinności na kuli ziemskiej. Zadaniem ekologicznej geografii roślin jest

wykazanie, jak działają poszczególne czynniki na świat roślinny i od jakich czynników zależy rozmieszczenie na ziemi poszczególnych roślin i ich zbiorowisk. Zależność rozmieszczenia roślin od czynników zewnętrznych jest w głównych zarysach bardzo wyraźna, w miarę jednak zmniejszania się natężeń tych czynników i w zastosowaniu do mniejszych jednostek geobotanicznych staje się coraz słabsza, a wreszcie zawodzi.

Przyczyny tego stanu rzeczy zrozumieć nie trudno. Ekologiczna geografia roślin usiłuje wyjaśnić rozmieszczenie zbiorowisk roślinnych w zależności od klimatu i gleby, a więc zbioru gatunków roślin od równie złożonego zbioru czynników ekologicznych. Stawia sobie więc do rozwiązania zadanie niesłychanie trudne i złożone, dla umysłu ludzkiego wręcz niedostępne. Zbiorowisko roślinne składa się z reguły z wielu gatunków roślin, z których każdy ma inne wymagania co do poszczególnych czynników ekologicznych. Klimat i gleba są znów bardzo złożonym układem czynników, z których każdy działa na poszczególne rośliny w sposób swoisty, a czynniki te działają przy tym współzależnie. Zbiorowisko roślinne stwarza oprócz tego do pewnego stopnia swoisty klimat i swoiste podłoże. Splot czynników i zależności jest tu tak zawiły, że nie potrafimy go nie tylko badać, ale zdać sobie z nich sprawy. Jeśli czynnik jakiś działa bardzo silnie, niejako przygłusza inne, zależność roślinności od niego jest wyraźna; gdy czynniki zbliżają się do wartości średnich, nie wiadomo, który z nich odgrywa rolę najważniejszą. W tym wypadku, nie mogąc znaleźć właściwego podejścia do zagadnienia, narzucamy przyrodzie pytanie, a więc postępujemy w nieodpowiedni metodycznie sposób. Najczęściej przy tym, według zasad prostego prawdopodobieństwa, stawiamy pytanie niewłaściwe. Innymi słowy, do badań ekologicznych podeszliśmy od nieodpowiedniej strony.

Warunkiem pomyślnego i szybkiego rozwoju ekologicznej geografii roślin jest więc opracowanie właściwej metody badania. Musimy rozwiązywać pytania stawiane nam przez samą przyrodę, zacząć od zależności prostych, później podjąć rozwiązywanie bardziej złożonych, wreszcie zależności te powiązać z sobą. Pierwszym zadaniem musi być zbadanie ekologii każdego gatunku z osobna, następnie rozmieszczenia czynników dla każdego gatunku ważnych, wreszcie rozpatrzyć rozmieszczenie rośliny w stosunku do rozmieszczenia tych czynników. Następnie, po zbadaniu ekologii poszczególnych składników zbiorowiska roślinnego, będziemy mogli rozważać jego ekologię, a wreszcie rozmieszczenie jego, jako całości, w zależności od czynników ekologicznych.

Wobec mnogości zagadnień jest rzeczą konieczną zbadanie przede wszystkim zależności ważnych, istotnych. Mało celową rzeczą byłoby więc szukanie drobnych zależności od klimatu, gdy roślina jest nań mało czuła a wrażliwa jest w wysokim stopniu na pewne składniki w glebie, albo też mierzyć dokładnie ilość wyparowanej przez roślinę wody, gdy

jest ona szczególnie wrażliwa nie na ilość lecz na ruch wody w glebie lub odczyn roztworu wodnego. Pałącym zagadnieniem jest więc opracowanie metody, któraby umożliwiła wykrywanie wymagań ekologicznych poszczególnych roślin, zwracała uwagę na zagadnienia istotnie ważne. Inaczej badania ekologiczne cierpieć będą na bezplanowość, a to pociąga za sobą stratę czasu, sił i niepotrzebne wydatki. W dzisiejszym stanie rzeczy możemy zaś bezplanowość tych badań stwierdzić na każdym niemal kroku.

Niewłaściwe ujmowanie zagadnień, badanie zależności nieistotnych, pozornych, wreszcie zachodzących ale pośrednich, naraża nie tylko na stratę czasu, ale może doprowadzić do wyników mylnych lub pozornych. Przykładem tego jest wiązanie zasięgu drzew na obszarze Europy środkowej i wschodniej z czynnikami klimatycznymi, która to zależność wydaje się zachodzić w niewielkim tylko stopniu. Klasycznym wprost przykładem takiego postępowania jest dopatrywanie się zależności między roślinnością stepową a warunkami kserotermicznymi. Nikt dotychczas nie udowodnił, że wszystkie rośliny stepowe są istotnie kserotermiczne, ani też, że na stepie panują w okresie wzrostu roślin warunki kserotermiczne, a przynajmniej nie udowodniono tego odnośnie do wszystkich stepów i wszystkich stepowych roślin, w szczególności zaś do stepów naszych. Duże wątpliwości budzi już ta okoliczność, że większość roślin stepowych należy do wczesnowiosennych, a na wiosnę na pewno nie panuje na naszym stepie ani posucha ani gorąco. To samo można powiedzieć *mutatis mutandis* o innych roślinach i zbiorowiskach roślinnych.

Dalsza przyczyna wielu niepowodzeń i nieporozumień wynika w naszej nauce z braku współpracy między ekologiczną i florystyczną geografią roślin. Pochodzi to w znacznej mierze z niemożności dostatecznego przygotowania naukowego w zupełnie różnych dziedzinach wiedzy. Badanie ekologiczne przeprowadza się często w zbiorowiskach roślinnych florystycznie niedostatecznie określonych, stąd mają one niewielką wartość. Na skutek powierzchownego zbadania składu roślinnego przenosi się wyniki uzyskane w jednym zbiorowisku na inne, nie bacząc, że chodzi o roślinność odmienną. Przykładem może być znów step. Różne stepy mają zupełnie różny skład florystyczny, ale wyniki badań ekologicznych na jednym stepie przenosi się bez wahania na ogół stepów. Łatwo się zaś przekonać, że nierzadko dwa nawet sąsiadujące płaty roślinności, pozornie jednakowe, mają w rzeczywistości zaledwie kilka gatunków wspólnych. Ekolog zaliczy je zaś do jednego zbiorowiska.

Jest rzeczą powszechnie wiadomą, jak dalece niedostateczne są dla ekologicznej geografii roślin dane stacji meteorologicznych. Klimat miejscowy jest tak dalece różny od ogólnego klimatu danej miejscowości, że możemy mówić o istnieniu na niewielkiej przestrzeni zupełnie różnych klimatów; poza tym poszczególne zbiorowiska roślinne stwarzają swój

własny klimat. Zbocza południowe i północne w środkowej Europie mogą wykazywać, zwłaszcza w pewnych warunkach, tak wielkie, a nawet większe, klimatyczne różnice, niż pobraże Bałtyku i morza Czarnego.

Dopóki nie możemy określić klimatu poszczególnych siedlisk, możemy mówić tylko bardzo ogólnie o zależności roślin od klimatu. Wpływ zmian klimatycznych odbija się niejednakowo na różnych siedliskach, tym bardziej różny wpływ wywierają one na różne gatunki roślin. Wpływ klimatu na przykład na rośliny wczesnowiosenne jest niewątpliwie mniejszy, niż na rośliny wolniej się rozwijające, „letnie“. Nawet duże zmiany klimatyczne nie wywarłyby na zasięg roślin wiosennych wpływu, przesunęłyby tylko okres ich rozwoju na późniejszą porę roku. Wiele tych roślin nie rośnie jednak w górach i na północy, widocznie nie klimat wpływa na ich rozmieszczenie.

Przy rozważaniu wpływów klimatu zapominamy często o okoliczności bardzo ważnej, a mianowicie o łącznym działaniu^o czynników klimatycznych na organizmy. Musimy uwzględniać z osobna różne czynniki klimatyczne ale rozważać łącznie ich działanie i to jeszcze osobno na poszczególne rośliny w różnych warunkach glebowych. Wpływ ciepłoty na rośliny może być tak różnorodny, że zagadnienie tego czynnika nie jest jednolite. Nagrzanie rośliny przez słońce wywrze zupełnie inny wpływ na tę samą roślinę przy dostatecznym dostępie wody niż przy jej niedostatku. O zależności tej w dużej skali, przy rozważaniu pustyni, lasu i stepu wiemy bardzo dobrze, nie zawsze jednak bierzemy ją pod uwagę w zjawiskach drobnych. Na jednostajnym pozornie zboczu nawet nie domyślamy się podcieku wody, obecności drobnych źródełek, poziomu wód glebowych, roli płytkiego czy głębokiego podglebia. Dla określenia klimatu dla celów geobotanicznych należałoby zastosować osobne, bardzo wielostronne i żmudne pomiary w długich okresach czasu, przy czym należałoby mierzyć jednocześnie wszystkie czynniki ekologiczne. Przy porównywaniu klimatów należałoby brać również pod uwagę wszystkie czynniki klimatyczne równocześnie. Porównywanie i wyodrębnianie klimatów byłoby możliwe tylko przy zastosowaniu metody analizy różniczkowej. W dzisiejszym stanie rzeczy nie możemy o takich badaniach nawet marzyć. Na szczęście nie są one w naszych warunkach zbyt pilne. Badanie ściślejsze wykazuje bowiem, że rośliny naszej szerokości geograficznej są na czynniki klimatyczne w zakresie zmian u nas zachodzących stosunkowo mało wrażliwe. Odczuwają je wyraźnie dopiero przy nadzwyczajnym ich natężeniu, to zaś zachodzi u nas tylko wyjątkowo.

Wobec trudności badań klimatycznych bezpośrednio, nasuwa się metoda badania pośredniego, porównawczego. Można na przykład z dość dużym przybliżeniem porównywać stosunki klimatyczne zależnie od wystawy stoków. Zbocze z wystawą południową jest u nas niewątpliwie cieplejsze, najbardziej kontynentalne, północne najchłodniejsze i o małych

wahaniach ciepłoty. Zakres takiej skali możemy niejako przedłużyć, biorąc pod uwagę zbocza północne mocno ocienione, a więc jary i zbocza wązszych dolin, z drugiej strony południowe stoki zasłonięte od dostępu wiatrów zachodnich i północnych, a więc kotlinki i odpowiednie załamania dolin rzecznych. Zachodzą w tych warunkach duże różnice w stopniu nasłonecznienia, wahaniach ciepłoty, wilgotności powietrza a nawet w całym klimacie i w całym okresie rocznym. Stoki zachodnie i wschodnie są oczywiście pośrednie. Gdyby zwrócono uwagę na roślinność w różnych wystawach i warunkach miejscowych, nie poświęcono by tyle czasu na doszukiwanie się związku pomiędzy klimatem a szatą roślinną.

Drugą grupę czynników ekologicznych stanowi dla rośliny podłoże. Jakkolwiek należy się już zgóry spodziewać, że czynniki glebowe mają na roślinność wpływ bardzo daleko idący, to nie udało się pod tym względem wykryć dotychczas w geobotanice wyraźnych zależności. Stwierdzono, podobnie jak przy klimatologii, jedynie zjawiska najbardziej bijące w oczy. Wyróżniono roślinność solankową, błotną, wodną, wydmową, leśną. Przy dalszych badaniach okazuje się, że stosunki zależności od gleby są bardzo niejasne. Step porasta czarnoziemy, podłoże skalne i lessowe. Las rośnie na najróżniejszych glebach, od wapieni i piasków po gliny i rędziny; to samo mamy przy łąkach i borach. Brak zależności wynika znów ze wspomnianych już powyżej przyczyn. Stosunki glebowe są zbiorem czynników, roślinność jest również zbiorem. Zależność jednego zbioru od drugiego dałaby się stwierdzić tylko po wyróżnieniu zbiorowisk roślinnych na podstawie ściśle obiektywnej i gleb na takiej samej podstawie. Jeden i drugi zbiór czynników należałoby uszeregować według ich podobieństwa, podobieństwo to zaś musiałoby opierać się na czynnikach istotnych dla roślin. Dotychczas nie umieliśmy spełnić ani jednego z tych założeń. Nic więc dziwnego, że udało nam się dotychczas stwierdzić pewne tylko zależności i to na małych odcinkach zagadnienia, zwykle tylko przy bardzo mocnym natężeniu jakiegoś czynnika. Wobec braku ścisłej metody badania zagnieździły się w ekologicznej geografii roślin poglądy w drobnej tylko części słuszne. Na podstawie niewielkiego zakresu spostrzeżeń utarło się twierdzenie, że step występuje na czarnoziemiu i lessie, że less jest podłożem nieodpowiednim dla lasu, mimo, że codzienne spostrzeżenia zadają temu kłam. Ścisłejsze metody badań wykazują, że między roślinnością a stosunkami glebowymi zachodzi bardzo ścisła zależność. Drogi wykrywania tej zależności podam poniżej.

Kierunek ekologiczny wniósł do geobotaniki metody badania przy czynowego. Jakkolwiek chwilowo nie sprostał wszystkim zadaniom, to do niego należy przyszłość geobotaniki. Musi on tylko nawiązać ścisłą łączność z innymi kierunkami geobotaniki i zastosować właściwe metody, przede wszystkim zaś zerwać z dedukcyjnym myśleniem. Dobór właściwych metod dotyczy nie tylko badania ekologii roślin ale i czynników

ekologicznych. Zastosowanie metod czysto meteorologicznych, fizjologicznych i gleboznawczych zwykle nas nie daleko zaprowadzi. Wypracować sobie musimy na tle tych nauk metody własne, badać we właściwy sposób czynniki dla roślin istotne. Zwykle, na przykład, badanie gleby może dać wyniki dla geobotaniki zupełnie nieważne. Ponieważ nie potrafimy stworzyć warunków odpowiednich w pracowni, musimy badania przeprowadzać na naturalnym stanowisku rośliny, przy uwzględnieniu wszystkich możliwych czynników. Uwzględnić musimy przy tym wpływ rośliny na podłoże, jej długotrwały pobyt na danym miejscu, a tym samym jednostronne wykorzystanie gleby, wreszcie znaczną zdolność przystosowania się rośliny do otoczenia. Badanie doświadczalne w tych warunkach musi być jeszcze bardzo odległe. W dzisiejszym stanie rzeczy musimy stosować przede wszystkim zbieranie dużej ilości spostrzeżeń i pomiarów porównawczych.

Kierunek socjologiczny.

Obok florystycznego i ekologicznego rozwinął się, zwłaszcza w ostatnich czasach, kierunek geobotaniki zwany socjologią roślin, nauka o zbiorowiskach roślinnych.

Dzieje tego kierunku, czy osobnej nauki, zostały już dostatecznie naświetlone, stąd możemy je pominąć. Ciekawy jest początek tej nauki o tyle, że powstał z trudności florystycznego opisu tych zbiorowisk. Humboldt oparł się na wyróżnionych przez siebie formach życiowych właściwie z powodu nieznamości roślin. Kierunek ten, początkowo fizjognomiczny, przerodził się z wolna w dedukcyjnie ekologiczny, a wreszcie przyjął za podstawę skład gatunkowy zbiorowisk. Równoległe z tymi przemianami stosowano coraz to ściślejsze metody, a cały kierunek przeszedł od ekologów w ręce raczej systematyków.

Jedną z przyczyn bujnego rozwoju tego kierunku jest niewątpliwie próba wyjaśnienia zjawisk geobotanicznych od jeszcze innej strony. Wobec ogromnej trudności analizy zjawisk geobotanicznych, a jeszcze większej trudności ich syntezy, nasuwa się zagadnienie uproszczenia całego zadania, a mianowicie zbadania jednostek geobotanicznych w przyrodzie istniejących, a więc zbiorowisk roślinnych. Przyroda stwarza sama syntetyczne jednostki szaty roślinnej, należy je tylko zbadać i naukowo wyjaśnić, nawet bez uprzedniej analizy szczegółów. Można też te zbiorowiska zbadać analitycznie. Zadanie wydaje się łatwiejsze niż drogą syntetyzowania poszczególnych zjawisk geobotanicznych. Zbiorowisk roślinnych jest bez wątpienia mniej niż gatunków roślin. Zamiast dziesiątków tysięcy gatunków mamy w Europie prawdopodobnie tylko kilkanaście, a najwyżej kilkadziesiąt, formacji roślinnych a każda z nich obejmuje niewielką ilość zespołów. Gdybyśmy jednostki te potrafili wyodrębnić, wy-

jaśnić przyczynowo, zbadać ich skład roślinny i rozmieszczenie, mielibyśmy wytłumaczenie ogromnego zakresu zjawisk geobotanicznych a jednocześnie podstawę do badań szczegółowych na tle szerszego obrazu.

Socjologia roślin natrafiła jednak od razu na ogromne trudności, przede wszystkim przy wyodrębnianiu zbiorowisk roślinnych. Trudności są tego samego rodzaju, co w kierunku florystycznym i ekologicznym. Wyróżnienie wielkich, zasadniczych, zbiorowisk nie przedstawia większych trudności, rosną one jednak w miarę opracowania szczegółów, przy jednostkach niższych. Świadczą o nich wysiłki i metody pracy poszczególnych szkół socjologicznych. Prawie każda z nich szuka wszelkich możliwych sposobów, na różnych zasadach się opiera i inaczej wydziela zbiorowiska roślinne. Wobec tego stanu rzeczy właściwe badanie zbiorowisk posuwa się bardzo wolno naprzód, a cały prawie wysiłek idzie na wyodrębnianie i opisywanie wyróżnionych jednostek. Zaznacza przy tym swój ujemny wpływ nawyk systematyków formalnego opisywania i wyróżniania jednostek. Wszyscy szukają, zgodnie ze swym przyzwyczajeniem, jednostek podobnych do systematycznych, które, jak się niżej przekonamy, nie istnieją w rzeczywistości, a raczej istnieją tylko w ujęciu statystycznym. Doszliśmy powyżej do wniosku, że jakkolwiek istnieje duże podobieństwo zagadnienia pomiędzy systematyką a wyróżnianiem zbiorowisk roślinnych, to istnieją między tymi naukami duże różnice i przenosić pojęć ani postępowania metodycznego nie można. Nie zdajemy sobie przy tym sprawy, że jednostek geobotanicznych zwykłymi metodami obiektywnie i ściśle wyróżnić nie podobna, przechodzi to bowiem siły umysłu ludzkiego. Ponieważ nie mieliśmy sposobu przezwyciężyć tych trudności, usiłujemy je ominąć. Bliższe rozważanie metodyki poszczególnych szkół wykazuje, że każda z nich zмага się z tą samą trudnością. Nie mogąc dać sobie rady z trudnościami, opracowują metody uproszczone. Najczęściej stosuje się przy tym zasadę *pars pro toto* a więc postępuje tak samo jak systematyka. Podczas gdy jednak w systematyce jest to możliwe dzięki sprzężeniu i nadrzędności cech, to w geobotanice najczęściej zawodzi. W systematyce roślin kwiatowych opieramy się na budowie kwiatu a inne cechy uważamy za mniej ważne. W geobotanice poszukujemy gatunków ważnych i usiłujemy oddzielić je od mniej istotnych. Poszczególne szkoły uważają za ważne różne cechy zbiorowisk roślinnych i na ich tle je wyróżniają. W rzeczywistości wszystkie te podstawy są niewłaściwe, albowiem sama zasada opierania się na gatunkach rozpoznawczych, wiernych, stałych czy panujących nie jest metodycznie niczym uzasadniona, jest po prostu nawykiem przyswojonym z systematyki.

Jest rzeczą wysoce znamiennej, że żadna ze szkół socjologicznych nie zastosowała się w całości przy wyróżnianiu zespołów roślinnych do uchwał kongresu botanicznego w Brukseli, bo zastosować się nie mogła.

Nie mniej znamiennej okolicznością jest niezwykle trafne określenie zespołu przez tenże kongres. Dla wyróżnienia zespołu należy bowiem porównać z sobą z dużą dokładnością wielką ilość płatów roślinnych przy uwzględnieniu wszystkich gatunków roślin. Tymczasem możemy porównać tylko trzy płaty roślinne z sobą przy uwzględnieniu wszystkich gatunków lub większą ilość płatów przy uwzględnieniu dwu lub trzech gatunków roślin. Jak radzić sobie z trudnościami zachodzącymi przy tych porównaniach, tego nikt nie potrafi wyjaśnić.

Stosując zasadę *pars pro toto*, postępują różne szkoły różnie. Najprostsza zasada, to opieranie się przy wyróżnianiu zespołów roślinnych na roślinie najbardziej na danym miejscu rozpowszechnionej, panującej. Zasadę tę stosuje się dość często, częściej niż poszczególne szkoły się do tego przyznają, zwłaszcza gdy chodzi o piętro drzew. Wydaje się ona zresztą oczywista i jest często słuszna. Zasady tej jednak nie można stosować powszechnie, choćby dlatego, że istnieje wiele zespołów roślinnych bez wyraźnej rośliny panującej. Przy obecności gatunków rosnących płatami ujmiemy dane zbiorowisko różnie, zależnie od wielkości badanego płatu, jako dwa lub więcej zespołów albo też jako jeden. Największe niebezpieczeństwo leży jednak w tym, że przy tej samej roślinie panującej może skład reszty gatunków być bardzo różnorodny, tak że trudno wówczas mówić o zespole roślinnym. Wystarcza jako przykład przytoczyć szuwarę z *Phragmites communis*. Roślinie tej może zależnie od warunków towarzyszyć bardzo różne skupienie gatunków. Runo leśne o jednakowym składzie może się osiedlać w najróżniejszych lasach: bukowym, dębowym, świerkowym, mieszanym. Borówka rośnie, jako roślina mniej lub więcej panująca tak na torfowiskach, jak i w borach sosnowych suchych i wilgotnych, niekiedy w dębinach i buczynach, pospolicie w borach świerkowych, w kosodrzewinie, tworzy też zwarte skupienia w wyższych położeniach górskich. Łączenie zbiorowisk roślinnych z panującą trzcina lub borówką w jeden zespół doprowadziło by do wyróżnienia zbiorowisk zupełnie nieistniejących. Do podobnego wniosku dochodzimy przy połączeniu z sobą w jakąś jednostkę wszystkich buczyn, dębin lub świerczyn. W niektórych wypadkach obfitość pewnej rośliny zielnej lub drzewnej warunkuje zespół i przy obfitości danej rośliny możemy istotnie mówić o określonym zespole. Obliczenie stosunków podobieństwa dowodzi jednak, że niektóre płaty, mimo panowania danej, wysoce dla zespołu znamiennej rośliny, różnią się składem reszty roślinności. Opieranie się zatem na gatunkach panujących jest zasadą bardzo często złudną. Można ją stosować jako postępowanie tymczasowe i przybliżone. Możemy mówić o stepach ostnicowych (*Stipetum pennatae*), o zbiorowiskach naskalnych z *Festuca glauca*, pod tym mianem możemy jednak rozumieć tylko skupienia roślinne z obfitym występowaniem danej rośliny. Możemy się oprzeć na gatunkach panujących w geobotanice stosowanej, zresztą

w mierze ograniczonej, dla określenia typu lasu, łąki i pastwiska, gdy rośliny towarzyszące nie odgrywają większej gospodarczej roli.

Bardzo się rozpowszechnił, a nawet niemal ogólnie przyjął, pogląd, że najważniejsze jest w szacie roślinnej najwyższe piętro roślinności w lesie więc piętro drzew. Drzewo w lesie jest niewątpliwie rośliną panującą. Pogląd ten opiera się na dość dowolnym i w znacznej mierze z góry przyjętym założeniu, że piętro najwyższe wpływa przez ocienienie, wytwarzanie swoistego klimatu, odkładanie ściółki i inne czynniki w stopniu bardzo daleko idącym na roślinność niższych pięter. W głównej części pracy o krawędzi Podola będę mógł udowodnić, że pogląd ten jest w wysokim stopniu niesłuszny. Piętro drzew, podszycie, krzewy i roślinność zielna są od siebie prawie zupełnie niezależne. Wprawdzie w lesie o określonym składzie piętra drzew powtarza się najczęściej pewien skład runa; wynika to jednak z czynnika trzeciego, a mianowicie odpowiednich stosunków glebowych. Przyczynowej zależności pomiędzy piętrami roślinności stwierdzić się nie daje. Podział szaty roślinnej według piętra drzew byłby słuszny tylko przy założeniu, że roślinność drzewiasta jest ważniejsza od podszycia i runa. Pogląd taki jest może słuszny w leśnictwie, a i to tylko częściowo, w geobotanice czystej nie można go uznać. Podział lasów na sosnowe, dębowe, świerkowe i inne i mianowaniu ich według panującego drzewa doprowadza do tego, że w skrajnych wypadkach łączy zbiorowiska roślinne tylko dany gatunek drzewa. Nie ma wówczas zespołu, nazwa jest nieuzasadniona, prowadzi do pomyłek i niejasności.

Odmienne stanowiska co do roli poszczególnych pięter roślinność zajmuje C a j a n d e r, mianowicie za najważniejsze uważa on runo leśne i według niego określa typ lasu. Pogląd ten jest słuszny w jednostajnych lasach północnej Europy i ma tam pełne uzasadnienie, mniej nadaje się już do stosunków środkowo-europejskich, gdzie tak piętro drzew, jak i runo jest bez porównania więcej urozmaicone. W poglądzie C a j a n d e r a tkwi bardzo słuszne założenie, że runo określa stosunki glebowe. Wobec płytkiego zakorzenienia zależy ono jednak o żyźności wierzchnich warstw gleby i nie przesądza bynajmniej składu piętra drzewnego. Określa ono natomiast warunki życia drzew, szybkość przyrostu, wysokość i wykształcenie się strzały, wartość drewna oraz warunki odnowienia lasu. Podział taki ma więc dużą wartość gospodarczą. Przy urozmaiconych drzewostanach napotyka zastosowanie metody C a j a n d e r a na bardzo duże trudności. W dalszym ciągu będę miał sposobność wykazać, że przy odpowiednim opracowaniu zbiorowisk roślinnych, da się wiele poglądów C a j a n d e r a zastosować i u nas.

Nie próbowano się opierać, o ile mi wiadomo, przy wyróżnianiu zbiorowisk roślinnych na średniej warstwie, na krzewach, mimo że może ona najlepiej by się do tego nadawała. Wobec niezależności pięter roślin-

ności jest jednak wszelki podział, oparty na jednym piętrze, zawsze jednostronny. Opieranie się na gatunkach panujących w jakimkolwiek piętrze przypomina postępowanie niedoświadczzonego systematyka, który bierze pod uwagę cechy łatwo widoczne a pomija inne, dla doświadczzonego pracownika ważniejsze.

W sposób zbliżony, choć metodycznie ściślej ujęty, na zasadzie stałości występowania gatunków, wyróżnia zespoły roślinne szkoła skandynawska. Gatunek panujący jest zwykle równocześnie stały, stąd też opieranie się na gatunkach panujących i stałych prowadzi często, choć nie zawsze, do zbliżonych wyników. Dzięki opracowaniu ścisłych prawideł jest wyróżnienie tą metodą zespołów roślinnych łatwe i niemal mechaniczne. Słabą stroną tej metody jest małe uwzględnianie roślin rzadszych. Niewątpliwie gatunki stałe, a więc z natury rzeczy w danym zbiorowisku rozpowszechnione, są dla płatu roślinnego najważniejsze. Istnieją jednak niewątpliwie zespoły pozbawione gatunków stałych. Gatunki stałe, a więc rozpowszechnione, odznaczają się zwykle dużą rozpiętością ekologiczną, tym samym niezbyt ściśle określają czynniki ekologiczne. Łatwo też jest zaliczyć do jednego zespołu płaty roślinności w znacznym stopniu od siebie różne. Z takiego ujęcia zespołu wynika twierdzenie niektórych autorów skandynawskich, że zespół nie jest warunkowany czynnikami ekologicznymi. Ujemną stroną tej szkoły jest również zbyt duża ilość wyróżnianych zespołów, gdyż już niewielka zmiana stosunków ilościowych upoważnia do wyodrębnienia nowej jednostki. Największa niedogodność polega jednak na tym, że zespoły bardzo jest trudno między sobą porównać, gdyż są one niejednakowej wartości a ujęcie ich jest często zbyt jednostronne. Bez możliwości ścisłego porównywania zdjęć i zespołów oraz doszukiwania się zależności między szatą roślinną a warunkami ekologicznymi jest badanie przyczynowe prawie niemożliwe. Stąd też przewaga opisów u zwolenników tej szkoły, wyróżnianie ogromnej ilości zespołów, o których ekologii zwolennicy tej szkoły mogą powiedzieć bardzo niewiele.

Szkoła skandynawska przypomina w wysokim stopniu metody systematyki sztucznej. Na podstawie sztywnego, przyjętego pravidła włącza się jednostki badane w odpowiednie przedziały. Jest dość znamienne rzeczą, że szkoła ta powstała w kraju, gdzie powstał najlepszy system sztuczny. W geobotanice oddaje on też podobne wyniki, jak system sztuczny w systematyce. Nadaje się do opisu, mniej do badań wyjaśniających.

Na dokładniejsze omówienie zasługuje metodyka szkoły francusko-szwajcarskiej i to z wielu powodów. Metody tej szkoły przypominają w wysokim stopniu sposoby pracy stosowane w systematyce naturalnej. Niewątpliwie nie jest znów przypadkiem, że narody, które wydały twórców systemu naturalnego, wypracowały również najbardziej głębokie metody badania zbiorowisk roślinnych. Zbiorowiska roślinne wyróżnia ta szkoła nie na podstawie sztywnego schematu, lecz w każdym wypadku

wyszukuje cechy rozpoznawcze zespołu na podstawie długiej i mozolnej analizy dużego materiału. Usiłuje wynaleźć cechy rozpoznawcze, gatunki roślin dla danego zbiorowiska najbardziej istotne. Gatunki te są, jak cechy systematyczne nieraz trudne do uchwycenia, niełatwe do udowodnienia a często nieobecne. Posługiwanie się tą metodą wymaga dużego doświadczenia, przenikliwości, ostrożności a nieraz domysłu. Z samej natury rzeczy pozostawia pole do dowolności i nie wyklucza subiektywizmu.

Metoda szwajcarsko-francuska ma poza tym te same braki u podstawy co i inne szkoły. Opiera się przy wyróżnianiu zespołów na części gatunków, przede wszystkim na gatunkach swoistych, wiernych. Najlepiej mają określać zespół gatunki wierne, dlaczego wszakże tak jest, czy ma być, tego dotychczas przekonywująco nikt nie wyjaśnił. Dobór gatunków wiernych pozostawia duże pole dowolności. Metodami tej szkoły trudno również ocenić wartość jednostek wyróżnianych. Trudno powiedzieć, czy wyróżnia się drobną jednostką czy dużą, a nie ma żadnej metody do ich oceny obiektywnej. Przede wszystkim zaś nie daje ilościowej miary dla określenia stopnia podobieństwa i różnicy pomiędzy zdjęciami i zespołami. W tych warunkach można, a nawet musi się, zespoły wyróżniać w znacznej mierze intuicyjnie, tak zaś wyróżnione jednostki nie mają mocy przekonywującej.

Metodycznie najslabszą, choć na pierwsze miejsce przez tę szkołę wysuwaną stroną, jest znaczenie, określanie, wyróżnianie i ocenianie gatunków wiernych, charakterystycznych. Gatunki te wyróżnia się na tle wyróżnionych zespołów, zespoły ocenia na podstawie tych gatunków. Cała szeroka na ten temat dyskusja i polemika wydaje się być właściwie jednym wielkim nieporozumieniem. Wbrew twierdzeniom szkoły francusko-szwajcarskiej i jej metodycznym założeniom, jest zagadnienie gatunków wiernych, moim zdaniem, mało istotne, jest raczej balastem utrudniającym stosowanie metody. Wyszukiwanie gatunków wiernych i ocenianie stopnia ich wierności sprawia wiele kłopotu i jest postępowaniem właściwie dowolnym, nie dającym się ani udowodnić, ani zaprzeczyć i nie przynosi naukowego pożytku. Wyróżnianie jednostek geobotanicznych odbywa się w tej szkole w istocie rzeczy drogą bardzo złożonych procesów psychicznych, podobnie jak przy opracowaniu systemu trudnej grupy. Z tych procesów nie zdajemy sobie zwykle nawet sprawy i nie potrafimy ich opisać. Przyznają się do tego sami socjologowie roślin, twierdząc, że „warunkiem owocnej pracy jest posiadanie zmysłu socjologicznego”. Nie można tu podać sposobu wyróżniania zespołów, jak nie można podać recepty na opracowanie monografii systematycznej. Szkoda tylko, że z tego nie zdajemy sobie sprawy a zasłaniamy rzeczywistość skomplikowaną metodą pozorną.

Wspaniałe wyniki zawdzięcza szkoła szwajcarsko-francuska nie tyle

swjej metodzie, ile potężnym umysłem swych twórców i niemniej wybitnych współpracowników, a także bogatej i urozmaiconej roślinności badanych obszarów. Zgodność poglądów wynika w znacznej mierze z sugestii. Zastosowana niewłaściwie, a nawet tylko samodzielnie, doprowadza ta metoda do wniosków odmiennych od ogólnie przyjętych i nawet u utalentowanych pracowników daje wyniki jednostronne. Nie ma zaś sposobu wykazania słuszności lub niesłuszności w pracy. Mała obiektywność metody skłania do upierania się przy raz wypowiedzianych poglądach i prowadzi do dogmatyzmu. Wartość każdej metody jest proporcjonalna do jej prostoty i ścisłości. Widoki powszechnego zastosowania może mieć tylko metoda dostępna dla każdego, przekonująca, zupełnie obiektywna a ścisła. Inaczej będzie częściowo nauką a częściowo sztuką, dostępną tylko dla niewielu.

Szkoła szwajcarsko-francuska może się poszczycić dużymi wynikami. W ciągu paru dziesiątków lat zdołali jej pracownicy wyróżnić i opisać ważniejsze zbiorowiska roślinne Europy środkowej, a częściowo i południowej, tak że można się już pokusić o syntetyczne opracowanie szaty roślinnej tej części świata. Uporawszy się do pewnego stopnia z trudnościami wyróżniania zbiorowisk roślinnych, usiłuje je wytłumaczyć przyczynowo, powiązać z czynnikami glebowymi, klimatycznymi, przyczynami historycznymi, rozpatruje zmienność zbiorowisk w zależności od rozmieszczenia geograficznego. Socjologia roślin zaczyna tu już rozsądzać swe ramy. Z samostatnej nauki przechodzi znów w dawną geobotanikę. Wyróżnianie zespołów roślinnych przestaje powoli być celem samym w sobie, staje się raczej metodą pracy geobotanicznej. Do tego stopnia rozwoju posunęła się dotychczas na większą skalę tylko szkoła omawiana. Dowodzi to, że jej jednostki geobotaniczne zbliżają się do rzeczywistości. Można nawet mieć pełną nadzieję, że w dalszym swym rozwoju potrafi ta szkoła stworzyć opartą na szerokich podstawach wszechstronną i zupełnie obiektywną metodę pracy.

Wyniki swe zawdzięcza ta szkoła zastosowaniu metod indukcyjnych. Gdzie opuszcza ona te metody, a stosuje dedukcję, zaznaczają się od razu i u niej słabe strony. Takim dedukcyjnym w znacznej mierze jest i tu pojęcie zespołu roślinnego. Również i ta szkoła nie potrafiła dotychczas wyjaśnić, czym jest właściwie zespół roślinny. Dlaczego rośliny raz skupiają się w zespoły, a kiedy indziej prawie ich nie tworzą, dlaczego zespoły te są raz wyraźne, to znowu słabo się zaznaczają. Dlaczego jedne gatunki są stałe lub wierne, a inne nimi nie są, dlaczego zachowują się one różnie w różnych zbiorowiskach roślinnych a nawet w tym samym zbiorowisku na różnych jego miejscach. Określenie tych zjawisk jako biotyczne czy socjalne jest w dzisiejszym stanie rzeczy rozumowaniem dedukcyjnym. Wyjaśnienie tego zagadnienia można by odsunąć na później, do czasu zebrania dostatecznego materiału analitycznego, po-

dobnie jak to ma miejsce z określeniem gatunku. Ten stan rzeczy jest jednak bardzo niekorzystny, bo utrudnia nam przyczynowe ujmowanie zjawisk, ostateczny cel każdej nauki.

Każdy prawie zespół roślinny wykazuje dużą zmienność, zwłaszcza gdy jego zasięg jest rozleglejszy. Jedne gatunki poszczególnych zespołów mają rozmieszczenie szerokie, inne ograniczają się do części jego zasięgu. W miarę przesuwania się zasięgu jedne gatunki zanikają, inne się pojawiają albo też jeden zastępuje drugi. Zjawiska te możemy opisywać, ale nie potrafimy ich zwykle wytłumaczyć. Nie wiemy, czy przyczyny tego są ekologiczne, biotyczne, historyczne, czy inne. Żadna z metod nie daje nam podejścia do obiektywnego tłumaczenia tych zagadnień. W następstwie tego, badania, nie są skoordynowane i nie wiążą się w całość.

W krótkim naszym i bardzo powierzchownym przeglądzie metod geobotanicznego badania mogliśmy stwierdzić, że próbowano w naszej nauce wszystkich dostępnych sposobów, włożono ogromną ilość wysiłku i talentu, a wciąż jesteśmy dalecy od przyczynowego wytłumaczenia zjawisk. Widzieliśmy, że stosowane metody wciąż są niezadowolające, niedostosowane do ogromu zagadnień. Należy zatem szukać metody lepszej, któraby podolała zadaniom. Winna ona być ściśle indukcyjna, łatwa a jednak wszechstronna, wykorzystać dotychczasowe doświadczenia i wyniki badań, a unikać ich błędów. Musi ona być równocześnie analityczna i syntetyczna a wyniki jednej i drugiej strony badania muszą pozostawać w ścisłym związku, wzajemnie się równoważyć i uzupełniać. Do rozwikłania splotu zagadnień i ich uporządkowania zdają się nadawać przede wszystkim metody statystyczne, podobnie jak we wszystkich zagadnieniach bardzo zawiłych. Zanim jednak przystąpimy do omówienia odpowiadającej naszym założeniom metody, musimy się zastanowić nad zakresem, istotą i zadaniami geobotaniki.

Zakres i zadania geobotaniki.

W zakres geobotaniki wchodzi wszystkie zagadnienia dotyczące rozmieszczenia roślin w geograficznej przestrzeni. W ten sposób pojmował zadania naszej nauki jeden z wielkich jej twórców, A. G r i s e b a c h i wszyscy zasadniczo się na takie ujęcie zdają godzić. Każde badanie naukowe składa się z opisu i wyjaśnienia zjawisk. Sam opis nie jest jeszcze nauką, jest tylko gromadzeniem materiału naukowego. Zadaniem nauki jest sprowadzenie mnogości zjawisk do możliwie niewielkiej ilości praw, wykrycie stosunku przyczyny do skutku i wzajemnej zależności. Za pracę naukową w ściślejszym znaczeniu uznać musimy w geografii roślin wyszukiwanie zależności między szatą roślinną i jej rozmieszczeniem, a geograficznym i historycznym rozmieszczeniem czynników, rozmieszczenie to powodujących. Za wynik naukowy możemy uważać stwier-

dzenie tak daleko idącej zależności pomiędzy roślinnością a powodującymi je czynnikami, że z układu szaty roślinnej potrafimy określić układ czynników jej skład warunkujących, a z ich układu wywnioskować skład szaty roślinnej. W razie nieznamości jednego układu czynników winniśmy potrafić sobie na podstawie znajomości drugiego składu ten pierwszy przewidzieć. Geobotanika winna zatem, między innymi, przewidzieć na przykład, jakie zmiany zajdą w szacie roślinnej po osuszeniu torfowiska, wyrąbaniu lasu lub pewnego w nim gatunku drzewa, po nawodnieniu lub odwodnieniu jakiegoś obszaru, po zmianie układu krążenia wód, po usunięciu ściółki w lesie, po zanieczyszczeniu wód i po innych poczynaniach naszych lub od nas niezależnych. Dalszym jej zadaniem jest odtworzenie przemian klimatycznych i glebowych na podstawie resztek kopalnych, wędrówek roślin, ośrodków ich powstania, jako też wyjaśnienie zmian szaty roślinnej na skutek zmiany czynników zewnętrznych w geograficznej przestrzeni. Zakres zagadnień geobotaniki jest zatem ogromny. Dopóki każdego z tych zagadnień nie rozwiążemy, nie możemy uważać zadania swego za spełnione. Jeśli zaś ich nie umiemy rozwiązać, to widocznie nie posiadamy odpowiednich do tego celu dróg. O rozwoju każdej nauki świadczy nie ilość zagadnień przed nią stojących, ale ilość już rozwiązanych. Warunkiem i objawem zdrowego rozwoju nauki jest rozwiązywanie najpierw zagadnień prostych, a później dopiero bardziej złożonych. Odwrotną drogą mogą postępować tylko umysły genialne. Logiczna droga rozwoju jest możliwa tylko przy jasnym postawieniu zagadnień i przy zastosowaniu odpowiednich metod.

Zadaniem geobotaniki jest więc wykrywanie zależności pomiędzy rozmieszczeniem roślin i ich zbiorowisk a rozmieszczeniem poszczególnych gleb, czynników klimatycznych, form powierzchni ziemi, ich zmianami w czasie i przestrzeni. Takie ujęcie pozwala nam oddzielić geobotanikę od ekologii. Ta ostatnia zajmuje się badaniem przyczynowego związku między rośliną a otoczeniem. Nie jest więc zadaniem geobotaniki badanie, dlaczego jedne rośliny wymagają wapna w glebie a inne go unikają, określonego klimatu czy innych czynników; należy to do ekologii. Zagadnienia te można badać na jednym miejscu, na grzędzie doświadczalnej, czy też w pracowni. Do geobotaniki należy natomiast stwierdzenie, czy dana roślina towarzyszy na przykład glebom wapiennym lub innym czynnikom w obrębie ich zasięgu. Nie należy również do zadań właściwej geobotaniki badanie składu roślinności na poszczególnym płacie, czy nawet różnych miejscach ale w tych samych warunkach, zagadnienie wzajemnego wpływu roślin na siebie, a więc zjawiska socjalne. Zadanie to należy do właściwej socjologii roślin, tak jak ją pojmował twórca tej nauki, J. P a c z o s k i. W rzeczywistości oddzielanie ekologii i socjologii roślin od geobotaniki jest jednak niemożliwe, przynajmniej w dzisiejszym stanie wiedzy. Geobotanika mogłaby się ograni-

czyć do właściwych sobie zagadnień jedynie po uprzednim zbadaniu ekologii każdego gatunku i na tle znajomości zjawisk socjalnych pomiędzy roślinami. Tymczasem badanie ekologii i socjologii roślin jest możliwe tylko na tle całości badań geobotanicznych. Oddzielanie ekologii i socjologii roślin jest więc tylko teoretyczne. Badania geobotaniczne nie mogą jednak wyczerpać ekologii i socjologii, ograniczyć się muszą do ich zbadania wstępnego, do pewnego rodzaju przygotowania do badań dalszych.

O ile zgodzimy się na przytoczone tu ujęcie geobotaniki, to wyznaczenie drogi badania zarysuje nam się zupełnie jasno. Dla wyznaczenia zależności pomiędzy szatą roślinną i jej składnikami, gatunkami, jest nam potrzebna po pierwsze a) znajomość rozmieszczenia roślin, po drugie b) rozmieszczenia czynników ekologicznych, po trzecie c) stwierdzenie, od jakiego czynnika, a raczej ich układu, zależy występowanie każdej rośliny. Dotychczasowe doświadczenia, a raczej niepowodzenia, dowodzą nam, że pierwszą czynnością musi być ostatnio wymieniona, to jest zbadanie zależności między czynnikami ekologicznymi a roślinami. Inaczej włożymy niejednokrotnie ogromną ilość pracy na uprzednie zbadanie rozmieszczenia obu grup, czynników ekologicznych i roślin, a może się okazać, że rozmieszczenie rośliny zależy od czynnika przez nas nie uwzględnionego. Przy każdym czynniku musimy określić jego natężenie i rozpiętość wahań i u każdej rośliny stosunek do każdego z tych czynników i ich zmian. Niewątpliwie wielkie znaczenie mają skrajne natężenia każdego czynnika oraz jego wartość dla każdej rośliny optymalna. Przy wszystkich tych badaniach uwzględnić musimy więc prawo minimum.

Badanie szczegółowe przekonuje nas, że poszczególne rośliny są szczególnie wrażliwe na pewne, bardzo u różnych roślin różne czynniki ekologiczne. Nazwijmy ten czynnik, czy ich układ, dla danej rośliny w danych ogólnych warunkach czynnikiem istotnym. Określenie czynnika istotnego ma wartość oczywiście względną, lecz wyróżnienie jego na danym obszarze ma duże znaczenie. *Adonis vernalis* odczuwa na obszarze średnio wilgotnym a o różnym składzie gleby, jako czynnik istotny przede wszystkim obecność wapna, natomiast na obszarze wapiennym jest jego rozmieszczenie uzależnione od stosunków nawodnienia. Czynniki istotne leżą w naszych warunkach najczęściej w składzie gleby, ilości w niej wapna, gliny, próchnicy, w ruchu wody i jej odczynie, poza tym w naświetleniu. Inne czynniki klimatyczne zdają się w naszym kraju na niżej nie wywierać większego wpływu. Najczęściej wymagają rośliny pewnego układu czynników istotnych, na przykład nawodnienia o określonym natężeniu i to wodą o odpowiednim odczynie, odpowiednim ruchu i jego kierunku. W miarę zbliżania się danego czynnika do minimum lub maximum, staje się on coraz ważniejszy. Punkty te są oczywiście dla każdej rośliny inne. Stąd w różnym układzie czynników,

okaże się dla jednej i tej samej rośliny najważniejszy stan nawodnienia, w innym ilość wapnia w glebie. Po stwierdzeniu zależności danej rośliny od określonego układu czynników, możemy na razie pominąć czynniki dalsze, mniej istotne. Zadanie nasze się upraszcza. Badamy teraz rozmieszczenie dla danej rośliny czynnika dla niej istotnego. Po stwierdzeniu na przykład, że *Mercurialis perennis* wymaga dużej ilości składników mineralnych w glebie a jest mniej czuły na stosunki klimatyczne, ograniczymy się przy tej roślinie do badań glebowych. Przy badaniach geograficznego rozmieszczenia podłoża uwzględnimy przede wszystkim jego skład chemiczny i fizyczny. Nawodnienie, ruch wody i jego kierunek jest tak różny na sąsiadujących nawet płatach, że badanie jego w sposób geograficzny wyjątkowo nam się w naszych warunkach środkowej Europy opłaci. Rozpatrywać go musimy w każdym wypadku na miejscu badanym. U roślin mniej wrażliwych na skład, odczyn i żyzność gleby może się okazać czynnikiem najważniejszym sposób nawodnienia lub klimat. Po zbadaniu rozmieszczenia czynników istotnych i poszczególnych roślin możemy się pokusić o łączne badanie rozmieszczenia gatunków o podobnej ekologii. Zwykle lepiej jest jednak rozpocząć badanie od zbiorowych jednostek, zespołów, albowiem razem rosnące rośliny mają niewątpliwie zbliżoną ekologię.

Jednostką istotną i podstawową jest w geobotanice niewątpliwie gatunek, jako najłatwiejszy do określenia, rozpoznania a przede wszystkim na ogół jednolity. Stąd też podejście w geobotanice musi być florystyczne. Inne jednostki botaniczne, formy życiowe, grupy ekologiczne i zbiorowiska określone tylko fizjognomicznie czy ekologicznie, nie mogą stanowić podstawy badania. Zaliczenie rośliny do form życiowych jest nie zawsze łatwe a w każdym niemal zbiorowisku spotykamy większą ilość form życiowych. Ponadto rośliny o podobnym wyglądzie mogą mieć różne wymagania ekologiczne. Zagadnienie form życiowych, czy też przystosowań ekologicznych, wyróżnianie fizjognomicznych czy ekologicznych zbiorowisk roślinnych jest zagadnieniem osobnym, ciekawym a nawet ważnym, lecz leży ono w innej płaszczyźnie. W całości badań geobotanicznych jest ono tylko pewnym szczegółowym zagadnieniem. Posługiwanie się tymi pojęciami jest niekiedy nieodzowne, ułatwią opis, nasuwa pewne zagadnienia i niekiedy dobrze nawet naświetla, nie może jednak zastąpić podejścia florystycznego. Może ono być tylko dodatkiem do właściwych badań. Form życiowych wyróżniamy zresztą niewiele, tak że opis na nich oparty może być tylko przybliżony. Można oczywiście fizjognomicznie wyróżnione jednostki badać florystycznie, ten sposób postępowania nie wydaje się jednak być właściwy, prowadzi on bowiem do celu drogą bardzo okreśną. Nie można z fizjognomii rośliny i zbiorowiska sądzić o ekologii i odwrotnie. Szczególnie zaś trudno pozbyć się rozpowszechnionych w tej dziedzinie nauki a nieudowodnionych poglądów.

Jednostki geobotaniczne wyróżniać musimy zatem na podstawie ich składu gatunkowego a później dopiero rozpatrywać ich właściwości i wymagania ekologiczne i inne cechy.

Z przytoczonych rozważań wynika, że trudności geobotanicznego badania tkwią głównie w nieznanomości ekologii roślin, w wyszukiwaniu dla każdego gatunku właściwego układu czynników ekologicznych oraz uszeregowaniu tych czynników w każdym wypadku według ich ważności. Drugą trudnością jest uporządkowanie roślin według ich podobieństwa pod względem wymagań ekologicznych i rozmieszczenia. Dalsza trudność polega na właściwej ocenie czynników ekologicznych według sposobu odczuwania ich przez rośliny. Przy badaniu zespołów roślinnych, metodą, jak widzieliśmy, najprędzej prowadzącą do celu, chodzi o właściwe wyodrębnienie tychże zbiorowisk i ich ograniczenie, zaliczenie poszczególnych płatów roślinności do właściwych zespołów. Na tle znajomości ekologii poszczególnych roślin dążyć musimy do poznania ekologii zespołu lub odwrotnie. Następnie wyszukać należy zależności między wymaganiami ekologicznymi zbiorowisk roślinnych a rozmieszczeniem ich w geograficznej przestrzeni. Zależność tę uda nam się stwierdzić tylko wówczas, gdy wyróżnianie, uporządkowanie zbiorowisk roślinnych i przyporządkowanie do nich czynników ekologicznych będzie właściwe. Niewłaściwe ujęcie choćby jednego czynnika lub zależności stawia całe zagadnienie pod znakiem zapytania.

Postawionego powyżej zadania dotychczas geobotanika rozwiązać nie potrafiła i rozwiązać nie mogła, nie miała bowiem do tego celu odpowiedniej metody. Nie potrafiła nawet wypełnić choćby jednego ze stawianych jej warunków. Przyczyny tego omówiliśmy już dostatecznie. Ogromna ilość włożonej pracy, nagromadzone materiały i spostrzeżenia, na marne jednak nie pójdą. Żyjemy w okresie ścisłego ujmowania zjawisk, ich porządkowania, wykorzystywania nagromadzonej wiedzy. Może i w geobotanice uda nam się zastosować metody ściślejsze i wykorzystać dotychczasowe spostrzeżenia.

Metoda korelacji współczynników.

Wyjście z zawilości zagadnień geobotaniki daje nam metoda korelacji współczynników czyli analizy różniczkowej, opracowana matematycznie przez Pearsona, zastosowana do nauk biologicznych przez Czekanowskiego, do geobotaniki wprowadzona przez Kulczyńskiego. Metoda ta pozwala porównać z sobą z dowolną, a w każdym razie dużą, dokładnością i zupełnie obiektywnie dowolną ilość osobników o dowolnej ilości cech zmiennych i to niezależnie od tego, czy te cechy są ze sobą sprzężone czy też nie. Celem określenia stopnia podobieństwa badanych osobników, należy pomierzyć u nich cechy, u każdego

z osobna, albo tylko stwierdzić ich obecność i brak, i dodać do siebie stopnie podobieństwa w poszczególnych cechach. Pod uwagę możemy brać dowolny zakres cech, byleby we wszystkich osobnikach były one tego samego rzędu. Stopień podobieństwa pomiędzy dwoma badanymi osobnikami określamy liczbą. Metoda porównywania ilościowego podobieństwa pomiędzy dwoma płatami roślinności nie jest w geobotanice bynajmniej nowością, gdyż stosował ją już Jaccard. Zasadniczy postęp w metodzie Czekanowskiego polega na możliwości jednoczesnego porównania wielu płatów roślinnych, podczas gdy Jaccard, Guyot i Aljechin mogli to zrobić tylko odnośnie do dwu płatów na raz. Dalszym postępowaniem jest opracowanie sposobu przedstawiania graficznego tych podobieństw oraz odpowiedniego grupowania porównywanych osobników. Możemy więc przy pomocy tej metody ustawić według stopnia podobieństwa, przy uwzględnieniu dowolnej ilości cech, w szereg lub grupy, zależnie od stosunków pomiędzy nimi, dowolną ilość płatów roślinnych. Metodą tą możemy badanie nawet zawiłych zależności sprowadzić do zwykłych przeliczeń arytmetycznych. Ocenianie stopnia podobieństwa jest w swej istocie czynnością stosowaną we wszystkich naukach porównawczych, polegają one bowiem właśnie na ocenie podobieństw i różnic. Podczas gdy jednak przy zwykłym porównywaniu musimy brać cechy porównywane pod uwagę po kolei i tylko oceniać podobieństwa, tu ujmujemy je łącznie i obliczamy dokładnie. Przy zwykłym porównywaniu cała czynność badania odbywa się prawie podświadomie, nie daje się często jasno określić ani przedstawić, tym bardziej zaś skontrolować. W metodzie Czekanowskiego cały przebieg porównywania odbywa się w sposób przejrzysty i obiektywny, możliwy w każdej chwili do powtórzenia. Określenie stopnia podobieństwa w liczbach jest tylko drobną różnicą od określenia słownego, ma zaś wielką zaletę ścisłości i dużego stopniowania. Zastrzeżenia może powodować jedynie jednakowa ocena różnych cech i ich dobór. Oceniamy tu bowiem według jednej skali różne cechy, bierzemy je niejako pod jeden mianownik. Wątpliwości te jednak na ogół znikają podczas stosowania metody. Ocena ważności cech jest w zwykłych porównaniach w znacznej mierze dowolna. Przy zastosowaniu opisywanej metody cechy same się ustawiają według ich doniosłości. Można też zastosować pewne poprawki, ocenić pewne cechy wyżej od innych. Poprawki te przynoszą jednak raczej szkody niż korzyści, przynajmniej w geobotanice. Wszak właśnie subiektywna ocena cech jest powodem różnicy zdań w naukach porównawczych. Gdy zaś nie ma sposobu udowodnienia ważności cechy, lepiej całego zagadnienia w ogóle nie wysuwać. Poza tym przy wielkiej ilości uwzględnianych cech, znaczenie ich się nawzajem wyrównuje. Wreszcie w geobotanice nie mamy powodu różnicowania cech, albowiem nic nie przemawia za tym, że jedne gatunki roślin są waż-

niejsze od innych. Jeśli zaś takie poglądy ktoś uznaje, to je na tle ścisłych badań na pewno porzuci.

Metoda analizy różniczkowej Czekanowskiego pozwala jedynie na uporządkowanie zjawisk według ich stopnia podobieństwa i wyróżnianie jednostek na obiektywnej, ilościowej podstawie, jednym słowem na stworzenie systemu badanych osobników. Wiemy zaś, że samo uporządkowanie i wyróżnianie zjawisk w geobotanice nie wystarcza. Sprowadzenie jednak porządkowania do mechanicznych czynności rachowania pozwala nam przesunąć ciężar badań na przyczynowe rozpatrywanie zjawisk, ponadto usuwa subiektywność ujęcia jednostek wyróżnianych. Na tle obiektywnie wyróżnionych jednostek możemy teraz wyszukiwać przyczyny zależności od czynników ekologicznych i stosunki współ- nad- i podrzędności cech. Możemy zupełnie obiektywnie określić stosunek jednego gatunku do innych, do poszczególnych zbiorowisk roślinnych, jego stopień stałości i wierności i rolę w każdym zespole.

W całej pełni moglibyśmy wykorzystać metodę dopiero po uporządkowaniu według stopnia podobieństwa również czynników ekologicznych a więc klimatycznych i glebowych. Zadanie to jest utrudnione, gdyż musielibyśmy mieć dostatecznie dokładne pomiary tychże czynników a ponadto umieć je ocenić w sposób odczuwany przez rośliny. Jednakowoż już po uporządkowaniu jednego zbioru, to jest szaty roślinnej, możemy przystąpić do badania przyczynowego. Drogą doszukiwania zależności zbiorowisk od poszczególnych czynników ekologicznych uda nam się te ostatnie ułożyć według ich ważności dla rośliny. W dalszym ciągu będziemy mogli ocenić wpływ poszczególnych czynników ekologicznych tak na całość zbiorowiska roślinnego, jak i poszczególne gatunki. Drogą tą uda nam się też określić porównawczo wymagania ekologiczne poszczególnych gatunków roślin, jako też ocenić wpływ na nie poszczególnych czynników ekologicznych. Metoda ta daje nam więc podejście do wszystkich zagadnień, które uważamy za konieczne przy wyjaśniających geobotanicznych badaniach. Rozwój geobotaniki za, leży zatem od umiejętnego zastosowania metody analizy różniczkowej przynajmniej do czasu opracowania metod lepszych.

Dotychczas stosowano metodę Czekanowskiego w geobotanice na małą skalę i tylko celem wyróżniania zespołów roślinnych. Metoda ta dać może jednak bez porównania więcej. Odpowie przede wszystkim na pytanie, czy zespoły roślinne w ogóle istnieją i jakiego one są rzędu i wielkości. O ile istnieją, to muszą się przy pomocy tej metody same uwydatnić bez udziału „zmysłu socjologicznego”, w sposób zupełnie obiektywny i ścisły. Jeśli zaś tak jest, to zespoły roślinne wyróżnić może każdy, kto umie rozpoznać rośliny i zna podstawowe działania rachunkowe, ponadto musi je wyróżnić w ten sam sposób. Dzięki temu

możemy wyróżniać zespoły również ze zdjęć obcych, byle tak samo wykonanych a więc wykonywać prace zbiorowe. Możliwa jest zatem synteza dużego materiału zdjęciowego, zupełnie pozbawiona czynnika subiektywizmu. Możliwe jest też śledzenie zespołów roślinnych na dużych obszarach, ich zmienności i wpływu na nie różnych czynników ekologicznych.

Na podstawie zupełnie obiektywnie wyróżnionych zespołów da się rozstrzygnąć tak namiętnie i długo dyskutowane zagadnienie gatunków stałych i wiernych i ich znaczenie. Nie ma tu błędnego koła, bo zespoły wyróżniają się bez względu na gatunki stałe czy wierne. Możemy też na tle uporządkowanego materiału rozpatrzyć stosunek do siebie poszczególnych pięter roślinności, znaczenie piętra drzew i jego składu gatunkowego dla podszycia i runa. Ponieważ możemy w uporządkowanym materiale prześledzić wpływ czynników ekologicznych, możemy mieć nadzieje na rozwiązanie wielkiej ilości zadań ekologicznych i innych, ogólniejszych. Da nam to może drogę do wykrycia przyczyn łączenia się roślin w zespoły, najpierw w poszczególnych wypadkach, a później nawet prawo ogólne. Zrozumiemy może przyczyny i istotę zbiorowiska roślinnego. Na tej podstawie będzie mogła geobotanika dać dostateczne ściśle i wyczerpujące podstawy dla nauk stosowanych, leśnictwa, rolnictwa i uprawy łąk. Geobotanika, a zwłaszcza socjologia roślin, zbliża się do nauk ścisłych. Opis i ujęcie zjawisk geobotanicznych nabierze ścisłości i zwięzłości, uniemożliwi wprowadzanie z góry przyjętych założeń, podzieli zjawiska na istotne i mniej ważne. Nasuwa jeszcze inne zagadnienia, o których wspomnimy poniżej.

Jednostki geobotaniczne, wyodrębnione metodą opisaną, częściowo się zbliżają do zespołów wyróżnianych przez inne szkoły, częściowo się od nich różnią. Pokrywają się w zjawiskach dużych, ostro odgraniczonych, gdzie trudności wyróżniania są niewielkie. W zjawiskach drobniejszych, zawiśniętych, trudności zaznacza się prawie zawsze znaczna różnica. Potwierdza to ogólną zasadę, że im trudniejsze zagadnienia, tym ściślejszych metod wymaga ich rozwiązywanie. Stosunkowo najlepiej odpowiadają istotnemu stanowi rzeczy zespoły szkoły francusko-szwajcarskiej, choć i wiele skandynawskich doskonale się zgadza z wymaganiami ścisłej metody. Nie ulega jednak wątpliwości, że wyróżniono w każdej szkole zespołów za dużo, że wiele z nich trzeba będzie ze sobą połączyć, rzadziej zaś je podzielić i inaczej ograniczyć.

Przy posługiwaniu się metodą analizy różniczkowej możemy wreszcie zespolić wszystkie kierunki geobotaniki w jedną zwartą całość. Prace przeprowadzamy zasadniczo metodami socjologii roślin. Podstawa socjologii jest florystyczna. Zespoły roślin możemy podać analizie florystycznej, a analizy zasięgów i rozmieszczenia przeprowadzić na tle rozmieszczenia zespołów. Obiektywnie wyróżnione zbiorowiska roślinne wykazują zawsze ścisłą zależność od warunków ekologicznych. Analiza ekologiczna poz-

wala nam przyporządkować całe zbiorowiska, jak i ich składniki, do odpowiednich czynników ekologicznych. Równocześnie mamy podstawy do wyszukania dla każdego gatunku ekologicznych „istotnych czynników”. Ponieważ układ zespołów jest równocześnie florystyczny i ekologiczny, zyskujemy podstawę do oceny doniosłości poszczególnych czynników ekologicznych tak dla całych zbiorowisk, jak i dla poszczególnych gatunków roślin. Zjawiska nie dające się wytłumaczyć czynnikami ekologicznymi działającymi współcześnie, stoją prawdopodobnie w związku z przeszłością geologiczną. Tą drogą zyskujemy podstawę do podziału zagadnień na współczesne i historyczne. Zagadnienia ostatnie rozpatrywać będziemy mogli przy uwzględnieniu ekologii roślin. Wreszcie porównawcze badanie przygotowuje zagadnienia wymagające doświadczeń i nadaje im kierunek. Dotychczasowe prace dowodzą, że drogą tą uzyskujemy niezwykle cenne wyniki. Udało nam się stwierdzić cały szereg zależności dotychczas zupełnie nieprzewidzianych, całość zaś badań daje obraz bardzo wszechstronny, harmonijny, przekonujący.

Poszczególne kierunki geobotaniki nabierają w świetle takiego badania nowego życia. Geografia florystyczna opierała się na rozmieszczeniu roślin i zasięgach. Dotychczas mogliśmy wypracować obraz zasięgu, ale przyczyny tego były niejasne. Teraz uwzględniamy obok zasięgu również przynależność rośliny do zbiorowisk roślinnych, jej ekologię, a z natury rzeczy i rozmieszczenie czynników ekologicznych, badamy więc zasięgi i ich przyczyny; równocześnie odpada niejasne pojęcie wierności dla zespołu i stałości a zastępuje go analiza ekologiczna. Ekologia roślin zyskuje cenne podstawy badania ściśle indukcyjnego, bada wyraźnie i obiektywnie wyróżnione jednostki, zespoły roślin i gatunki, obie jednostki równocześnie a jednak niezależnie. W geografii historycznej odpada przy tym badaniu dużo szkodliwego balastu. Przy zjawiskach, wynikających z ekologii gatunku, zagadnienie historyczne odpada, jako zbyteczne. Bierzymy je pod uwagę tylko wówczas, gdy przekraczają one zakres zjawisk ekologicznych lub nimi się tłumaczyć nie dają. Najważniejszą rzeczą będzie jednak wykluczenie założeń i twierdzeń niedopuszczalnych ze względów ekologicznych, które wprost zachwaszczają tę ciekawą a i tak już trudną dziedzinę naszej nauki. Geografia roślin przestanie opierać się na założeniach i poglądach a ograniczy się do dających się udowodnić faktów.

Stosowanie metody Czekanowskiego utrudnia niewątpliwie jej mozolność, konieczność bardzo licznych przeliczeń. Nie można się oprzeć na materiale skąpym, na nielicznych zdjęciach lub nielicznych cechach, gdyż wyniki będą niepewne i w znacznej mierze przypadkowe. Materiał nie może być dowolnie wybrany, gdyż wynik zależy od materiału wyjściowego. Dostatecznie przekonujące wyniki otrzymujemy, jak zawsze w statystyce, na podstawie materiału obszernego. Zwiększanie ilości

badanych jednostek powoduje jednak gwałtowne zwiększanie się przeliczeń, stąd też istnieją praktyczne ich granice. Ilość przeliczeń wynosi, przy uproszczonej metodzie obliczania współczynników podobieństwa, połowę kwadratu ilości badanych osobników, przy czym każde obliczenie wymaga dwu działań rachunkowych, obliczenia sumy podobieństw i procentowania. Przy obliczeniu ściślejszym ilość działań jest znacznie większa. Równie żmudne jest ustawianie badanych jednostek według ich stopnia podobieństwa, gdyż wymaga teoretycznie ilości przestawień, odpowiadającej kwadratowi ilości badanych osobników. Przy porównywaniu 100 jednostek musimy wykonać 10,000 przeliczeń i przy układaniu według podobieństwa 10,000 przestawień. W rzeczywistości jest tych ostatnich znacznie mniej, zwłaszcza gdy podział materiału na mniejsze grupy jest wyraźny. Przy dużym materiale można zastosować ułatwienia statystyczne, podzielić materiał badany na grupy i porównywać wyniki w ich obrębie. Metod statystycznych nie stosuje się do rozwiązywania zagadnień jasnych, stąd można obliczyć stosunki pokrewieństwa tylko w obrębie grup zawitych. Nie trzeba na przykład porównywać stepu z torfowiskiem lub boru z łąką. Przy ustawieniu zdjęć już od razu w przybliżonym porządku ilość pracy ogromnie się zmniejszy. Zagadnienia duże, podstawowe, warto jednak przeprowadzić z całością materiału. Gdy chodzi o stosunek podobieństwa stepu do łąki, lasu do boru, różnych torfowisk do różnych typów borów, lasów i łąk, wskazaną jest rzeczą przeliczyć całkowity materiał. Pracę taką robi się raz dla danego obszaru a wyniki oplacają znakomicie włożony trud.

W pracy mej nad granicą Podola oparłem się na około 280 zdjęciach. Przy małym opanowaniu metody, braku wprawy, marnowaniu czasu na rzeczy nieprzewidziane i niepotrzebne, poświęciłem na obliczanie stosunków podobieństwa i ułożenie zdjęć około 2 lat przy 3 — 4 godzinnej pracy dziennie. W stosunku do uzyskanych wyników nie uważam tego czasu za długi. Przy opanowaniu metody, ułożeniu zdjęć z góry według przypuszczalnego podobieństwa, można ten czas pracy skrócić może do połowy, a przy ułatwieniach statystycznych ograniczyć go jeszcze bardziej.

Warunkiem sprawnej pracy metodą analizy różniczkowej jest wyzbycie się wszelkich założeń dedukcyjnych, a nawet ogólnie przyjętych i pozornie oczywistych poglądów. Założyć należy, że nie wiemy nic o zespołach, o ekologii poszczególnych roślin i ich wzajemnej zależności. W czasie mej pracy zmarnowałem wiele miesięcy na próby ułożenia zespołów według przyjętych poglądów, według panujących drzew, a więc osobno buczyn, dąbrów, świerczyn, sosnin i dopiero po długiej walce z sobą musiałem próby takiego ułożenia zarzucić. Usiłowałem układać zdjęcia według czynników ekologicznych ogólnie uważanych za najważniejsze, zwłaszcza według stopnia nawodnienia gleby. Wreszcie musiałem

ułożyć lasy łęgowe i zbiorowiska wodne w środku tablicy. Czynnikiem ekologicznie najważniejszym okazało się bowiem nie nawodnienie lecz nawapnienie podłoża. Próby układu zespołów na podstawie gatunków stałych i wiernych również się nie zgodziły z metodą ścisłą. Pozbywając się wielu złudzeń zdobywa się jednak przy tej pracy wiele spostrzeżeń, bardzo cennych a pewnych.

W naukach biologicznych, daje się na ogół stwierdzić niechęć do metod ściślejszych, ilościowych, obiektywnych. W geobotanice wielu badaczy zbyt mocno wierzy w metody intuicyjne lub w sugestie, w poglądy pewnych szkół. Polecam im przeliczenie współczynników podobieństwa pomiędzy zdjęciami jednego choćby zespołu. Wspomnieć jednak należy, że są i zwolennicy ścisłych metod. Próbowano na przykład rozszerzyć metodę Jaccard'a. Wystarczy wspomnieć próby Guyot'a, porównywanie zdjęć do jednego zdjęcia wzorcowego i Aliechina, układania zdjęć parami według współczynników podobieństwa. Dla tych głównie pracowników, przygotowałem niniejszą rozprawę. Zwolennikom metod intuicyjnych i wierzących w moc własnych sił duchowych przypomnieć warto, że tym uporczywiej trzymają się oni swych poglądów, im mniej je mogą udowodnić. Niejako się obawiają, że metoda ścisła pozbawi ich iluzji.

Opis metody Czekanowskiego.

Opis metody Czekanowskiego, w zastosowaniu do geobotaniki, znajdujemy w pracach Kulczyńskiego. Mimo to podaję jej opis ponownie, dołączając niektóre szczegóły, niekiedy dość ważne. Głównym celem moim jest wszakże opis stosowanej przeze mnie analizy przyczynowej i sposobu szukania istotnego dla każdego gatunku układu czynników ekologicznych. Przedstawiam wreszcie niektóre szczegóły w opracowaniu zdjęć, zastosowanie których ułatwi nam w wysokim stopniu badania porównawcze i syntetyczne.

Uporządkowanie zjawisk geobotanicznych należałoby oprzeć na jak najszerszych podstawach, a więc przy uwzględnieniu jak największej ilości danych. Należałoby uwzględnić rozmieszczenie każdego gatunku, jego ekologię i jego losy na tle przeszłości geologicznej. Obraz szaty roślinnej wypracowany na tak szerokiej podstawie byłby najściślejszy, najbardziej zbliżony do rzeczywistości. Ponieważ jednak nie znamy ekologii roślin ani ich przeszłości i przyczyn ich rozmieszczenia albo też znamy je bardzo ogólnikowo, nie mogą one stanowić podstawy badań ścisłych. Trudno też oprzeć się na samym rozmieszczeniu. Nawet przy najszczegółowszym zbadaniu rozmieszczenia poszczególnych gatunków trudno by było zasięgi ich porównać a już niepodobna byłoby z zasięgu wnioskować o czynnikach ekologicznych z dostateczną dokładnością. Trzeba by gromadzić cały materiał obserwacyjny na nowo, z uwzględnie-

niem czynników ekologicznych i to w obrębie całego zasięgu poszczególnych gatunków. Najlepiej zatem oprzeć się na badaniach stosowanych w socjologii roślin. Szata roślinna jest na obszarze poszczególnych zdjęć dostatecznie jednolita a zdjęcie obejmuje, poza spisem roślinności, dane ekologiczne. Tą drogą zyskujemy od razu obfity materiał obserwacyjny. Za jednostkę podstawową bierzemy zatem zdjęcie socjologiczne, a zbiór zdjęć będzie nam służył za podstawę do możliwie wszechstronnego badania szaty roślinnej, stosunków socjologicznych, ekologicznych, horologicznych a nawet historycznych. Stawiamy sobie zatem zadanie o wiele szersze od współczesnej socjologii roślin, nie zapoznając jednak żadnego jej zagadnienia ani wyników przez nią zdobytych.

Sposób przeprowadzania zdjęć socjologicznych, przez nas stosowany, nie różni się od ogólnie przyjętych, jedynie w drobnych szczegółach wprowadzamy pewne nowości. Dotyczą one powierzchni zdjęcia i zastosowania skali 10-stopniowej. Szczegóły te, wprowadzone przez St. Kulczyńskiego, okazały się bardzo celowe przy przeliczaniu i przeprowadzaniu analizy. Skalę 10-stopniową można w razie potrzeby przekształcić na każdą inną, trudno jest natomiast postąpić odwrotnie. Skala ta jest proporcjonalna i dobrze uwzględnia najczęstsze, drobne stopnie pokrycia. Można ją jeszcze rozszerzyć znakiem \dagger na określenie pokrycia bardzo małego, pojedynczych okazów roślin. Skala ta, dawniejsza, winna wrócić do geobotaniki na miejsce obecnej 5-stopniowej. Ważniejszy od tych szczegółów jest możliwie najdokładniejszy opis tak szaty roślinnej, jak i czynników ekologicznych, zwłaszcza budowy podłoża.

Zdjęciami naszymi obejmujemy płat o powierzchni 625 m^2 , czyli kwadrat o boku 25 m; wielkość badanego obszaru nie jest zresztą rzeczą bardzo istotną, zwłaszcza przy szacie roślinnej niezbyt bogatej a dostatecznie jednostajnej i wyrównanej. Przekonałem się, że w wielu wypadkach zmniejszenie obszaru badanego do 100 nawet metrów kwadratowych nie powodowało prawie żadnego zubożenia w spisie gatunków. W zespołach jednak bogatych w gatunki, zwłaszcza na stepach i łąkach, zmniejszenie powierzchni badanej wpływa niekiedy wyraźnie na ilość gatunków. Rzeczą pożądaną jest zatem trzymanie się w miarę możliwości kwadratu o boku 25 m. W obrębie tego „dużego” kwadratu, możliwie w jego środku, wytyczamy kwadrat mniejszy, o boku 4 m, a więc o 16 m^2 powierzchni. Ten mały kwadrat jest właściwym obszarem zdjęcia, duży służy do jego uzupełnienia. W wielu wypadkach byłby celowy opis jeszcze mniejszego kwadratu, o boku 1 m, celem wyróżnienia mniejszych jednostek socjologicznych, socjacji w mianownictwie Du Rietza, jako też do pogłębienia analizy socjologicznej i ekologicznej. Pomysł ten, dotychczas nie stosowany, nasunął mi się przy obliczaniu stosunków stowarzyszenia wzajemnego gatunków.

Spis roślin rozpoczynamy od mniejszego kwadratu. Niewielka sto-

sunkowo powierzchnia zdjęcia pozwala nam łatwo ocenić stosunki pokrycia. Mały kwadrat zawiera z reguły wszystkie pospolitsze gatunki zespołu, tak, że obecność dalszych roślin w większym kwadracie oznaczyć możemy tylko znakiem obecności. Używamy do tego celu znaczka „X”. Większa ilość jakiejś rośliny dopiero w większym kwadracie dowodzi, że obrany płat roślinności nie jest dostatecznie jednolity i że zaznacza się domieszka innego zespołu. Warto również zanotować gatunki spotykane poza obrębem dużego kwadratu lecz w tym samym zespole, dla uzupełnienia listy gatunków i dla celów florystycznych. Na tablicy oznaczamy je znakiem obecności w nawiasie (X), lecz nie uwzględniamy przy przeliczaniu współczynników podobieństwa. Wytyczenie różnych wielkości kwadratów współśrodkowo ułożonych, pozwoli nam na wyróżnienie zbiorowisk ciaśniej i szerzej pojętych, oraz pozwala na lepsze przedstawienie stosunków rozmieszczenia roślin.

Obok stopnia pokrycia zaznaczamy w zdjęciu dalsze dowolne cechy analityczne. Za stosunkowo mało ważną cechą uważam towarzyskość roślin. Określenie jej jest dość trudne, a ona sama jest u poszczególnych roślin dość różnego rzędu. Co innego oznacza ona u drzew, krzewów, u roślin rosnących pojedynczo, a co innego u kępkowych i rozłogowych, co innego u wieloletnich i jednorocznych. Na podstawie znajomości poszczególnych roślin, sposobu ich wzrostu, można wyrobić sobie pojęcie o towarzyskości rośliny na danym miejscu ze stopnia pokrycia. U roślin rozłogowych i kępkowych oznacza towarzyskość poprostu wielkość kępek, natomiast przy drzewach, krzewach i roślinach jednorocznych można mówić nie o towarzyskości lecz o zagęszczeniu. To zaś określa skala pokrycia. Jeśli jednak chcemy uwzględnić towarzyskość, to nic nie stoi temu na przeszkodzie. Dane o niej wstawiamy jednak dopiero po ostatecznym ułożeniu tablicy, gdyż bardzo by one przeszkadzały przy opracowaniu statystycznym. Zdaniem naszym, stosunki towarzyskości tak zaciemniają obraz nawet gotowej już tablicy, że więcej przynoszą szkody niż pożytku. Za mało ważne uważamy również zapisywanie stadium wzrostowego rośliny, zakwitania, owocowania, dojrzałości, gdyż wynika to już z daty wykonania zdjęcia. Wskazane jest ono tylko przy roślinności mało znanej i przy opracowaniach bardzo szczegółowych.

Bardzo duże znaczenie ma przy opisywanej metodzie uwzględnienie stosunków żywotności roślin. Bardzo ono się nam przyda przy analizie ekologicznej zbiorowisk i poszczególnych gatunków. Na każdym prawie płacie roślinnym napotykamy rośliny w pełni rozwinięte, kwitnące, owocujące i zasiewające się, a więc żywotne, siewki albo też osobniki rozrastające się drogą wzrostową, obok roślin nie dochodzących do pełnego rozwoju, nie owocujących, a nawet nie kwitnących. Te ostatnie są to oczywiście rośliny przypadkowe i dla zespołu obce. Musimy je inaczej oceniać niż właściwe składniki zespołu. Są to zwykle rośliny jedno lub

dwuletnie, obficie wytwarzające nasiona, a więc o dużej rozsiewności. Wobec płonego stanu i niedostatecznego rozwoju nastęrczają one często znaczne trudności przy rozpoznawaniu. Określenie żywotności jest wszakże niekiedy dość trudne. Musimy tu brać pod uwagę właściwości życiowe rośliny i wpływ środowiska. Niektóre rośliny rozwijają się bujnie, kwitną wyjątkowo, a przynajmniej skąpo. Wiele roślin kwitnie obficie a stosunkowo rzadko zawiązuje nasiona (*Anemone nemorosa*, *Pulmonaria obscura*, *Galeobdolon luteum*, *Ficaria verna*, *Carex humilis*). Rośliny rozmnażające się rostowo, wytwarzają na ogół nasiona rzadziej od jedno i dwuletnich. Nie zawsze wiadomo, czy obfite rozmnażanie rostowe brać za objaw dobrych czy złych warunków. Ocenianie żywotności wymaga parokrotnego pobytu na danym miejscu i dość szczegółowych badań. W każdym razie, uwagi o żywotności, kwitnięciu, zawiązywaniu i rozsiewaniu nasion, obecności siewek, o wpływie pasienia, deptania, koszenia, nawożenia, roli szkodników i wszelkie inne zauważone zjawiska są bardzo cenne w ciągu dalszej pracy analitycznej i syntetycznej.

Spis roślin przeprowadzamy według pięter roślinności, przy czym bardzo cenną rzeczą jest określenie wysokości i to nie tylko drzew, ale również krzewów i roślin zielnych.

Z równą troskliwością, jak szatę roślinną, opisujemy w każdym wypadku czynniki ekologiczne. Bez tych ostatnich, praca nasza będzie prawie czysto opisowa, bez możliwości analizy ekologicznej. Można nawet twierdzić, że wartość zdjęcia stoi w prostym stosunku od szczegółowości opisu czynników ekologicznych. Czynniki ekologiczne omówię w dalszym ciągu, tu ograniczę się do ogólnej uwagi, że dane o badanym płacie muszą być jak najszczególowsze, jak najbardziej wszechstronne, uwzględniać najdrobniejsze i pozornie nawet mało ważne szczegóły. Przede wszystkim należy uwzględniać położenie, rzeźbę powierzchni ziemi otoczenie miejsca zdjęcia, położenie na stoku, wystawę, nachylenie, warunki namulania, zmywania, podtapiania, jakość materiału nanoszonego przez wody. Szczególnie troskliwie należy zbadać glebę i stosunki glebowe, typ i rodzaj gleby, rodzaj nawodnienia, warunki lugowania czy wznoszenia się wody, warunki panujące w różnych porach dnia, roku i pogody. Bardzo ważne jest uwzględnienie budowy geologicznej w szerokim zakresie, łącznie z petrografią, tektoniką i hydrografią. Te ostatnie czynniki wpływają na siedlisko roślin w nader wysokim stopniu. Szczegółowa mapa topograficzna i geologiczna jest przy tych badaniach niemal nieodzowna. Dla wielu celów warto zaznaczyć miejsce zdjęcia jakimiś znakami, a przynajmniej na szczegółowej mapie, by je można było odnaleźć. Jednorazowy pobyt na danym miejscu zwykle nie wystarcza, by poznać dostatecznie dokładnie tak szatę roślinną jak i warunki ekologiczne, stąd też zbadać je należy w różnych porach roku. Warto też bardzo zasięgnąć rady znawców poszczególnych czynników, gleboznawców, geologów i in-

nych. Nader cenne jest oczywiście zbadanie przekroju glebowego przy uwzględnieniu stosunków żyzności i nawodnienia. Zdaniem naszym przekrój glebowy nie zastąpi jednak dokładnego opisu czynników glebowych. Wobec znacznej pracy przy wykonaniu zdjęć i opisu warunków, badanie geobotaniczne z ekstensywnego, przechodzi na intensywne. Przechodzenie na badania szczegółowe jest wszakże ogólnym znamieniem obecnego okresu w nauce.

Opracowanie tablicy głównej.

Materiał zdjęciowy wnosimy w zwykły sposób na tablicę zdjęć. Jest istotną i ważną okolicznością, że wszystkie zdjęcia wnosimy na jedną tablicę. Postępuję tak nawet w tym wypadku, gdy jestem przekonany o właściwym wyróżnieniu zespołów. Tablica ta, da nam możliwość uporządkowania zespołów według ich podobieństwa i stwierdzenia wielu okoliczności nawet nieprzewidywanych. Na osobne tablice możemy wnosić grupy zdjęć już nam dobrze znanych, celem szczegółowszej analizy badanych zagadnień. Możemy na przykład osobno opracować zdjęcia stepowe, lecz musimy uprzednio wiedzieć, co jest cechą stepu i to nie z piśmiennictwa lub osobistego przekonania, lecz na podstawie szczegółowej analizy odpowiedniej ilości zdjęć różnych formacji. Ilość zdjęć na jednej tablicy jest ograniczona po prostu jej rozmiarem. Przy pracy podstawowej jakiegoś obszaru można jednak zmieścić do 300 zdjęć na jednej tablicy. Tablica ogólna jest nam też konieczna przy obliczaniu skojarzenia gatunków. Należy dodać, że można jednak podzielić materiał zdjęciowy na parę równoległych grup albo też wybrać pewną ilość zdjęć przykładowych i te najpierw uporządkować.

Metody statystyczne nie służą do badania zjawisk oczywistych. Byłoby ogromną stratą czasu porządkowanie zdjęć metodą analizy różniczkowej na leśne, stepowe, błotne i torfowe. Należy zatem zdjęcia ustawić od razu według ich podobieństwa, podzielić je na odpowiednie skupienia. Zwolennicy metod intuicyjnych czy też poszczególnych szkół będą mieli przy tym sposobność porównania swych poglądów z metodą ścisłą. Przy porządkowaniu wstępnym opieramy się z natury rzeczy na składzie gatunkowym zdjęć. Gatunki stałe i wierne nie wiele nam pomogą przy tym układaniu, jednak uwzględnianie ich jest często pożyteczne, zwłaszcza przy braku innej podstawy przy układaniu. Można też ułożyć zdjęcia według czynników ekologicznych, rozpoczynając na przykład od podłoża suchego, a kończąc na środowisku podmokłym lub też według stopnia kwasoty gleby. W tym wypadku otrzymamy najczęściej mimowolną lekcję ekologii roślin, gdyż okaże się często, że roślinność odczuwa inaczej czynniki ekologiczne, niż my sobie wyobrażamy. Równie niecelowe okaże się często ułożenie według gatunków panujących, piętra

drzew lub pewnych gatunków runa. Zawsze jednak lepsze jest ułożenie z jakąś myślą od zupełnie przypadkowego, gdyż daje nam podstawę do rozważań analitycznych a przy tym zmniejsza późniejszą pracę.

Nie mniej ważny od wstępnego ułożenia zdjęć, jest porządek gatunków. Ułożenie przypadkowe, albo niewłaściwe utrudnia przeliczanie jako też analizę socjologiczną i ekologiczną. Ułożenie właściwe gatunków jest jednak bardzo utrudnione. Skłonni jesteśmy przeceniać gatunki panujące, stałe czy też wierne. Jako ogólną wskazówkę można tylko podać, że należy ułożyć gatunki grupami w ten sam sposób, jak kolejność zdjęć, na przykład stepowe, łąkowe, leśne, borowe, błotne. W obrębie każdej grupy gatunki najpospolitsze najlepiej ustawić pośrodku, rzadsze po ich skrzydłach, przejściowe na pograniczu poszczególnych grup. Na przykład *Asperula odorata*, *Galeobdolon luteum*, *Oxalis acetosella* ustawiamy pośrodku grupy leśnej, *Vaccinium vitis-idaea*, *Tridentatis europaea* w grupie borowej, *Luzula pilosa*, *Veronica officinalis* i *Melica nutans* na pograniczu obu grup, *Carex remota* po stronie lasów wilgotnych, a na przykład *Clematis recta* lub *Peucedanum cervaria* pomiędzy lasami a stepem. Taki układ dużo nam już ułatwi pracę. Szczegóły tego ułożenia da nam dopiero obliczenie współczynników stowarzyszenia gatunków.

Poszczególne piętra roślinności układamy osobno, a więc po kolei piętro drzew, krzewów, runa, mchów. Da nam to nie tylko przejrzysty obraz, ale również ułatwi analizę stosunku poszczególnych pięter do siebie w każdym zdjęciu i w całości materiału. Kielki i młode okazy drzew i krzewów lepiej jest ustawić obok piętra drzew, gdyż ułatwia to rozpatrzenie odnawiania się lasu w stosunku do piętra współcześnie istniejącego.

Tablica główna będzie podstawą długotrwałej pracy, przeliczeń i porównań, stąd winna ona być trwała i bardzo czytelnie wypełniona. Najlepiej wnosić ją na duże arkusze mocnego, rysunkowego, papieru, bardzo starannie poliniowane tuszem lub atramentem po uprzednim sklejeniu. Zwykły papier kratkowy jest zbyt słaby, sklejanie bardzo utrudnione, delikatna kratka łatwo się wyciera i blednie na świetle. Przy pracy swej używałem papieru o kratce tylko 4 mm, a to celem zmniejszenia rozmiarów tablicy.

Obliczanie sum podobieństwa.

Stopień podobieństwa dwu płatów roślinnych, w naszym wypadku zdjęć socjologicznych, określa suma gatunków występujących w obu zdjęciach w stosunku do ogólnej sumy gatunków w jednym i drugim zdjęciu. Jeśli sumę gatunków w jednym zdjęciu oznaczymy przez a , w drugim przez b , a sumę gatunków rosnących w jednym i drugim zdjęciu przez w , to z łącznej sumy $w/a + w/b$ obliczyć możemy stopień podobieństwa obu płatów. Miarą podobieństwa jest tu więc skład szaty

roślinnej, przy czym — na razie — każdy gatunek oceniamy jednakowo. Założenie nasze jest zgodne z uchwałą kongresu w Brukseli, która powiada, że zespół jest to skupienie roślin o określonym składzie florystycznym. Ponieważ nie ma dwu płatów roślinnych zupełnie jednakowych, nie możemy wymagać zupełnego podobieństwa ich składu, możemy określić jedynie jego stopień. Podobny skład florystyczny powoduje z natury rzeczy podobną fizjognomię, a wynika niewątpliwie z podobieństwa ekologicznego czynników. Uchwała brukselska mówi z natury rzeczy o całości szaty roślinnej. Wymagania kongresu i względy rzeczowe każą nam uwzględniać przy wyodrębnianiu zespołów wszystkie gatunki. Opieranie się na ich części, na gatunkach panujących, stałych i wiernych, mogłoby być stosowane jedynie pod warunkiem, że gatunki te określają zupełnie ściśle dalszy skład gatunkowy. Nie wiemy zaś, czy to w rzeczywistości ma miejsce. Pomijanie pewnych roślin lub wyższa ocena jednych a niższa drugich musiałaby być szczegółowo w każdym wypadku uzasadniona. To zaś jest możliwe jedynie w wyjątkowych wypadkach.

Celem obliczenia stopnia podobieństwa musimy kolejno porównać udział gatunków poszczególnych w obu porównywanych płatach. Obecność danego gatunku w dwu płatach roślinności podnosi stopień ich podobieństwa, obecność tylko w jednym stopień ten obniża. Stopień podobieństwa podnosi również brak gatunku w obu zdjęciach. Uwzględnianie braku gatunków jest jednak tak nieokreślone, że je pomijamy. Przy obliczaniu stopnia podobieństwa możemy uwzględnić tylko obecność i brak roślin albo też uwzględnić stosunki ilościowe. Ten ostatni sposób jest niewątpliwie bardziej uzasadniony. Przy uwzględnianiu samej obecności otrzymują taką samą ocenę gatunki obficie rosnące jak i rzadkie. Zachodzą wypadki, że w jednym płacie dany gatunek jest rośliną panującą, w drugim rośnie tylko jeden okaz. Ocena odnośnie do tego gatunku byłaby ta sama, ta sama by była przy roślinach pospolitych, rosnących obficie, jak i rzadkich. Rośliny rzadkie wyjątkowo się znajdują, co prawda, w większej ilości zdjęć. Lepiej jest zatem uwzględnić stosunki ilościowe. W tym celu stwarzam sobie pojęcie „jednostki zdjęciowej“, gatunku z pokryciem, odpowiadającym jednostce 10-stopniowej skali. Jeśli roślina ma pokrycie 1, 3, 5, to odpowiada to 1, 3, lub 5 jednostkom zdjęciowym. Jeśli dana roślina pokrywa w dwu zdjęciach na przykład 80% powierzchni, a więc ma pokrycie 8, to zwiększa ona podobieństwo obu zdjęć o 8 jednostek, jeśli zaś w obu zdjęciach rośnie w paru okazach, to zwiększa ich podobieństwo zaledwie o jedną jednostkę. Przy niejednakowym pokryciu przez daną roślinę w dwu zdjęciach miarą podobieństwa jest pokrycie mniejsze. Jeśli w obu zdjęciach pokrycie jej wynosi na przykład 2, to stopień podobieństwa podnosi ta roślina o dwie jednostki, jeśli w jednym tylko 1 a w drugim 2, tylko

o jedną jednostkę. Rośliny o bardzo małym pokryciu (\dagger i \times) uważam za pełne jednostki, choć można by je ocenić niżej, jako ułamek jednostki. Miałyby to jednak znaczenie niewielkie.

Uwzględnianie stosunków ilościowych jest szczególnie ważne w zbiorowiskach z przewagą jednej lub paru roślin. Można je jednak stosować z dobrymi wynikami tylko przy zdjęciach dostatecznie starannie wykonanych, przy proporcjonalnej skali pokrycia i przy jednakowej, a przynajmniej zbliżonej, powierzchni zdjęć. Przy zdjęciach mniej szczegółowych lepiej się ograniczyć do uwzględnienia obecności i braku. Przy dużym doświadczeniu można by opuszczać rośliny wyjątkowo rzadko napotymane, gdyż wpływ ich na sumę podobieństw jest znikomy. Na tablicy zdjęć muszą jednak i te gatunki być obecne.

Stopień podobieństwa dwu zdjęć wynika z sumy podobieństw, zachodzących przy poszczególnych gatunkach. Innymi słowy musimy dodać do siebie jednostki podobieństwa przy poszczególnych gatunkach. Proste rozważanie przekonuje nas, że dodać należy do siebie stopnie pokrycia przez poszczególne gatunki, gdy są one w obu zdjęciach równe, a niższy stopień, gdy one są nierówne. Gatunki obecne tylko w jednym ze zdjęć pomijamy. W ten sposób otrzymujemy wartości „w” czyli sumę podobieństw. Po zsumowaniu pokrycia gatunków w jednym i drugim zdjęciu otrzymujemy wartości a i b . W ten sposób obliczamy kolejno sumy podobieństw pomiędzy wszystkimi zdjęciami.

Uzyskane liczby, określające sumy podobieństw, musimy ustawić w sposób bardzo przejrzysty, inaczej nic z nich nie wywnioskujemy. W tym celu wyznaczamy na kratkowanym papierze poziomą i pionową kolumnę, stykającą się w jednym miejscu i wpisujemy w obu kolumnach liczby określające zdjęcia w tym samym porządku, najlepiej liczbami kolejnymi: 1, 2, 3 itd. Na skrzyżowaniu kolumn, oznaczonych tą samą liczbą, wpisujemy sumę jednostek zdjęciowych, czy też sumę gatunków w danym zdjęciu. Sumy te ułożą się oczywiście wzdłuż przekątnej kwadratu, którego boki stanowią szeregi liczb oznaczających liczbę zdjęć. Sumy podobieństw pomiędzy każdą parą zdjęć wpisujemy na skrzyżowaniu odpowiednich kolumn. Podobieństwo między zdjęciami na przykład 3 i 5 określa liczba na skrzyżowaniu kolumn 3 i 5. Kolumny te krzyżują się oczywiście dwukrotnie, 3 z 5 i 5 z 3, wystarcza je wpisać tylko raz, a więc tylko na jednej połowie tablicy. Porównując zdjęcie 1 z następnymi, wpisujemy odpowiednie liczby po prostu w kolejnych przedziałkach kratki. Sumy podobieństw zdjęcia 2 do następnych znajdują się w drugim szeregu, 3 w trzecim i tak aż do końca. Każdorazowe zdjęcie porównujemy tylko z następnymi, na przykład 6 dopiero z 7, bo 6 i 5 jest to samo, co 5 do 6. Po dokonaniu wszystkich przeliczeń pokryje się jedna połowa tablicy sumami podobieństw. Możemy z niej odczytać sumy

podobieństw pomiędzy każdą parą zdjęć. Z niej możemy już łatwo obliczyć stosunek $w/a + w/b$.

Dla ułatwienia obliczeń sporządzamy sobie wąską dodatkową tablicę, długości tablicy głównej, najdokładniej w ten sam sposób poliniowaną. Dobrze jest niektóre linie poziome zaznaczyć na tablicy głównej i pomocniczej mocniej lub odmiennym kolorem, by niewłaściwe przesunięcie się tablic od razu się zaznaczyło. Na tablicy pomocniczej wypisujemy gatunki w tej samej kolejności co na głównej. Przykładając obie tablice do siebie, tak by gatunki sobie odpowiadały, przenosimy na pomocniczą zdjęcie 1, najlepiej na jej ostatni pionowy rząd. Przesunawszy o jedno miejsce w prawo tablicę pomocniczą, możemy zdjęcia łatwo porównać, czyli obliczyć sumę wspólnych ze zdjęciem 2, następnie między 1 i 3, 1 i 4, 1 i 5, posuwając kolejno tablicę pomocniczą o jedno miejsce. Następnie wnosimy w ten sam sposób na tablicę pomocniczą zdjęcie 2 i porównujemy po kolei z następnymi, później to samo robimy ze zdjęciami 3, 4, 5 itd. Praca ta postępuje sprawnie tylko na tablicach bardzo starannie przygotowanych i poliniowanych zupełnie jednakowo. Jest to praca zupełnie mechaniczna, polegająca na dodawaniu obok siebie stojących liczb i wpisywaniu na odpowiednio pokratkowany papier. Może ją wykonać każdy umiejący dodawać liczby.

Obliczanie współczynników podobieństwa.

Sumy podobieństw pomiędzy zdjęciami nie są jeszcze między sobą porównywalne, albowiem sumy gatunków w zdjęciach poszczególnych nie są jednakowe. Ta sama liczba oznacza wyższe podobieństwo przy zdjęciach ubogich w gatunki a niższe przy roślinności bogatej. Sumy podobieństw musimy zatem doprowadzić do wspólnego mianownika, czyli wyrazić w procentach. W tym celu wartość w dzielimy przez sumę jednostek zdjęciowych jednego i drugiego porównywanego zdjęcia, mnożymy przez 100, wyniki do siebie dodajemy i dzielimy przez 2. Jest to po prostu obliczanie średniej arytmetycznej. Otrzymana liczba daje nam stopień podobieństwa pomiędzy porównywanymi zdjęciami. Liczby te wnosimy na tablicę współczynników podobieństwa, zupełnie podobną do tablicy sum podobieństwa. Na skrzyżowaniu kolumn o tej samej liczbie porządkowej otrzymujemy oczywiście liczbę 100, gdyż każde zdjęcie jest do siebie całkowicie podobne, a na skrzyżowaniu poszczególnych kolumn współczynniki podobieństwa. Te są już między sobą porównywalne i będą podstawą dalszej pracy.

Obliczanie współczynników jest czynnością żmudną i długotrwałą. Szczególnie uciążliwe jest dzielenie liczb. Dla usprawnienia tej pracy opłaca się przygotowanie na osobnej tablicy iloczynów liczb od 1 do 100 przez 1 do 100 i od razu pomnożonych przez 100. Każdy potrzebny

iloczyn odczytujemy z tej tablicy w ciągu paru sekund, tak że przeliczenie polega na dodaniu 2 liczb i podzieleniu przez 2. Można też iloczyn pomnożyć przez 50, tak że pozostaje tylko dodanie dwu liczb.

Współczynnik podobieństwa może być obciążony znacznym błędem. Wynika on z samego sposobu przeliczania. Zupełnie dokładny jest on tylko przy jednakowej sumie jednostek zdjęciowych w obu porównywanych zdjęciach, dokładność jego zmniejsza się w miarę zwiększania się pomiędzy nimi różnicy. Profesor H. Steinhau s zaleca mi zastosować inny wzór, mianowicie dzielenie podwójnej sumy podobieństwa przez łączną sumę jednostek zdjęciowych $[2w : (a+b)]$. Jednak i ten sposób nie usuwa całkowicie błędu, gdyż wysokość sum wspólnych (w) zależy może od dwóch okoliczności. Dwa zdjęcia różnią się na skutek obecności w obu zdjęciach pewnych gatunków albo też jedno zdjęcie zawiera tylko część gatunków drugiego. Innymi słowy jedno zdjęcie może być zubożałe w stosunku do drugiego. W tym ostatnim wypadku podobieństwo jest innego rodzaju niż w pierwszym. Najczęściej zachodzą obie okoliczności, lecz zwykle jedna z nich przeważa. Stosunek ten łatwo jest w każdym wypadku zauważyć ze stosunku $(w/a) : (w/b)$. Mała różnica między obu iloczynami dowodzi różnicy w składzie gatunkowym zdjęć, duża jest dowodem ubóstwa gatunków w jednym zdjęciu w stosunku do drugiego. Jeśli w równa się jednej ze sum, dowodzi, że to zdjęcie zawiera wszystkie gatunki zawarte w drugim. Błąd ten można by zmniejszyć na podstawie odpowiedniej poprawki a przynajmniej go uwidocznic; nie miałyby to jednak większego znaczenia. Po uporządkowaniu tablicy stosunki te zaznaczą się wyraźnie, tak że nie ma potrzeby określania ich liczbowego. Trzeba tylko pamiętać, że współczynnik podobieństwa nie zawsze jest zupełnie ścisły i jednoznaczny.

Tablica współczynników jest istnym morzem liczb, stąd też jest bardzo nieprzejrzysta. Korzystną jest zatem rzeczą zastąpić liczby plamami barwnymi o odpowiednim natężeniu, wzrastającym równolegle do zwiększania się współczynników podobieństwa. Dla naszych celów wystarcza podział na klasy co 10%. Wobec braku współczynników powyżej 80% wystarcza więc skala 9 stopniowa. Za przykładem Kulczyńskie go, stosuję kreskowanie pól. Współczynniki 1 — 9 oznaczam jedną kreską, 10 — 19 dwoma, 20 — 29 trzema, 30 — 39 czterema ukośnymi cienkimi kreskami, od 40 — 49 licznymi, cienkimi kreskami, od 50 — 59 grubymi kreskami, od 60—69 czarnym polem z dwoma paskami białymi, od 70—79 z jednym białym paskiem. W ten sposób odbijają już optycznie pola ze współczynnikami 1—39, 40—49 i powyżej 50%. Można oczywiście przyjąć więcej lub mniej klas, inaczej je rozgraniczyć, nie miałyby to wszakże większego znaczenia. Do celów szczególnych możemy oczywiście po uporządkowaniu zdjęć zastąpić pola barwne z powrotem liczbami.

Porządkowanie zdjęć według współczynników podobieństwa.

Wygląd tablicy współczynników sprawi nam prawie zawsze duże rozczarowanie. Nawet przy ułożeniu możliwie najlepszym, zwłaszcza zaś przy oparciu się na gatunkach panujących, stałych czy wiernych, rozsypują się wysokie współczynniki nieregularnie, obok wysokich układają się niskie. Dowodzi to, że zdjęcia nie są ułożone według stopnia podobieństwa a zespoły wyróżnione zostały subiektywnie i nie ściśle. Jedne ze zdjęć wykazują dużą ilość wysokich współczynników, inne mniej, a jeszcze inne nie wykazują wcale podobieństwa do innych w wysokości 50 a nawet 40%. Widocznie poszczególne zdjęcia nie są jednokowego rzędu.

Zadaniem naszym jest teraz takie ułożenie zdjęć, by najbardziej podobne znalazły się koło siebie, a więc by ciemne pola skupiły się w pobliżu przekątnej, zaś „rogi“ tablicy z nich się oczyściły. Praca ta idzie zwykle bardzo opornie, a wyniki są długi czas mało zadawalające. Poprawienie w jednym miejscu, psuje ułożenie w drugim. Po pewnym jednak czasie, wyniki uwidaczniają się wyraźnie, a dalsza praca idzie już rażniej. Wreszcie uzyskujemy ustawienie, które poprawić już trudno. Wówczas uważamy nasze zadanie za wykonane.

Układanie zdjęć jest najbardziej może nużącą pracą. Postępujemy tu metodą prób i błędów. Wobec ogromnej ilości możliwych przedstawień wydaje się zadanie nasze niemal beznadziejne; przy pewnej wprawie idzie ta robota jednak dość szybko. Jakkolwiek trudno jest przy tej pracy o ścisłą metodę postępowania, to jednak podam kilka wskazówek, które początkującemu ułatwią zadanie.

Przy układaniu zdjęć według podobieństwa, najważniejszą metodą jest przesuwanie mechaniczne całych kolumn. Sporządzanie za każdym razem nowej tablicy jest pracą olbrzymią, wprost niewykonalną. Najlepiej sporządzić sobie tuszem kratkę 5 milimetrową na mocnym papierze rysunkowym a jeszcze lepiej na zwykłej szkolnej drewnianej tablicy, w tym wypadku z kratką 5 cm. Na tę kratkę przenosimy całą tablicę ołówkiem albo kredą, pozostawiając co 10-tą kolumnę wolną. Na tej tablicy przenosimy na puste miejsce kolumny, dążąc do tego, aby ciemne pola skupiać w pobliżu przekątnej a usuwać z rogów tablicy. Po przeniesieniu kolumny wycieramy ją na dawnym miejscu a na jej miejsce przenosimy inną, ciągle zbliżając do siebie zdjęcia podobne. W ten sposób gromadzimy ciemne pola coraz bliżej przekątnej a wyczyszczamy „rogi“. Przy pracy tej dobrze jest usunąć na razie na bok zdjęcia nie wykazujące wyższych współczynników albo niewielką ich ilość. Ustawimy je na właściwym miejscu dopiero przy końcu pracy. Zaczynać najlepiej od zdjęć z licznymi ciemnymi polami, ustawiając je w środku, a do nich dosuwać te, które z nimi wykazują najwyższe współczynniki. Można też

zacząć od jakiegoś zdjęcia skrajnego, pochodzącego z najsuchszego lub najwilgotniejszego miejsca, ustawić je na początku i do niego do-
suwać najbardziej zbliżone.

Przy każdym zbiorze jednostek porządkowanych tą metodą istnieje jedno tylko najlepsze ułożenie. Znalazienie jego jest niezwykle trudne, gdyż zbliżamy się do niego do pewnego stopnia asymptotycznie. Stąd też zadowalamy się zwykle układem możliwie zbliżonym do najlepszego. Nie należy jednak zaprzestawać pracy przedwcześnie; dopiero gdy dalsze przesuwanie zaczyna pogarszać układ, uważamy pracę za skończoną. Musimy pamiętać, że współczynniki obciążone są pewnymi błędami, stąd ułożenie rzadko będzie zupełnie zadowalające, oraz że ułożenie szeregowe nie zawsze jest możliwe. Na głównej tablicy układamy zdjęcia tylko z grubsza. Przy dużym zróżnicowaniu roślinności winny się główne grupy uwidocznić już na podstawie ułożenia intuicyjnego. Łąki, stopy i lasy wyróżniają się bowiem dostatecznie wyraźnie już na podstawie bezpośredniego porównania. Główna tablica służy raczej do tego, by ułożyć skupienia zdjęć według ich podobieństwa, stwierdzić stosunki podobieństwa pomiędzy zbiorowiskami. W dobrze ułożonej tablicy głównej winny być rogi całkiem czyste, a w miarę zbliżania się do przekątnej winny się współczynniki stopniowo zwiększać, kolumna każda zaczynać niskimi współczynnikami. Winny się one podnosić w miarę zbliżania się do przekątnej, tu uzyskiwać największe wartości, a w dalszym ciągu znów się stopniowo obniżać. Wobec złożonych stosunków podobieństwa da się to wykonać zwykle tylko w przybliżeniu.

Ponieważ praca na dużej tablicy jest bardzo mozolna, lepiej jest wyróżnione z grubsza, a przede wszystkim ostro oddzielające się grupy zdjęć, przenieść na tablicę mniejszą i tu każdą z nich opracować szczegółowo. Zdjęcia o małej ilości wyższych współczynników albo wstawiamy na odpowiednie im miejsce, albo też pozostawiamy na skrzydle danej grupy. Po ostatecznym ułożeniu należy wszystkie pola sprawdzić, gdyż o pomyłki nie trudno. Ta dopiero tablica, uporządkowana, posłuży nam do przeprowadzenia analizy socjologicznej i ekologicznej

Po uporządkowaniu zdjęć sporządzamy na nowo tablicę zdjęciową, ustawiając zdjęcia według porządku uzyskanego na tablicy współczynników. Obecnie możemy przystąpić już do wyróżnienia jednostek geobotanicznych i ich analizy. Bardzo jednak wskazaną rzeczą będzie uporządkowanie gatunków na tej tablicy według ich skojarzenia. Ze względów metodycznych omówię jednak już teraz analizę tablicy współczynników podobieństwa.

Ogólna analiza tablicy współczynników podobieństwa.

Omówienie analizy niniejszej opieram na swojej tablicy z północnej krawędzi Podola. Jakkolwiek podstawa to jest jeszcze zbyt wąska, nie-

dostateczna, to jednak przedstawia tak ciekawy obraz, że zdaje się wystarczać do wstępnego rozpatrzenia wielu zagadnień. Przybliżona analiza prac innych autorów upoważnia nas do wniosku, że w schemat ten da się zmieścić prawie cała roślinność niżu środkowej Europy.

Rozpatrzenie tablicy współczynników nasuwa nam wiele wniosków ogólnych. Przede wszystkim musi nas uderzyć niskość i mała ilość wyższych współczynników podobieństwa. Zauważył to już Jaccard, można było wszakże przypuszczać, że porównywał on dowolne płyty roślinności a nie z określonych zespołów. Tymczasem spostrzeżenia Jaccarda potwierdzają się na naszym materiale. Współczynników podobieństwa 80 procentowych nie napotykamy wcale. Powyżej 70% podobieństwa wzajemnego wykazują zdjęcia zupełnie wyjątkowo i tylko wówczas, gdy zostały wykonane w tym samym płacie roślinności i to blisko siebie. Współczynniki powyżej 60% spotyka się bardzo rzadko, tak że przy wymaganiu takiego stopnia podobieństwa prawie nie można by wyróżnić zespołów. Uwydatniają się one dopiero, gdy zadowolimy się podobieństwem składu roślinnego rzędu 50%. Nawet i te współczynniki są jeszcze tak rzadkie, tak że musimy dopuścić częściowo współczynniki 40-procentowe. Natomiast zdjęcia bezwarunkowo nie należące do jednego zespołu wykazują nierzadko stopień podobieństwa 40-procentowy, a nawet wyższy.

Pierwszy wynik analizy jest zatem mało pocieszający. Zespoły znacząco się w szacie roślinnej bardzo słabo, przy ujęciu statystycznym zaledwie dadzą się wyróżnić. Można się nawet spierać, czy istotnie one istnieją, a nie są naszym subiektywnym wyobrażeniem. W dalszym ciągu przekonamy się jednak, że zespoły uwydatniają się wyraźniej, niż to wynika z tablicy podobieństw. Wyszukiwanie cech, które mają zespoły uwydatniać, a więc gatunków stałych i wiernych, jest więc psychologicznie łatwe do wytłumaczenia. Nie mając dostatecznych obiektywnych danych do wyróżnienia zespołów, stworzono je w znacznej mierze subiektywnie.

Większość pozornie nawet ostro zarysowujących się zespołów roślinnych wykazuje w rzeczywistości granice zanikające, słabo zakreślone. Niemal wyjątkowo odcina się kilka zdjęć dość ostro od reszty i na narysie tworzy ostro zarysowany kwadrat wyższych współczynników. W większości wypadków ciemne pola zachodzą na siebie tak, że niektóre zdjęcia można równie słusznie zaliczyć do dwu a nawet trzech zespołów. W innych wypadkach układają się wysokie współczynniki w kwadrat o ściętych po obu stronach przekątni wierzchołkach. Krańcowe zdjęcia różnią się wówczas od siebie bardzo mocno, tak że wykazują zaledwie 30% podobieństwa, a nawet mniej. Łączenie zdjęć tych w zespół jest zatem daleko idącym uproszczeniem i mało warta jest metoda, która na takie ujęcie pozwala. Zdjęcia te układają się w ciąg, tracą kolej-

no jedne gatunki a zyskują nowe. Możemy zatem wyróżnić dwojakie skupienia zdjęć: Jedne tworzące ciągi, inne ostrzej zarysowane grupy. Niektóre zdjęcia wcale się w zespoły nie łączą, widocznie przedstawiają one płaty raz tylko napotkane. Gdyby chodziło o samo wyróżnianie zespołów, można by te zdjęcia usunąć. Dla badań wyjaśniających są one jednak bardzo cenne. Metoda opisywana pozwala poza tym łączyć w zespoły zdjęcia różnych autorów, stąd i te „niezespołowe“ zdjęcia nie są bez wartości dla samej socjologii. Zespoły roślin wykazują więc podobieństwo do gatunków. Raz są one ostro odgraniczone, kiedy indziej zaledwie uchwytnie. Wartość ich jest w poszczególnych wypadkach różna.

Na tablicy współczynników podobieństwa zarysowują się natomiast bardzo ostro inne zgrupowania zdjęć, większe od zespołów. Pokrywają się one dobrze z pierwotnym pojęciem formacji u Grisebacha, stąd też używam na nie określenia formacji. Zespoły mieszczą się wyraźnie w obrębie poszczególnych formacji, a tylko zupełnie wyjątkowo stoją na ich pograniczu. Możemy zatem już na podstawie samej tablicy podobieństw wyróżnić dwa rodzaje zbiorowisk, nadrzędne — *f o r m a c j e* — i mniejsze, wyraźnie im podrzędne, *z e s p o ł y*. Łatwo jest stwierdzić, że formacje są od siebie bez porównania ostrzej odgraniczone niż zespoły. Nie zachodzą one nigdzie na siebie, linia ich podziału jest zupełnie wyraźna. Tak przynajmniej przedstawia się sprawa na krawędzi Podola. Dalszą, uderzającą rzeczą jest mała ilość formacji i zespołów. Na tak urozmaiconym obszarze krawędzi Podola, gdzie mamy niemal wszystkie zbiorowiska, od stepów, przez różne lasy, po błota i torfowiska, wyróżnić się daje na razie tylko kilka formacji. Podział szaty roślinnej na dwie grupy zbiorowisk ułatwia nam pracę, bo najpierw wyróżnimy formacje i przeanalizujemy je, a dopiero na ich tle rozpatrzmy zespoły. Porównywanie z sobą zespołów różnych formacji zupełnie już odpada. Mamy zatem coś zbliżonego do rodzajów i gatunków. Podział ten zaś wynikł ze ścisłej analizy metodami statystycznymi.

Równie doniosłe wnioski możemy wysnuć z rozpatrzenia uporządkowanej tablicy zdjęć. Przekonujemy się, że formacje są tak ostro oddzielone od siebie dlatego, że zawierają bardzo znaczną ilość gatunków swoistych, dla siebie *w i e r n y c h*. Szczegółowsze rozpatrzenie tego zagadnienia przekona nas poniżej, że każda formacja składa się właściwie całkowicie z gatunków sobie wiernych. Gatunki dla formacji obce wchodzą do nich dopiero po rozluźnieniu szaty roślinnej przez człowieka na skutek pasienia, wycięcia, koszenia, nawożenia. Pomieszanie się roślinności dwu formacji ma miejsce poza tym w następstwie sukcesji szaty roślinnej. Gdy gleba stepu ulega ługowaniu, pojawiają się w nim rośliny łąkowe. Tak samo na skutek ługowania wierzchniej warstwy gleby zmienia się las w bór, w następstwie osuszania przechodzi łąg w las. Istnieją

również w wielu płatach roślinnych osobliwe siedliska, miejsca skaliste, żyły wodne, skupienia roślin wywołane przez zwierzęta wyższe, których roślinność jest niezależna od formacji. Są to już właściwie rośliny nie należące do formacji. Po wyłączeniu tych, niekiedy dość licznych, gatunków, lecz na skutek małej ilości okazów odgrywających nikłą zwykle rolę w całości szaty roślinnej, pozostaną czyste formacje. Tworzą one zupełnie odrębne, swoiste zbiorowiska roślinne, o właściwym sobie składzie szaty roślinnej, a co osobliwsze, o swoistej fizjonomii i ekologii. Mamy zatem odpowiednik wymaganej przez kongres brukselski jednostki. Jednostki te odpowiadają często wymaganiom szwajcarsko - francuskiej szkoły socjologicznej. Nic też dziwnego, że szkoła ta wyróżnia swe zespoły dość szeroko. Gdy zespoły te zbliżają się do formacji, mają jej znamienne cechy, gatunki wierne. Zaznaczają się one oczywiście tylko przy porównywaniu z sobą zespołów należących do różnych formacji. Przy zespołach z tej samej formacji trudność z gatunkami wiernymi jest bez porównania większa. Stałość poszczególnych gatunków jest w obrębie całej formacji prawie zawsze niewielka.

Poglądy powyżej wysnute odnoszą się tylko do roślinności runa, nie dotyczą natomiast krzewów i drzew. Powody tego omówię poniżej. Już jednak z ogólnej analizy wynika, że w Europie środkowej nie można w żadnym wypadku kierować się przy podziale zbiorowisk roślinnych według piętra drzew. Jeśli jednak bliżej rozpatrzmy w każdej formacji wygląd drzew, sposób rozgałęzienia, warunki wzrostu, przyrostu, zwłaszcza zaś ich rozmiary, to uderzy nas duża różnica. Prawie wszystkie drzewa nasze, zwłaszcza zaś buk, dąb i sosna, mają inny pokrój na stepie, inny w borze, a jeszcze inny w lesie. Stąd formacje roślinne wykazują również w piętrze drzew swoistą fizjonomię. Opis tych stosunków jest jednak bardzo trudny, tak że może on stanowić jedynie dodatek do charakterystyki florystycznej. Zespoły wyróżnione na podstawie statystycznej wykazują bardzo wielką jednolitość, zwłaszcza w obrębie gatunków pospolitych. Zarysowują się one dość ciasno i bardzo ostro. Ilość gatunków stałych jest w nich z reguły znaczna. Zespoły te odpowiadają zatem raczej wymaganiom szkoły skandynawskiej. Dowodzi to słuszności obu przodujących szkół socjologicznych. Przy wyróżnianiu jednostek dużych postępuje słusznie szkoła szwajcarsko-francuska, przy małych skandynawska. Gdy jednak pomieszamy pojęcia obu szkół, porozumienie jest niemożliwe. Zagadnienie wierności gatunków dla zespołu przedstawia się w różnych zespołach różnie. Jedne z nich mają gatunki wierne, w innych brak ich zupełnie, przy czym najczęściej zachodzi wypadek ostatni. Znaczna ilość gatunków wykazuje istotnie wyraźne przywiązanie do określonych zespołów, najczęściej chodzi jednak o wierność niższego stopnia, 3 według skali Braun-Blanquet'a. Wierność w stopniu 4 spotyka się bez porównania rzadziej, zaś wierność bezwzględna, 5, jest dla

zespołu zjawiskiem zupełnie wyjątkowym. Gdy nawet ma ona miejsce, to nie jest to już wierność dla zespołu, ale do szczególnego układu czynników ekologicznych, dla „szczególnych siedlisk“, mających miejsce najczęściej w obrębie danego zespołu.

Porównanie zespołów, wyróżnionych na zasadzie podobieństwa całej szaty roślinnej z jednej, a na obecności gatunków wiernych lub stałych z drugiej strony, wykazuje w jednych wypadkach dużą zgodność, w innych głębokie różnice. Nierzadko zdjęcia, któreby na podstawie gatunków wiernych wypadło zaliczyć do jednego zespołu, wykazują zaledwie 30% podobieństwa. Według szkoły francusko-szwajcarskiej tworzą one zespół, według naszego poglądu nie zaliczymy ich do tego samego zbiorowiska. Na ogół podobieństwo w wyróżnianiu zespołów naszych do szkoły francusko-szwajcarskiej jest duże, jednak całkowicie obie metody nie pokrywają się prawie nigdzie. Stąd naszych zespołów łączyć z tamtymi nie można, nie możemy się też posługiwać jednym mianownictwem. To samo zachodzi przy opieraniu się na gatunkach panujących i stałych. W jednych wypadkach określają one dość dobrze zespół, w innych miejscach zawodzą całkowicie. Tak pozornie dobrze określające swój zespół gatunki jak: *Carex pilosa*, *Dentaria glandulosa*, *Vaccinium myrtillus* i inne, występują nierzadko w zupełnie różnych zespołach i to nawet jako gatunki panujące lub stałe.

Ogólna analiza ekologiczna.

Układ zdjęć na tablicy współczynników jest ściśle określony i tylko jeden najlepszy. Odnosi się to tak co do układu formacji w stosunku do siebie, zespołów w stosunku do siebie i w stosunku do formacji, jak wreszcie zdjęć w stosunku do siebie, do zespołu i do formacji. Układ ten nie jest na pewno przypadkowy, gdyż opiera się na ogromnej liczbie spostrzeżeń i ścisłych, ilościowych, porównań. Musi zatem istnieć jakiś czynnik, czy grupa czynników, który wydziela i w pewien porządek układa formacje, zespoły i zdjęcia. Ponieważ czynnik socjalny, jak niżej zobaczymy, nie może tu uchodzić za główny, musimy go szukać w przyczynach ekologicznych. Mamy wszelkie podstawy do przyjęcia, że przy ciągu zdjęć czynnik ten zmienia się w sposób ciągly, powolny, przy układaniu się zdjęć w grupy, w sposób skokowy. Według wszelkiego prawdopodobieństwa wyróżnia jakiś potężny czynnik formacje, czynnik mniej silny zespoły, a jeszcze słabszy układa w określony porządek zdjęcia. O ile rozstrzyga jeden czynnik, układ winien być liniowy, jasny i prosty, jeśli wchodzi ich w grę kilka, układ ten musi być zawikłany, wieloprzestrzenny.

Wyszukanie czynników, powodujących ten stan rzeczy, jest zadaniem analizy ekologicznej. Czynniki te muszą się zmieniać równolegle do zmian w szacie roślinnej i tłumaczyć wszelkie związane z tym zjawiska.

Na jednym skrzydle powinny one mieć skrajne natężenie w jednym, na drugim w drugim kierunku, w środku wykazywać wartości pośrednie. Zgodnie z prawem *minimum*, szczególnie mocne musi być ich działanie na skrzydłach układu. Czynnikiem wyróżniającym formacje musi być różny od wyróżniającego zespoły i porządkującego zdjęcia w obrębie zespołów. Z góry czynników tych przewidzieć nie można, musimy więc szukać ich metodami indukcyjnymi. Czynniki te mogą być oczywiście różne. W obszarze klimatycznie jednolitym może być głównym czynnikiem gleba, na jednakowej glebie może być nim klimat, nawodnienie, nasłonecznienie lub wpływ świata zwierzęcego. Nie ulega dla mnie żadnej wątpliwości, że na obszarze Europy środkowej zbiorowiska roślinne zależą przede wszystkim od żyzności gleby. Ponieważ ta stoi w ogólnych zarysach w pierwszym rzędzie w związku ze stopniem ługowania, a wskaźnikiem stopnia ługowania są na naszym obszarze związki wapnia, nasze formacje roślinne wykazują bardzo ścisły związek ze stopniem nawapnienia podłoża. Drugim czynnikiem, wyróżniającym zespoły, są u nas przede wszystkim stosunki nawodnienia. Do tych czynników dołączają się inne i powodują drobniejsze zróżnicowanie szaty roślinnej. Taki wniosek przynajmniej wylania się bezspornie z analizy ekologicznej naszego materiału zdjęciowego na krawędzi Podola.

Analiza ekologiczna jest może najtrudniejszą, lecz i najciekawszą dziedziną geobotaniki. Winna ona być bardzo staranna, wymaga dużej przenikliwości oraz zupełnego uwolnienia się od dedukcyjnie zdobytych przekonań i uprzedzeń. Każde zjawisko musi się mieścić w całości a każdy fakt, przeczący dotychczasowym poglądom, musi być sumiennie rozważony. Niekiedy jeden wypadek zmusza nas do ponownego rozpatrzenia całego zagadnienia. Bliższe szczegóły tej analizy przytoczę w głównej części pracy.

Skojarzenie gatunków w przyrodzie.

Jednym z najosobliwszych znamion socjologii roślin jest jej nazwa, czy też treść pod tą nazwą rozumiana. Z nazwy winnoby wynikać, że nauka ta zajmuje się stosunkiem roślin do siebie i do otoczenia, do warunków ekologicznych, „życiem gromadnym roślin“, jak to określił twórca tej nauki, J. P a c z o s k i. W rzeczywistości właściwą socjologią nie zajmował się poza P a c z o s k i m prawie nikt, przynajmniej zaś nie rozszerzył tej nauki. Pod nazwę tę podciągnięto inny zakres zjawisk, w szczególności wyróżnianie i opis skupień roślinnych. Do tej dziedziny nauki należałoby właściwie zastosować inną nazwę. Lepiej jednak jest rozszerzyć zakres badania zbiorowisk, opis uzupełnić rozważaniem zjawisk życia w nich. Najlepiej równocześnie określać i wydzielać zbiorowiska, jako też badać ich budowę, stosunki zależności między roślinami,

zależność ich od świata zewnętrznego. Niewłaściwą rzeczą wydaje mi się odkładanie ostatniego zagadnienia do czasu wyróżnienia i opisu zbiorowisk, gdyż wyróżnianie ich polegać winno właśnie na znajomości ich istoty.

Aby poznać istotę zespołów, musimy mieć sposób wyszukiwania przyczyn skupiania się roślin, określić je w każdym wypadku, umieć je ułożyć w porządku ich doniosłości, przede wszystkim zaś dociec, jakiego one są rzędu, czy socjalne, czy ekologiczne, czy może jeszcze inne. Wydaje mi się, że przede wszystkim należy rozważyć stosunek roślin do siebie statycznie i dynamicznie. Jedną z dróg do tego celu będzie zbadanie, w jakim stopniu jedne gatunki towarzyszą innym lub ich unikają. Tą drogą może też lepiej potrafimy określić zgrupowania roślin, zwłaszcza ich zespoły i formacje.

Nasuwa się nam pytanie, czy do ostatnio przytoczonego celu szliśmy dotychczas drogą właściwą. Dotychczasowe metody socjologii roślin polegały na badaniu wycinków szaty roślinnej. Tak wyróżnione skupienia są zwykle bardzo złożone. Płat roślinny składa się z pięter, w obrębie każdego piętra rośliny jedne są głębiej, inne płycej zakorzenione, jedne rzadsze, inne częstsze, stałe i przypadkowe, krótko i dłużej żyjące. Łączenie ich wszystkich w jeden zespół musi budzić zastrzeżenia. Nie wiemy naprawdę, czy rośliny te są zależne jedne od drugich, czy raczej od czynników zewnętrznych. Wydaje się, że właściwszą rzeczą byłoby wyróżnianie skupień roślinnych według stopnia stowarzyszenia gatunków, za zespół uważać grupę roślin sobie towarzyszących, a stopień stowarzyszenia gatunku z innymi roślinami uważać za jego cechę zespołową.

Przy takim ujęciu dałoby się określić jaśniej istotę stałości i wierności gatunku do zespołów. Zagadnienie to, tak często omawiane, wydaje mi się w zasadzie niewłaściwie postawione. Wierność i stałość odnosimy do jednostki właściwie uprzednio nieokreślonej, dopiero poszukiwanej i niewiadomo, czy naprawdę istniejącej. Właściwości te przyporządkować można by ściśle tylko do jednostek równie ściśle określonych, a więc jednego gatunku do drugiego. O wiele mniej ściśle dają się one odnieść w stosunku do jednostki złożonej, zespołu czy formacji.

Wyróżnienie zespołu natrafia wciąż na duże trudności. Niemal każdy badacz stosuje inne zasady albo też wierzy w autorytety. Może drogą wyróżnienia zespołów według stopnia skojarzenia gatunków uda się nam ta rzecz lepiej. O ile wyniki uzyskane metodą dotychczasową są słuszne, to drogą wyznaczenia skojarzenia gatunków winniśmy uzyskać te same wyniki. Może też w ten sposób uda nam się jeszcze lepiej określić stosunek zespołu do formacji i inne jeszcze zagadnienia.

Ułożenie zdjęć według współczynników podobieństwa dało nam nadspodziewanie dobre podstawy do analizy ekologicznej zbiorowisk roś-

linnych. Gdyby się nam udało ułożyć w podobne skupienia, według stopnia podobieństwa w ich rozmieszczeniu, gatunki roślin, zyskalibyśmy może podstawę do analizy ekologicznej grup gatunków, a wreszcie samych gatunków. W ten sposób zdołamy może wykryć dla każdego skupienia roślin i każdego gatunku zespół czynników istotnych. Widzieliśmy wyżej, że jest to zadanie niezmiernie ważne, a nie mamy do niego metodycznego podejścia.

Analiza ekologiczna i socjologiczna polega na porównywaniu z sobą zdjęć, podobnie jak systematyka polega na porównywaniu osobników, gatunków i innych jednostek. Każde porównanie można przeprowadzić dopiero po uporządkowaniu cech. W systematyce wynika porządek cech z samej budowy rośliny, podziału jej na części rastowe, narządy rozmnażania, kwiaty, owoce, nasiona. Porównywanie jest więc ułatwione. W geobotanice takiego porządku nie ma lub jest on pozorny, stąd porównywanie ściśle jest oczywistym niepodobieństwem. Ograniczamy się więc tylko do części gatunków, panujących, stałych lub wiernych. Porównywanie to możemy sobie jednak znakomicie ułatwić, jeżeli ułożymy gatunki w odpowiedni sposób. Najlepszy będzie układ stworzony przez przyrodę, według stopnia stowarzyszenia gatunków czyli ich podobieństwa ekologicznego. Gatunki towarzyszące sobie są bowiem albo życiowo z sobą związane, albo też wiążą je z sobą czynniki ekologiczne. Układ gatunków musi więc być dla celów porównawczych przynajmniej w każdej formacji w głównych zarysach ustalony.

Dotychczas układano gatunki w obrębie tablic zdjęciowych zupełnie dowolnie. Najczęściej wysuwa się na pierwsze miejsce tablicy rośliny panujące, stałe lub wierne. W układach tych istnieje już pewna zasada, a porządek taki ułatwia już do pewnego stopnia analizę. Porównanie dalsze utrudnia jednak odmienne ułożenie gatunków w każdej prawie tablicy, w każdym zespole.

Jeszcze gorzej przedstawia się rzecz przy ustawianiu roślin według porządku systematycznego albo według alfabetu. Porównanie zdjęć takich jest bez przerobienia tablicy zupełnie niemożliwe. Ustawienie według jakiegokolwiek założenia przyjętego z góry jest poza tym metodycznie nieuzasadnione. Istnieje więc wiele powodów, by dążyć do ustawienia gatunków według ich stopnia stowarzyszenia czyli ich skojarzenia.

Obliczanie współczynników skojarzenia.

Współczynnikiem skojarzenia gatunków nazywam procentowy stosunek ilości zdjęć, w którym rośnie para porównywanych gatunków roślin, do sumy wszystkich zdjęć, w których rośnie jeden i drugi gatunek. Współczynnik ten wskazuje więc, jak często rośnie jeden gatunek z drugim w stosunku do ogólnego rozmieszczenia obu gatunków. Przy współ-

czynniku podobieństwa porównujemy dwa płaty według ilości wspólnych gatunków, tu porównujemy gatunki według rozmieszczenia ich na badanych płatach roślinności. Obliczenie przeprowadzamy w ten sam sposób, jak przy współczynniku podobieństwa, na tej samej tablicy, tylko porównujemy nie pionowe lecz poziome szeregi liczb pokrywania. Tak samo obliczamy sumy występowania poszczególnych gatunków i sumy podobieństw, czyli ilość zdjęć, w których para gatunków rośnie razem. Obliczanie sum, wpisywanie na tablicę sum podobieństwa, procentowanie, odbywa się jak poprzednio. W ten sam wreszcie sposób przedstawiamy gatunki, dążąc do tego, by najbliżej siebie stały najczęściej obok siebie rosnące, a więc o najwyższym stopniu skojarzenia, daleko zaś od siebie gatunki się unikające lub wykluczające. Podobieństwo rozmieszczenia określa zatem wysokość współczynnika skojarzenia, jako też odległość wzajemna każdej pary gatunków na tablicy zdjęć.

Wreszcie przerabiamy jeszcze raz tablicę zdjęć, ustawiając na niej gatunki roślin według stopnia ich skojarzenia. Tablica zdjęć jest teraz o s t a t e c z n i e u p o r z ą d k o w a n a.

Obliczanie współczynników skojarzenia jest bez porównania żmudniejsze niż współczynników podobieństwa. Ponieważ ilość gatunków jest z reguły bardzo duża, ilość przeliczeń jest ogromna, a przedstawianie na tablicy nastęrcza już wielkie trudności techniczne. Zachodzą też znaczne trudności, wynikające ze sposobu obliczania; z resztą mają miejsce takie same stosunki jak między zdjęciami. Jeden gatunek rośnie albo w obrębie rozmieszczenia drugiego, lub też gatunki pokrywają się w rozmieszczeniu tylko częściowo. Największa wszakże trudność wynika z niejednakowej pospolitości gatunków, przy czym rozpiętość między sumami występowania gatunków jest bez porównania większa, niż przy ilości gatunków w poszczególnych zdjęciach. Współczynnik skojarzenia jest więc dostatecznie ścisły tylko między gatunkami o zbliżonej pospolitości. Można by zastosować pewne poprawki, te jednak raczej wikłają sprawę. Po wielu próbach uznałem za rzecz najwłaściwszą pominąć gatunki rzadkie i umieścić je na końcu poszczególnych grup. Postąpiłem tak, na razie, z gatunkami obecnymi w mniej niż 20% zdjęć danej formacji lub 10% ogólnej ilości zdjęć.

Obliczanie współczynników skojarzenia byłoby prawdopodobnie bardziej celowe na osobnym materiale zdjęciowym. Ponieważ ilość przeliczeń zależy nie od ilości zdjęć, lecz gatunków, można wziąć pod uwagę o wiele więcej zdjęć, nawet do tysiąca. Do takiej pracy należałoby wykonać zdjęcia na mniejszych płatach, nawet na kwadratach o boku 1 metra. Drogą doboru miejsc na zdjęcia można by do pewnego stopnia wyrównać wpływ rzadkości roślin. Na małych płatach uwidatniłby się może również lepiej czynnik socjalny, gdyż zaznaczyłby się niewątpliwie mocniej wzajemny wpływ roślin na siebie. Przy analizie socjologicznej

dałoby się może ostrzej wyróżnić zespoły, a analiza ekologiczna byłaby ściślejsza, gdyż łatwiej byłoby wynaleźć płaty roślinne zupełnie wyrównane. Są to jednak na razie tylko przypuszczenia. Oparcie się na innym materiale zdjęciowym może jednak dać wyniki nieporównywalne ze zbiorowiskami, wyróżnionymi na dużych kwadratach. W pracy mojej obliczałem skojarzenie na podstawie dużych kwadratów i otrzymałem wyniki zadawalające.

Dalszą trudność stanowi uwzględnianie pokrycia roślin. Gdyby brać pod uwagę tylko obecność i brak roślin w zdjęciu, wyniki mogą być dość powierzchowne. Inne bowiem ma znaczenie obecność w zdjęciu jednego okazu, inne obfitość danej rośliny. O ile się uwzględnia jednostki zdjęciowe, a więc obecność rośliny i jej pokrycie, podobnie jak przy współczynniku podobieństwa, gatunki bardzo pospolite i obficie rosnące wykażą w stosunku do rzadszych małe skojarzenie na skutek dużej sumy ich pokrycia. Wydaje się jednak, że rośliny rosnące bardzo obficie, zwłaszcza kępowo, wykazują istotnie mały stopień skojarzenia z innymi gatunkami, a więc słabo określają zespół. Jest to o tyle zrozumiałe, że roślina obficie występująca znajduje się widocznie w dobrych warunkach, jest więc mniej czuła na drobne odchylenia czynników ekologicznych i socjalnych. Trzeba tu jednak brać zawsze pod uwagę właściwości biologiczne poszczególnych gatunków roślin.

Ogólna analiza współczynników skojarzenia.

Analiza jedynej dotychczas opracowanej tablicy skojarzenia gatunków, wykonanej na podstawie zdjęć z północnej krawędzi Podola, dała nam tak ciekawe wyniki, że wynagrodziła w zupełności trudy długotrwałego przeliczania i ustawiania gatunków. Przy omawianiu tej tablicy musimy jednak pamiętać, że materiał zdjęciowy pochodzi z obszaru o bardzo ostro zarysowanych formacjach, a stosunkowo słabo uwydatniających się zespołach roślinnych. W innych obszarach można będzie wysnuwać wnioski dopiero po odpowiednim opracowaniu materiału, a wyniki mogą być odmienne. Możemy jednak żywić przekonanie, że obszar krawędzi Podola jest na tyle wzorcowy, że wyniki tu uzyskane mogą mieć znaczenie dla całej niżowej Europy środkowej.

Jest rzeczą niemal oczywistą, że podział gatunków na grupy mocniej skojarzone pokryje się z podziałem na formacje, gdyż każda formacja składa się z właściwego sobie zgrupowania gatunków. Nic nie możemy natomiast powiedzieć z góry o zachowaniu się gatunków w stosunku do zespołów. Jeden rzut oka na tablicę współczynników skojarzenia przekonuje nas, że gatunki istotne, tworzące formacje, bardzo się wyraźnie odcinają od innych i tylko stosunkowo nieliczne z nich stoją na pograniczach formacyj. Przekonamy się poniżej, że są to gatunki

oznaczające sukcesje zespołów albo też należące do „szczególnych siedlisk”. Zgrupowania gatunków odpowiadające zespołom zaznaczają się bardzo słabo, tak że nasuwają się znowu wątpliwości, czy zespoły da się obiektywnie wyróżnić. Zaznaczają się one nawet o wiele słabiej niż na tablicy współczynników podobieństwa. Przyczyny tego omówimy poniżej. Zagadnienie stosunku roślin do siebie musimy zatem omówić bardziej szczegółowo i to tak w ogólnym zarysie, jak też zbadać w każdym poszczególnym wypadku. Pomijamy przy tym na razie gatunki rzadkie, które zachowują się swoiście, zresztą dość rozmaicie.

Wysokość współczynników skojarzenia pomiędzy gatunkami jest na ogół niewysoka, a nawet nadspodziewanie niska. Wyjątkowo przekracza ona 70%, bardzo rzadko zachodzą wartości 60—70%, a nawet współczynniki 50—60% są stosunkowo bardzo wysokie i nieczęste. W ogromnej większości wypadków wysokość współczynników waha się między 20 a 30%. Można sądzić, że w tym wypadku nie zachodzi pomiędzy gatunkami żadna korelacja. Rzadkim wypadkiem są też wartości bardzo niskie i wykluczanie się wzajemne gatunków. Być może, że pochodzi to z przyczyn metodycznych, wielkich powierzchni zdjęciowych, a także nadmiernego uwzględniania przeze mnie zdjęć o roślinności mieszanej. Poszczególne gatunki roślin wykazują bardzo różne współczynniki skojarzenia z innymi. Jedne z nich wiążą się mocno z kilkoma lub wieloma, inne nie wykazują wyższych współczynników skojarzenia prawie zupełnie lub tylko z nielicznymi gatunkami, przy czym nie zależy to wyraźniej o stopnia pospolitości rośliny. Gatunki radsze nie wykazują z reguły wyższego stopnia skojarzenia ani z roślinami pospolitymi ani z innymi rzadkimi. O przyczynach tego pomówimy przy rozważaniu zagadnienia rzadkości roślin. Już jednak teraz widzimy, że gatunki rzadkie są tak luźno z pospolitymi związane, że do zespołu właściwie już nie należą. Warto przy tym wspomnieć, że właśnie gatunki rzadkie wykazują często wysoki stopień wierności do poszczególnych zespołów. Pochodzi to stąd, że właściwe sobie siedliska znajdują one w pewnych zespołach, ale z zespołem samym nie mają prawie nic wspólnego.

Istotnymi składnikami skupień roślinnych są zatem przede wszystkim rośliny częstsze lub pospolite. Między nimi możemy znów wyróżnić dwie co najmniej grupy. Jedne gatunki tworzą skupienia, kępy, lub nawet poduchy, inne rosną mimo rozpowszechnienia rozprószone. Pierwsze z nich uważa się często za rośliny szczególnie ważne, już ze względu na ich ilość, za budujące zespół. Rozrost ich wynika ze sposobu wzrostu, ale zależy i od czynników ekologicznych, gdyż te same rośliny rosną niekiedy pojedynczo i w rozprószeniu. O ile sprzyjające warunki ekologiczne układają się stosunkowo często i na dużych przestrzeniach, to rośliny te „tworzą zespoły”. Jeśli układ sprzyjających warunków urzeczywistnia się rzadko, to skupień odpowiednich roślin za zespół nie uważamy

Znam miejsca, gdzie można by mówić o zespole z panującymi *Scolopendrium vulgare*, *Linum flavum* lub *Scirpus Tabernaemontani*, a więc najrzadszymi u nas roślinami. Mniej doświadczeni geobotanicy wyróżniają zresztą niekiedy i takie zespoły. Jeśli chodzi o gatunki roślin rosnące kępami, to wykazują one prawie zawsze słabe skojarzenia z innymi gatunkami. Pochodzi to ze swoistej ekologii tych roślin w stosunku do większości gatunków. Obfite ich występowanie jest następstwem szczególnego układu warunków ekologicznych. O zespołach nie można w tych wypadkach mówić. Miejsca z panującym jakimś gatunkiem mogą nam natomiast łączyć się zespoły pozorne, gdyż przy niedostatecznie jednostajnej szacie roślinnej może gatunek panujący podnieść mocno współczynniki podobieństwa. W innych wypadkach szczególny układ czynników ekologicznych tak mocno ujednostajnia szatę roślinną, że zbiorowisko roślinne wykazuje cechy zespołu. Z przytoczonych danych, opartych na szczegółowej analizie zbiorowisk z wyraźnym dominantem, wynika wniosek, już na innej podstawie wysnuty, że obecność jego nie przesądza jeszcze istnienia zespołu, ani go nie zaprzecza, świadczy zaś prawie zawsze o osobliwych warunkach ekologicznych. To zaś daje nam bardzo cenną podstawę do określenia warunków ekologicznych danego miejsca i ekologii roślin tam rosnących.

Najwyższe współczynniki skojarzenia wykazują gatunki rozpowszechnione, lecz nie tworzące wyraźnych skupień, zwłaszcza rośliny częste lecz o niewielkim pokryciu, pospolite lecz rozprószone. Są to gatunki na danym miejscu mało wybredne, a więc dostosowane do siedliska, zwykle nie tworzące kęp. Duże skojarzenie wynika właśnie z ich rozprószenia i pospolitości. Te właśnie gatunki tworzą „główny zręb“ zbiorowisk roślinnych. Szczególnie mocno z sobą skojarzone gatunki ustawiają się w środku „głównego zrębu“. W miarę zbliżania się ku skrzydłom, współczynniki te się stopniowo obniżają, a skrajne wykazują już niskie stopnie skojarzenia. Te ostatnie należą albo do gatunków ogólnie rzadszych, albo też miejscowych gatunków panujących, a więc grup już wspomnianych. Na dalszych skrzydłach wykazują gatunki już bardzo małe skojarzenia z sobą i z gatunkami głównego zrębu. Wynika z tego, że formacja ma bardzo wyraźny, choć niezbyt ostro odgraniczony, zręb gatunków i że zręb ten jest jej podstawą. Do tego samego wyniku doszliśmy na podstawie analizy tablicy zdjęć. Im badany materiał opiera się na większej ilości zdjęć, tym trudniej jest wyróżnić drobniejsze zróżnicowanie w obrębie głównego zrębu. Na podstawie analizy współczynników skojarzenia nie dało się nam więc wyróżnić zespołów, albo ledwie się one zaznaczają. Wynika z tego, że zespoły wyróżniają albo gatunki dla głównego zrębu obecne, albo je powodują stosunki ilościowe, albo wreszcie cechy ujemne, brak pewnych gatunków, ogólnie w formacji występujących.

Analiza tablicy ze współczynnikami skojarzenia pozwala nam określić,

w jakim stopniu są gatunki poszczególne związane z formacją, w jakim stopniu są dla niej wierne. Im wyższe ma dana roślina współczynnik skojarzenia z jednymi gatunkami, tym musi mieć mniejsze z innymi. Takie mocne różnice w stopniu skojarzenia wykazują one szczególnie w stosunku do zrębów gatunków poszczególnych formacji. Znaczna ilość roślin rośnie tylko w obrębie formacji, pewne z nich rosną w innych tylko wyjątkowo, inne wreszcie przenoszą jedną formację nad inne. Można by do poszczególnych gatunków zastosować stopniowanie wierności, można by je nawet ująć bardzo ściśle w oparciu o materiał liczbowy. Są to jednak szczegóły mało ważne, oparte na jednej dopiero tablicy, a uogólnianie byłoby jeszcze przedwczesne. Jednakowe lub zbliżone przywiązanie rośliny do dwu formacji jest zjawiskiem rzadkim i ma miejsce, według dotychczasowych spostrzeżeń, głównie w formacjach zmienionych mocno przez człowieka. Potwierdza nam się wniosek już powyżej wysnuty, że każda formacja stanowi grupę gatunków swoistą, złożoną ze zwartego „zrębu“ i roślin rzadszych, najwyraźniej nieregularnie rozprószonych. W warunkach pierwotnych zróżnicowanie roślinności na formacje było niewątpliwie jeszcze bardziej ostre.

Na podstawie wysokości współczynników skojarzenia można ustawić nie tylko gatunki, ale i całe formacje według stopnia podobieństwa ich florystycznego składu. Obok siebie ustawią się formacje zbliżone, na skrzydłach szeregu od siebie bardzo różne, a odległość ich określa, obok przeciętnej wysokości współczynników skojarzenia gatunków, różnice ich składu. Układ taki wynika niewątpliwie z ekologii gatunków. Mamy zatem nowe podstawy do oceny ekologii tak całej formacji, jak i poszczególnych gatunków. Postępować będziemy w sposób opisany przy ogólnej analizie ekologicznej współczynników podobieństwa. Zauważymy przy tej analizie wiele prawidłowości, na które nawet nie zwrócilibyśmy uwagi w materiale nieuporządkowanym. Omówimy je przy szczegółowej analizie ekologicznej i socjologicznej poszczególnych formacji.

Ponieważ formacje układają się w szereg florystyczny, a niewątpliwie równocześnie ekologiczny, a w każdej formacji główny zręb gatunków ustawia się w pośrodku, gatunki zaś pośrednie na pograniczu formacji, a dodatkowe na ich skrzydłach, uzyskujemy nader dogodne ułożenie gatunków do celów analitycznych i porównawczych. Jednym rzutem oka oceniamy skład każdego zdjęcia i jego stosunek do formacji, w każdym bowiem zdjęciu rozdzielają się gatunki według przynależności do formacji. Może ono się składać tylko z gatunków przynależnych do jednej formacji, a więc przedstawiać formację wolną od domieszek. Przy zbiorowisku mieszanym możemy od razu określić charakter domieszki według jej położenia na tablicy. Może na przykład na jednym skrzydle zdjęcia leśnego ustawić się grupa gatunków łąkowych, na drugim błotnych. Zwykle dowodzi to prześwietlenia lub podtopienia lasu. Ilość tych

gatunków i ich pokrycie określa nam w przybliżeniu nawet stopień tej domieszki i czynniki je powodujące. W wielu wypadkach pozwala nam to bardzo wyraźnie prześledzić zjawiska sukcesji. Gdy następuje sukcesja, w następstwie ługowania podłoża, od lasu do boru, albo od stepu do łąki, to zaznaczy się w lesie domieszka gatunków borowych, na stepie łąkowych. W miarę postępu ługowania pojawi się w lesie coraz więcej i coraz bardziej wyraźnie borowych roślin. Ponieważ zaś tak zdjęcia, jak i gatunki, ustawiają się w szereg równoległy do stopnia wylugowania gleby, mamy wygodny sposób ustawiania zdjęć według stopnia ługowania i objawów sukcesji roślin. Obraz taki nie musi jednak dowodzić istnienia sukcesji i może być stanem statycznym. W szczególnych układach glebowych może tak się ułożyć roślinność, że do złudzenia przypomina szereg sukcesyjny. Tak ma się rzecz na przykład w borach na marglowym podglebiu, gdzie ilość i dobór roślin wapniowych zależy od głębokości wapiennego podglebia. Można jednak i w tym wypadku mówić o pewnego rodzaju sukcesji, zależnie od miąższości wylugowanej warstwy gleby.

Na ostatecznie uporządkowanej tablicy zdjęć, możemy zauważyć jeszcze dalsze zastanawiające prawidłowości. Jedne zdjęcia mają główny zręb gatunków o składzie właściwym dla danej formacji, bez wyraźnych braków w gatunkach lub odchyień ilościowych. W zdjęciach tych nie ma zazwyczaj domieszek obcych formacji. Możemy takie zdjęcia uważać za typowe. W innych zdjęciach brak jest pewnych gatunków w obrębie głównego zrębu, a zwykle równoległe z tym pojawiają się domieszki gatunków dla tego zespołu obcych. Może najciekawszą i istotną rzeczą jest przy tym to, że luki obejmują często gatunki obok siebie stojące, a pojawiają się grupki gatunków innych formacji, złożone również z roślin blisko siebie stojących w szeregu skojarzeniowym. Dowodzi to, że gatunki te zbliżone są między sobą pod względem ekologicznym. Widocznie jakiś czynnik wyklucza grupę gatunków ekologicznie do siebie zbliżonych, a wprowadza gatunki inne, również ekologicznie między sobą zbliżone. Grupy wykluczone i wprowadzone przez dany czynnik są oczywiście pod jakimś względem ekologicznym różne. Okoliczność ta jest bardzo pomocna przy podejściu do ekologii tak całego płatu roślinności, jak zwłaszcza do poszczególnych gatunków.

Prawidłowość układu gatunków, a więc pełnia składu głównego zrębu lub luki w nim, odnosi się nie tylko do poszczególnych zdjęć, ale do całych ich grup — zespołów roślin. Pewne gatunki rosną mniej więcej równomiernie we wszystkich zespołach danej formacji, inne tylko w niektórych lub tylko w jednym z nich. Tak samo zachowują się luki w gatunkach. Pewne rośliny omijają określone zespoły albo ich grupy, niekiedy brak ich, tylko w jednym zespole. Niektóre gatunki określają nam zatem niekiedy zespoły nawet dość dokładnie. Jest rzeczą dość osobliwą,

że są nimi często gatunki wcale pospolite i pozornie mało wybredne na czynniki ekologiczne, których inną metodą nigdy byśmy nie zaliczyli do rozpoznawczych. Gatunki takie, swoiste, są jednak dość rzadkie i zawodne. Właściwą cechą zbiorowiska jest cały zespół gatunków obecnych jak i nieobecnych, a właściwych dla danej formacji.

Prawidłowości w układzie roślin, omijanie przez jedne gatunki pewnych zespołów, stałe występowanie w innych, to znów unikanie pewnych zdjęć przez grupy gatunków zwykle mocniej z sobą skojarzonych dowodzi nam, że nasz układ tak zdjęć jak i gatunków jest, mimo błędów rachunkowych i przypadkowości, jednak bardzo zbliżony do rzeczywistości. To nas przekonywa, że zespoły i grupy skojarzonych gatunków są stosunkowo dobrze wyróżnione. Bardzo zaś ściśle stosunki zależności od czynników zewnętrznych dowodzą, że przyczyny są natury ekologicznej. Umacnia nas to w przekonaniu, że nasze podejście metodyczne do porównawczej szczegółowej ekologii roślin jest właściwe. Możemy więc przystąpić do analizy ekologicznej każdej jednostki: formacji, zespołu, grupy gatunków, jak i gatunku pojedynczego.

Możność oceny ekologii poszczególnych gatunków i ich grup, oraz składu poszczególnych płatów roślinności, formacji, zespołu i zdjęcia, na podstawie czysto rachunkowej pozwoli nam na jedno jeszcze przedsięwzięcie, a mianowicie na wszechstronną analizę zdjęć socjologicznych, wykonanych przez innych pracowników. Wystarczy bowiem, o ile zdjęcie obce mieści się w naszym układzie, uporządkować w nim gatunki według stopnia skojarzenia i wstawić je na właściwe miejsce w naszej tablicy. W razie wątpliwości wystarczy przeliczyć współczynniki podobieństwa z najbliższymi zdjęciami. Jeśli zdjęcie badane dostosuje się do innych, możemy je włączyć do odpowiedniego zespołu. W ten sposób będziemy mogli stapiać materiał zdjęciowy poszczególnych badaczy w jednolitą całość na podstawie czysto obiektywnej, łatwej do sprawdzenia, wyróżniać skupienia roślinne na dużych obszarach, wyznaczyć ich zasięgi i zależności od czynników ekologicznych i historycznych. To zaś jest istotnym zadaniem geobotaniki. Już dla tego samego celu warto było obliczyć współczynniki skojarzenia.

Analiza ekologiczna tablicy współczynników skojarzenia.

Stwierdziliśmy naocznie, że gatunki roślin dają się uporządkować według wysokości współczynników skojarzenia. Dają się ułożyć w szereg, choć lepiej dałyby się ułożyć w przestrzeni więcej wymiarowej, jak we wszystkich zresztą systemach przyrodniczych. Na tablicy nie tworzą one ciągłego szeregu, lecz skupiają się w grupy i to stosunkowo nieliczne. W obrębie tych grup zaznaczają się bardzo słabo skupienia niższego rzędu. Obraz rozmieszczenia gatunków jest podobny do tablicy współczynników podobieństwa, a różni się od niego tylko w szczegółach. Przy-

czynny takiego ułożenia gatunków winny być tego samego rzędu, co ułożenia się zdjęć i prawdopodobnie tak się rzecz istotnie przedstawia. Należy teraz dla sprawdzenia przeprowadzić analizę ekologiczną tablicy w ten sam sposób, co na tablicy współczynników podobieństwa zdjęć, wyszukując czynniki ekologiczne, oceniając ich rolę i wzajemne ustosunkowanie. Ponieważ mamy ustalony układ gatunków, możemy analizę poprowadzić dalej, rozważyć już nie zdjęcia jako całość, ale ich składniki, gatunki i do nich przyporządkować czynniki ekologiczne. Drogą wyodrębnienia zespołów i formacji oraz wyodrębnienia skupień gatunków według ich skojarzenia doszliśmy zatem do jednego celu. Jeśli obie drogi były słuszne, to wyniki analizy i syntezy winny się pokryć. Wyniki te są też istotnie zasadniczo zgodne i to tak odnośnie do wyodrębnienia formacji, zespołów jak i ich ekologii. Metoda nasza jest więc niewątpliwie słuszna.

Metoda analizy szczegółowej.

Po uporządkowaniu zdjęć według stopnia podobieństwa, a gatunków według stopnia skojarzenia, ustawiamy ostatecznie tablicę zdjęciową. Tablica ta pozwala, przy pomocy tablic współczynników podobieństwa i skojarzenia gatunków, na wysnucie dość daleko idących wniosków. Możemy dostatecznie ściśle i obiektywnie wyróżnić skupienia roślin w przyrodzie, ocenić ich wartość, wydzielić w każdym jego części składowe, ocenić rolę poszczególnych gatunków i ich zgrupowań, jak też wyrobić sobie pogląd na przyczyny składu i rozmieszczenia poszczególnych zbiorowisk. Ujęcie zagadnienia jest jednak przeważnie syntetyczne, zbiorowe. Ma to, jak wiemy, strony dodatnie, ale ma i ujemne. Nie daje ono nam odpowiedzi na wiele zagadnień szczegółowych, naukowo i gospodarczo nie mniej ważnych od ogólnych. Wyróżnienie i analiza lasu bukowego, czy innego, nie daje nam jeszcze pełnego obrazu, gdyż nie wyjaśnia jeszcze dostatecznie ani ekologii ani rozmieszczenia buka, ani innych składników tego lasu. Nasuwa się potrzeba opracowania każdego gatunku analitycznie, a dopiero później stopienie wyników w syntetyczną całość. Metodą tą winni znaleźć potwierdzenie wyników uzyskanych drogą analizy ogólnej. Może też zdobędziemy dalsze podstawy do zrozumienia tak całości, jak i szczegółów w obrębie szaty roślinnej.

Analiza szczegółowa winna nam wykazać, od jakich czynników zależy rozmieszczenie każdej rośliny i jak poszczególne czynniki ekologiczne wpływają na każdy gatunek rośliny i układy gatunków. Metoda badawcza polegać będzie znów na wyszukiwaniu równoległości pomiędzy poszczególnymi czynnikami a rozmieszczeniem gatunków roślin. Widzieliśmy powyżej, że zagadnienie to jest w prostej drodze niemożliwe do rozwiązania, gdyż równa się szukaniu przysłowiowej igły w stogu siana, a raczej kilkuset różnych igieł w wielu

stogach. Wyszukiwanie zależności między roślinami a czynnikami ekologicznymi stanie się możliwe, jeśli potrafimy w każdym wypadku ustawić gatunki według ich ekologicznego podobieństwa, jako też siedliska roślin według ich istotnego podobieństwa. Musimy jeszcze umieć ułożyć warunki ekologiczne według ich doniosłości, niejako hierarchii, i to z osobna odnośnie do każdego gatunku roślin. Możemy jednak przystąpić do pracy już na podstawie uporządkowanego jednego zbioru, albo roślinności, albo czynników ekologicznych. Zaczniemy i oprzemy się na szacie roślinnej, gdyż mamy ją uporządkowaną dostatecznie. Od czynników ekologicznych mógłby wyjść klimatolog lub gleboznawca. Wiemy już jednak, że ostatniego rodzaju próby się nie powiodły.

Na podstawie analitycznego rozpatrzenia poszczególnych czynników ekologicznych w obrębie zbliżonych do siebie płatów roślinności potrafimy odróżnić czynniki istotne od mniej ważnych lub obojętnych. Za czynniki istotne mamy prawo uznać te, które się we wszystkich podobnych płatach roślinności powtarzają, za mniej ważne czynniki zmieniające się mimo tej samej roślinności. Jeśli bowiem zmiany w nich nie wpływają na szatę roślinną, to nie są one dla roślin ważne. Jeśli step o podobnym składzie florystycznym spotykamy na skale, czarnoziemiu, glince nawianej i rędzinie, to mamy prawo przyjąć, że rodzaj i typ gleby nie jest dla stepu istotny. Jeśli wszakże stwierdzimy, że wszędzie pod stepem gleba jest mocno wapienna i że nie ma od tego wyjątku, mamy pełną podstawę do wiązania stepu z ilością wapna w glebie. Jeśli wszystkie, a przynajmniej większość, roślin stepowych spotykamy w lesie, choćby tylko w danych warunkach wyjątkowo, i stwierdzimy tam pełny ich rozwój, rozmnażanie i ruzsiew, to nie możemy przyjąć, że istotną cechą stepu jest jego bezdrzewność. Jeśli sosna rośnie na piasku, marglu, wapieniu, glinie i torfie, to widocznie ani stan fizyczny podłoża ani jego skład chemiczny nie jest dla niej istotny. Musimy więc wyszukać układ czynników dla jej życia konieczny, jako też czynniki, które ją ograniczają, nie wpuszczają jej na pewne piaski, pewne torfy, pewne gliny i margle

Podstawa zagadnienia leżeć będzie nie tylko w doszukiwaniu się czynnika istotnego, lub ich układu, lecz również w określeniu wartości optimum, minimum, a niekiedy i maximum, w każdym układzie warunków i dla każdego gatunku rośliny. Nie byłoby to trudne przy znajomości ekologii rośliny, jej wymagań co do klimatu i gleby. Dla określenia tej ekologii potrzeba nam jednak znajomości czynników ekologicznych. Tymczasem nie znamy ani ekologii roślin ani działania poszczególnych czynników ekologicznych nawet u najpospolitszych i najważniejszych roślin. Dowodem tego stanu rzeczy jest powszechne twierdzenie, że sosna jest rośliną głodną, właściwą dla podłoża piaszczystego, że step musi być

bezdorzewny, że buk jest przywiązany do klimatu oceanicznego. Poglądy takie są zaś gorsze nawet od całkowitej nieznamomości stanu rzeczy.

Najistotniejszą i najtrudniejszą rzeczą będzie dla nas właściwa ocena czynników ekologicznych, gdyż od tego zawisło powodzenie naszej pracy. Zależności pomiędzy czynnikami nieistotnymi i niewłaściwie ujętymi a szatą roślinną oczywiście nie stwierdzimy lub co gorsze, znajdziemy zależności pozorne. Pewne podstawy do właściwej oceny uzyskamy już podczas prac polowych, dokładniejsze dopiero na podstawie szczegółowej analizy tablicy zdjęciowej. Opis prowadzącej do tego celu metody, poprzedzi konieczne dla nas rozważenie niektórych zagadnień, pozornie luźno, w istocie rzeczy wszakże ściśle związanych z metodą i całością badań geobotanicznych.

Zagadnienie ekologii szczegółowej.

Największą może osobliwością niektórych gałęzi geobotaniki jest zaniedbywanie, a nawet lekceważenie, szczegółowej ekologii roślin. Podczas gdy gromadzimy wciąż dane, dotyczące rozmieszczenia roślin, nie zwracamy prawie żadnej uwagi na stosunek roślin do czynników ekologicznych, albo też ograniczamy się do spostrzeżeń zupełnie powierzchniowych i bezplanowych. Świadczy o tym choćby niemal naiwne określanie siedlisk poszczególnych gatunków we florach, nawet szczegółowych. Wyjątek pod tym względem stanowi *Flora von Mitteleuropa* Hegi'ego, która usiłuje dać i daje wiele danych istotnie cennych. Jednakowoż i w tym dziele opierają się autorzy raczej na wyczuciu niż ścisłych spostrzeżeniach. Nie można jednak stawiać autorom zarzutów, gdyż dali oni wszystko, co mogli znaleźć i zaczerpnąć z piśmiennictwa i doświadczenia. Mamy zaledwie jedno większe dzieło o ekologii roślin środkowej Europy (Kirchner, Loew, Schröter, *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen*), a i ono dostarcza tylko niewiele danych o ekologii, przy tym jednostronnych i niezupełnie ścisłych.

Omawianie doniosłości szczegółowej ekologii roślin jest, a właściwie powinno być, zbyt rzadkie. Bez znajomości szczegółowej ekologii roślin jest geobotanika często płonnym rozumowaniem lub gmachem zbudowanym bez fundamentów. Już dotychczasowa nasza ściślejsza analiza ekologiczna przekonuje nas, że w wielu wypadkach trzeba będzie zmienić poglądy ogólnie przyjęte i całe dziedziny zagadnień rozpatrzyć na nowo, pod zupełnie innym kątem widzenia. Nie mniej doniosłe jest zagadnienie szczegółowej ekologii roślin w naukach stosowanych. Uprawa roślin jest w istocie rzeczy oparta na znajomości szczegółowej ich ekologii. Polega ona na przystosowaniu gleby i klimatu do wymagań rośliny albo też na doborze roślin do warunków ekologicznych. Bez znajomości wymagań ekologicznych jest uprawa roślin narażona na wiele niepowodzeń

i niespodzianek. Dostateczną ilość przykładów dostarcza nam pod tym względem leśnictwo, gospodarka łąkowa, pastwiskowa i stawowa; nawet w rolnictwie nie wszystko wiemy o uprawianych roślinach. Znajomość szczegółowej ekologii roślin jest wprost podstawą wielu działów botaniki stosowanej. Tak zwany praktyk nie jest niczym innym, jak doświadczonym ekologiem szczegółowym. Dotychczas praktycy zdobywają swe wiadomości w sposób prawie podświadomy. Zadaniem nauki jest przekształcenie intuicji w metodę jasną, przekonywującą i każdemu dostępną, opracowanie tych zagadnień w sposób ścisły.

Gromadzenie danych z zakresu ekologii szczegółowej napotyka na bardzo duże trudności. Wynikają one z dużej ilości gatunków, wielkiej ilości czynników ekologicznych oraz z samej ich istoty. W badaniach tych nie chodzi bowiem o stwierdzanie faktów, o zbieranie roślin i zestawianie stanowisk, ale o wyszukiwanie bardzo złożonych zależności i stosunków. Zależności te wydają się wprost nieskończenie zmienne, na każdym prawie płacie roślinności inne. Właśnie dążność do uproszczenia powoduje, że chętniej badamy ekologię zbiorowiska niż poszczególnych roślin. Jest to jednak droga dość niebezpieczna, albowiem każde prawie zbiorowisko roślinne składa się z wielu i często bardzo między sobą różnych pod względem ekologicznym gatunków. Na niedostatecznie ścisłych podstawach oparte uproszczenia kosztowały nas już wiele nie tylko naukowych złudzeń ale i pieniędzy wydatków.

Największe może trudności w gromadzeniu danych o ekologii roślin powoduje niewłaściwe od początku ujęcie zagadnienia. Wspomnieliśmy już, że rozpatrujemy ekologię roślin pod zbytnim wpływem ekologii, czy też fizjologii człowieka, mimo że fizjologia roślin jest od niej pod wieloma względami zasadniczo, a przynajmniej wyraźnie, różna. Przy klimacie myślimy przede wszystkim o ciepłe i ilości pary wodnej w powietrzu, podczas gdy dla roślin są to czynniki często niewątpliwie mniej ważne, przede wszystkim zaś roślina odczuwa je inaczej niż zwierzę. Nie jest ona bowiem oderwana od podłoża.

Przy odpowiednim układzie nawodnienia może być roślina bardzo mało wrażliwa na suszę w powietrzu. Zaliczanie ryczałtem roślin rosnących na suchych, w naszym pojęciu, miejscach do kserofitów zdaje się być pospolitym błędem. Wydaje się nawet, że podział roślin na ksero- higro- i mezofity jest w ogóle nieuzasadniony, jednostronny i zbyt ludzki, a przede wszystkim jest nieścisły. Roślina może zadowolić się bardzo małą ilością wody, o ile zawiera ona dostateczną ilość rozpuszczonych składników odżywczych. Często można stwierdzić, że ten sam gatunek rośnie raz na miejscu wilgotnym i jałowym, a drugim razem na suchym lecz żyznym. Raz zachowuje się jak ksero-, drugi raz jak mezo- a nawet higrofit. Określenie stopnia nawodnienia samego mówi nam jeszcze

bardzo mało, a pomiar nawodnienia również niewiele. Wspomnieliśmy już wyżej, że całkiem co innego oznacza dla rośliny woda stojąca, a co innego ruchoma, co innego wapienna a zakwaszona. Podobne rozważania należy przeprowadzić odnośnie i do innych czynników.

Danych w zakresie szczegółowej ekologii roślin nie możemy zbierać wyłącznie drogą luźnych spostrzeżeń, albowiem nagromadzić musielibyśmy ogromny materiał, częściowo bezwartościowy, a którego naukowe oprowadzenie natrafiłoby na niepokonalne trudności. Wiemy też już, że bardzo określną drogą prowadzi do celu metoda doświadczalna. Zadaniem naszym jest podanie zarysu metody porównawczej. Jest nią właśnie metoda analizy szczegółowej, oparta na podstawach statystycznych i indukcyjnych. Uprzednio omówić jednak musimy, choćby w dużym skrócie, czynniki ekologiczne. Nie mam przy tym zamiaru ani możliwości omawiania wszystkich czynników ekologicznych, tym więcej, że istnieją dzieła poświęcone tym zagadnieniom. Przyjmuje, że czytelnik zaznajomił się z nimi uprzednio. Muszę jednak poruszyć niektóre zagadnienia, jakie nasunęły mi się przy opracowaniu stosunków ekologicznych na północnej krawędzi Podola.

Klimat, czy podłoże?

Najważniejszymi niewątpliwie czynnikami ekologicznymi są klimat i podłoże. Zachodzi pytanie, który z tych czynników jest ważniejszy. Zagadnienie to przedstawia się w różnych okolicach świata niewątpliwie różnie i z góry nie można odpowiedzi przesądzać. Tymczasem przeważa, a nawet panuje, w geografii roślin przekonanie o ogólnej przewadze klimatu. Ma to podłoże częściowo historyczne, częściowo wynika z naszej— ludzkiej— wrażliwości na klimat, a głównie leży w małej znajomości gleby. Na glebę zwrócono uwagę o wiele później, niż na klimat. Znamiennym rysem geografii roślin, nawet najnowszej, jest niemal dogmatyczna wiara w klimat i w klimaks. W klimaks wierzy się, mimo że jest to stan prawie zupełnie teoretyczny, możliwy w prawie nieskończonej, nierealnej, a więc naukowo mało ważnej przyszłości. Przecież nawet w krajach tropikalnych, gdzie od trzeciorzędu klimat jest prawie niezmienny, nie doszło do zupełnego wyrównania szaty roślinnej. Ocena wpływu czynników klimatycznych na poszczególne rośliny musiałaby się opierać na dokładnym zbadaniu zagadnienia w możliwie wielu okolicach i dopiero na podstawie wielu danych moglibyśmy wysunąć wnioski ogólniejsze. Należy przy tym uwzględnić każdy czynnik klimatyczny na tle ich całości. Zagadnienie to nie jest dotychczas nawet metodycznie opracowane. Tymczasem zamiast wpływu klimatu na rośliny bierzemy pod uwagę prawie wyłącznie dane dotyczące klimatu jako takiego. Wpływu klimatu na rośliny tylko się domyślamy. Nie odróżniamy często wpływu klimatu na rośliny od wyglądu roślinności w danym klimacie, co powoduje wiele niejasności. Równo-

ległość między stosunkami klimatycznymi a wyglądem szaty roślinnej nie przesądza jeszcze, że zachodzić tu musi związek przyczynowy. Szczególnie zaś pamiętać musimy, że nie musi to być, i najczęściej nie jest, zależność bezpośrednia lecz przede wszystkim pośrednia. Doszukiwanie się zależności pomiędzy stosunkami klimatycznymi a roślinnością na mapie, wykreślanie zasięgów i izoterm, czy innych linii klimatycznych, kryje duże niebezpieczeństwo uproszczonego i niewłaściwego ujęcia. O wiele więcej daje bezpośrednio rozpatrywanie zależności roślin od stosunków klimatycznych na poszczególnych siedliskach, choćby nawet porównawczo, bez ściślejszych pomiarów. Badanie takie jest tym więcej wskazane, że możemy zwracać równocześnie uwagę na inne zależności, w szczególności od stosunków glebowych.

Zagadnienie wpływu klimatu na rośliny odważam się omawiać, jak wyżej wspomniałem, prawie wyłącznie na podstawie stosunków na północnej krawędzi Podola. Wychodzę z założenia, że podejście do tego zagadnienia musi być ściśle indukcyjne i opierać się na szczegółowych badaniach, a nie na podstawie zestawień z piśmiennictwa. Dopiero przez gromadzenie tego rodzaju danych zyskamy pogląd na wpływ klimatu na rośliny. Obszar badany nadaje się, jak żaden może inny w Europie, do rozważania tego zagadnienia: stosunki tam zachodzące mają nawet ogromne znaczenie dla roślinności całej naszej części świata. Północna krawędź Podola leży prawie w samym środku Europy, niejako w jej krytycznym miejscu klimatycznym. Zaznacza się tu jeszcze mocno wpływ Atlantyku, ale są i znamiona kontynentalizmu, zwłaszcza w zależności od wystawy stoków. Ku północy wzmaga się wpływ Bałtyku, ku południowi klimatu czarnomorskiego. W zupełnej z tym zgodzie zdaje się układać szata roślinna. Od zachodu podchodzi roślinność atlantycka w postaci lasów bukowych i mieszanych liściastych, od wschodu stepowa, od północy borowa. Jeśli jednak klimat jest istotnie czynnikiem najważniejszym, a choćby nawet tylko ważnym, winniśmy stwierdzić na krawędzi Podola, w tym węźle klimatycznym, ścisłą zależność roślinności od niewielkich nawet różnicowań klimatu, w drobnych jego szczegółach. Niewielkie nawet miejscowe skontynentalizowanie czy osuszenie powinno powodować rozszerzanie się stepu, zwiększanie wilgotności powietrza rozszerzanie się lasu. Szczególnie powinien się uwidaczniać wpływ kontynentalizmu, a więc dobowego i rocznego wahanía czynników klimatycznych. Ponieważ wszystkie formacje roślinne znajdują się tu blisko granicy swych zasięgów, winny one być na czynniki klimatyczne szczególnie czule.

Zależność roślinności od stosunków klimatycznych, pozornie bardzo wyraźna, zaciera się jednak zupełnie przy bardziej szczegółowym rozpatrzeniu. Poszczególne formacje roślinne winnyby na granicach swych wykazywać zubożenie, tymczasem niczego podobnego nie stwierdzamy.

Zwłaszcza w obrębie lasów, na ich granicy, uderza nas bogactwo drzew i krzewów a zwłaszcza roślin zielnych. Las winienby wykazywać znamiona wysuszenia, tymczasem mamy tu długą listę wybitnych higrofitów, jak *Onoclea struthiopteris*, *Scolopendrium vulgare*, *Aspidium Braunii*, *Scopolia carniolica*, *Arum maculatum* i wiele innych. Widocznie zagadnienie nie przedstawia się tak prosto.

Brzegi Podola są przeważnie strome i mocno wyrzeźbione, o różnorodnej wystawie i nachyleniu. Tak u podnóży jak i na wyniesieniach spotykamy miejsca równe i płaskie jak i pofaldowane. Różnice wysokości dochodzą do 200 m, a więc różnice ciepłoty winny przekraczać 1°C i powodować zmiany opadów. Poszczególne zbocza mają bardzo różnorodny klimat miejscowy, bardzo różny od klimatu przeciętnego. Ten ostatni określają nam dane stacji meteorologicznej we Lwowie. Południowe i południowo-zachodnie zbocza są od obszarów płaskich bez porównania suchsze, bardziej kontynentalne, zatokowate zaś ich wgłębienia poza tym wyraźnie w lecie cieplejsze. Wahania ciepłoty i czynników z nią związanych są na nich w ciągu doby i roku bardzo duże. W słoneczne dni latnie tak się ogrzewa ziemia, że parzy w nogi. Gleba wysycha wskutek tego bardzo mocno, a również mocno ogrzewa się i wysycha powietrze, zwłaszcza na miejscach odsłoniętych i wystawionych na ciągle tu wiejące wiatry. To znowu powoduje szybkie parowanie wody. Panują tu stosunki istotnie „kserotermiczne“, niewiele zapewne różne od panujących na stepach czarnomorskich. W nocy oziębia się gleba na skutek braku osłony przez drzewa. W ciągu zimy zwiewają wiatry pokrywę śnieżną, więc miejsca te głęboko przemarzają. Na wiosnę topnieje śnieg szybko dzięki nagrzewaniu przez słońce. Promienie słońca wcześniej budzą roślinność do życia, w czasie kiedy roślinność atlantycka i borowa jest jeszcze pogrążona we śnie zimowym. Przymrozki dają się tu mocno roślinom odczuć. Opady deszczowe spływają szybko po zboczach, tak że wpływ ich jest stosunkowo słaby. Panują tu więc naprawdę warunki „stepowe“. Roślinność tych zboczy jest też istotnie często stepowa, ale bynajmniej nie zawsze. Często na tym samym zboczach, w tych samych warunkach, w tej samej wystawie, w odległości nieraz kilkunastu kroków, a nawet w bezpośredniej bliskości stepu, nie rośnie ani jedna roślina stepowa. Czynniki klimatyczne nie potrafią same wprowadzić ani jednej rośliny stepowej, o ile nie sprzyjają jej czynniki glebowe. Roślinność stepowa nie jest zresztą bynajmniej do kserotermicznych warunków przywiązana; spotykamy ją bowiem i na miejscach zupełnie płaskich, na pewno nie suchych, a na obszarach wylesionych i koszonych nawet na miejscach bardzo wilgotnych i chłodnych, na północnych zboczach. Czują się one tu nawet wyraźnie lepiej niż na zboczach południowych. Przeważna ilość gatunków stepowych rośnie zupełnie dobrze

również w dość cienistych lasach, kwitnie tam i obficie owocuje, nawet wyraźnie lepiej niż na stepie. Warunki stepowe nie są więc dla nich bynajmniej nieodzowne. Rośliny stepowe znoszą warunki kserotermiczne, ale ich koniecznie nie potrzebują. Te same warunki znoszą jeszcze lepiej rośliny inne, nie stepowe, na przykład wydmowe. Nie wchodzi tu w grę czynniki konkurencji, bo na siedliska stepowe roślinność inna nie wchodzi, a z leśną zgadza się roślinność stepowa zupełnie dobrze. Szczególnie ważna jest jednak okoliczność, że na tychże samych południowych zboczach rośnie niejednokrotnie wysokopienny, cienisty, albo też suchy i widny las, a warunki kserotermiczne widocznie mu nie szkodzą. Roślinność stepowa nie wykazuje więc ścisłego przywiązania do klimatu suchego i ciepłego. Roślinność borowa nie wykazuje również żadnych zależności od klimatu. Jedną i drugą spotykamy tak na obszarach płaskich, wilgotnych, u podnóży stoków, jak i na ich wyniesieniach; na zboczach tak słonecznych i ciepłych, jak północnych i chłodnych. W lasach zaznacza się w runie wpływ klimatu miejscowego, ale najwyraźniej czynniki glebowe i tu mogą go łatwo przewyciężyć. Na spostrzeżeniach tych, przedstawionych tu w największym skrócie, opieram swe twierdzenie, że klimat na obszarze krawędzi Podola wywiera wpływ bezpośredni stosunkowo nikły. Nie zależy od niego różnicowanie roślinności ani na formacje, ani zespoły, nie potrafi klimat sam ani usunąć, ani wprowadzić żadnej określonej roślinności na dane siedlisko. Wszystko przemawia za tym, że nawet mocna zmiana klimatu mało by tu wpłynęła na szatę roślinną, zwłaszcza o ile chodzi o rozmieszczenie stepów i borów. Wrażliwsze na klimat wydają się być tylko lasy, a raczej niektóre drzewa liściaste.

Warto w związku z tym zagadnieniem rozpatrzyć na krawędzi Podola rozmieszczenie drzew. Są one najbardziej wystawione na działanie czynników klimatycznych, winnyby zatem wykazywać najdalej idącą zależność od wystawy i wilgotności podłoża, zwłaszcza że niektóre z nich rosną tu na granicach swych zasięgów. Zwykle się zresztą właśnie drzewa wiąże z warunkami klimatycznymi. Wobec długiego okresu rozwoju w ciągu roku winnyby stosunki cieplne i nasłonecznienia mieć na nie wpływ szczególnie doniosły.

Za przedstawiciela roślinności atlantyckiej uchodzi u nas buk. On też winien wykazywać szczególnie wyraźnie zależność od klimatu miejscowego, na granicy swego zasięgu chować się w miejsca wilgotne i zaciszne. Tymczasem nie stwierdzamy u tego drzewa żadnej zależności rozmieszczenia od wystawy i nasłonecznienia stoków. Rośnie on tu równie dobrze na północnych, jak i najbardziej na nagrzewanie wystawionych, południowych, stromych stokach, unika zaś wyraźnie właśnie wilgotnych dolinek, przynajmniej zaś ich położeń dennych. Na południowych zboczach zasiewa się wprawdzie z trudnością

i tylko przy ocienieniu, dorasta tu wszakże potężnych rozmiarów, kwitnie i owocuje na tych siedliskach zupełnie dobrze. Właśnie na granicy zasięgu spotykamy go przede wszystkim na wyniesieniach i na strumyach leśnych zboczach jarów, a więc w miejscach o wyraźnie suchej glebie. Krańcowe stanowisko na Czerczy w Krzemieńcu znajduje się pod szczytem małej góry, w miejscu wystawionym na wiatr, na północnym, co prawda, ale piaszczystym i bardzo suchym stoku. Buk nie wykazuje więc na najbardziej ku wschodowi wysuniętych stanowiskach żadnej zależności od klimatu kontynentalnego, tak że śmiało można twierdzić, że granica jego na wschodzie na pewno nie jest klimatyczna. Udowodnię też na właściwym miejscu, że różnice w ilości opadów na różnych wyniesieniach też nie mogą wchodzić w grę. Nie zachodzą tu żadne zjawiska osłabienia rośliny ani we wzroście, ani w obsiewaniu się nawet na bardzo kontynentalnych siedliskach. Przypuszczenie, że chodzi tu o odmianę, czy podgatunek, *moesiaca*, niczego na razie nie tłumaczy, gdyż bynajmniej nie wiadomo, czy ta odmiana jest na klimat mniej wrażliwa. Nie wykazują też tu wyraźnego zubożenia zespoły lasu bukowego. Wspomniałem powyżej o występowaniu w nich, a i poza nimi, gatunków wyraźnie nawet atlantyckich.

Nie wykazuje również żadnej wrażliwości na klimat kontynentalny sosna, drugie ważne drzewo, z południową granicą zasięgu na krawędzi Podola. Rośnie ona tu na suchych, wysuniętych półwyspach krawędzi Podola i na jej zboczach, na przedpolu na wydmach i marglowych wyniesieniach, a więc na siedliskach i podłożach najbardziej na tym obszarze suchych i ciepłych. Na południowej granicy swego zasięgu zachowuje się więc sosna jak roślina wyraźnie kserotermiczna. Dorasta ona tu, właśnie na swej granicy, wspaniałych, a nawet niespotykanych gdzie indziej, rozmiarów. Na pewno więc nie klimat ogranicza zasięg sosny. Rośliny typowo borowe, a więc północno-zachodnie, nie wykazują również żadnej zależności od klimatu na granicy swego zasięgu. Na krańcowych stanowiskach rośnie *Calluna vulgaris*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Vaccinium myrtillus* i inne gatunki borowe tak dobrze na torfowiskach, jak i na suchych i ciepłych piaskach, nierzadko w bezpośrednim sąsiedztwie, a nawet w pomieszaniu, z roślinami stepowymi. Podobne rozumowanie i dowody, które przytoczę przy omawianiu rozmieszczenia i ekologii poszczególnych gatunków, przekonywują nas zgodnie, że klimat ma wpływ, przynajmniej bezpośredni, na rozmieszczenie roślin na krawędzi Podola, i w ogóle w obrębie Europy środkowej, nader niewielki.

Ten dość niespodziewany wniosek nie wyda się zresztą przy bliższym rozważeniu zbyt dziwny. Cechą klimatu naszego obszaru jest duża zmienność i niestalość w ciągu roku i w poszczególnych latach. Roślinność nasza musi więc wykazywać duże przystosowanie do dłuższej suchy, jako też znacznego nasycenia parą wodną. Zasięgi roślin są

w szczegółach tak różne, że tylko u niewielu można się dopatrywać zależności ich od klimatu. Te zaś właśnie gatunki wysuwa się na dowód tej zależności, a unika wzmianki o gatunkach zachowujących się odmiennie.

Wiara w czynniki klimatyczne i ich wpływ na rośliny tak jednak głęboko wrosły w umysły geobotaników, że wiele czasu i trudu będzie kosztować sprowadzenie tego zagadnienia do właściwej miary. Nie znaczy to, że zaprzeczam wpływu klimatu, natomiast wysuwam konieczność poddania pod indukcyjne badanie twierdzenia, że klimat działa inaczej, niż sobie to dziś wyobrażamy. Bezpośrednio wpływa on tylko w szczególnych wypadkach, bardzo zaś silny jest jego wpływ pośredni, przede wszystkim przez glebę, i to w sposób bardzo zawily. Wskutek tego nie można wiązać z sobą linii klimatycznych i zasięgowych. Wpływ klimatu może być przy tym samym natężeniu czynników klimatycznych bardzo różny przy różnych stosunkach glebowych. Zmiany klimatu wywołałyby też wpływ bardzo różny, zależnie od rodzaju podłoża, a nawet na różnych glebach wręcz przeciwny. Inaczej wpływa na przykład klimat na roślinność na glebach hydrofilnych, a inaczej na hydrofobnych. Musimy zatem badać zawsze nie tylko klimat według danych meteorologicznych, lecz przede wszystkim wpływ tego klimatu; ten zaś zawsze należy rozważać na tle stosunków glebowych. Bez uwzględnienia tych ostatnich są badania klimatu niemal że bezcelowe albo też prowadzą do zupełnie nieprawdziwych wyników.

Przekonanie o przemożnym wpływie klimatu na roślinność ma jeszcze jedno źródło. Na wielkich, płaskich obszarach jest szata roślinna na ogół jednolita, a zależność od klimatu uwidacznia się bardzo wyraźnie, zaś roślinność obszarów o bogatej rzeźbie wykazuje duże zróżnicowanie. Na obszarach tych jest również mocno urozmaicony klimat miejscowy. Zależność roślinności od czynników klimatycznych wydaje się na obu rodzajach obszarów oczywista. Takie ujęcie jest jednak zbyt uproszczone a nawet wręcz niesłuszne. Na obszarach płaskich są stosunki zależności roślin od klimatu stosunkowo proste, zwłaszcza przy jednostajnej budowie podłoża i wyrównanych glebach, stąd równoległość roślinności i klimatu uwydatnia się bezpośrednio. Badanie zależności rozmieszczenia roślin od czynników klimatycznych, ciepła, opadów, wilgotności powietrza przynosi tu duże korzyści. W terenie górzystym natomiast wpływ na przykład wody opadowej uwidacznia się często nie tylko na miejscach i w czasie opadu, lecz również w miejscu jej wsiąkania i to często później, szczególnie wyraźnie w okresie posuchy. Ten sam opad deszczowy luguje w jednym miejscu glebę, w innym przyczynia się do jej wzbogacenia w sole. Zaznacza się tu również wpływ opadów śnieżnych, i to często właśnie w ciągu lata, gdyż woda z topniejącego śniegu wsiąka w jednym miejscu, a wsiąka często w innym i to po długim nieraz cza-

sie. Wsiąkanie i parowanie wody powoduje nie tylko zmiany w atmosferze, ale i w glebie i nie tylko w zakresie jej nawodnienia, ale również w jej składzie chemicznym i strukturze. Wpływ klimatu jest tu tak złożony, że bezpośrednie jego pomiary dają nam bardzo niewiele. Doszukiwanie się bezpośredniej, prostej zależności między czynnikami klimatycznymi a szatą roślinną jest tu skazane z góry na niepowodzenie, a przynajmniej daje wyniki niepewne. Na Strachowej Górze koło Krzemieńca i na Kamule koło Bóbrki widzimy na tym samym zboczu, pośród cieniściego lasu, płaty typowego, pierwotnego, bezdrzewnego stepu, a granice między lasem i stepem są niezwykle ostre. Kamienna Góra koło Kurowic jest porośnięta roślinnością stepową, a tuż obok leżące górkę, o tej samej wystawie, wyniesieniu, nachyleniu, wykorzystaniu przez człowieka, nie mają ani jednej rośliny stepowej. Działanie klimatu na roślinność wymaga zatem w każdym wypadku szczegółowego rozpatrzenia w drodze zbadania nie tylko samego klimatu, ale i wszystkich jego wpływów pośrednich. Dotychczas ogólnie stosowany sposób ujmowania zagadnienia jest bardzo powierzchowny, z przewagą dedukcji i błędnych wniosków. Nic dziwnego, że nie daje on rzetelnych naukowych wyników.

Czynniki glebowe.

W rozdziale poprzednim doszliśmy do wniosku, że klimat nie może uchodzić na obszarze Europy środkowej, a przynajmniej na krawędzi Podola, za czynnik najważniejszy. Duże zróżnicowanie roślinności na małych nawet obszarach dowodzi, że czynnik historyczny nie odgrywa tu też większej roli. Nie możemy też, jak udowodnię na właściwym miejscu, przypisywać większego znaczenia czynnikom socjalnym. Wobec tego musimy szukać istotnych przyczyn rozmieszczenia poszczególnych gatunków i ich zespołów w czynnikach glebowych i zagadnienie zależności szaty roślinnej od gleby rozważyć dokładniej. Nie mam znów zamiaru powtarzać wiadomości z zakresu gleboznawstwa, a ograniczam się do omówienia wniosków, jakie nasunęły mi się przy badaniach ekologii zbiorowisk roślinnych metodą analizy różniczkowej.

Ścisła zależność szaty roślinnej od gleby nie ulega żadnej wątpliwości. Dowodzą tego doświadczenia z zakresu uprawy roślin, jak i codzienne nasze spostrzeżenia. Szczególnie wyraźnie uwydatnia się ta zależność przy uprawie roślin dzikich w ogrodach botanicznych. Rozważania niniejsze wynikły w znacznej mierze właśnie ze spostrzeżeń w Ogrodzie Flory Polskiej we Lwowie. Wszystkie prawie wspomniane tu rośliny miałem w uprawie przez wiele lat, a równocześnie badałem zachowanie się ich w przyrodzie.

Badania geobotaniczne winnyby zatem dawać dowody ścisłej zależności szaty roślinnej od stosunków glebowych, a zgodność klasyfikacji

gleb i zbiorowisk roślinnych winna być kamieniem probierczym słuszności poglądów obu tych dziedzin nauki.

Wbrew jednak przewidywaniom, zależność szaty roślinnej od gleby zdaje się być niewielka. Na niżu południowo-wschodniej Europy porasta step gleby czarnoziemne i lessy, natomiast na Podolu zachodnim spotykamy je, w bardzo podobnym składzie florystycznym, na marglach skałach wapiennych, na Wyżynie Małopolskiej i w innych okolicach na rędzinach i gipsach, a wyjątkowo i na innych podłożach. Lasy trzymają się głównie gleb gliniastych, ale rosną i na rędzinach, skałach i piaskach. To samo możemy powiedzieć o borach, łąkach i łęgach. Z drugiej strony, na tym samym podłożu, nierzadko w bezpośrednim sąsiedztwie, spotykamy różne zbiorowiska roślinne. Na senońskim marglu na krawędzi Podola rośnie albo step albo las, nierzadko nawet bór lub roślinność błotna. Rośliność nie wykazuje więc zależności od rodzaju gleby.

Nieco bardziej przejrzyste uwydatnia się zależność roślinności od typu gleby. Na bielicach jest właściwą roślinnością bór, na glebach brunatnych las lub łąka, na glebach węglanowych, niewyługowanych, roślinność stepowa. Jednak i tu zależność nie jest zupełnie ścisła. Nie wiele nam daje podział gleb na młode i dojrzałe, gdyż roślinność zupełnie nie odczuwa przeszłości i kolejności przemian, a tylko stosunki współczesne. Pospolity podział gleb na szczyrki, gliny, ily, margle czy piaski nie odpowiada w całości żadnemu podziałowi szaty roślinnej. Widocznie rośliny inaczej wyróżniają gleby niż gleboznawcy. Zależność roślinności od gleb zaznaczy się tylko wówczas, gdy wyróżnienie i uporządkowanie roślinności i gleb odpowiadać będzie rzeczywistości. Ponieważ mamy wszelkie dane na to, że nasze uporządkowanie roślinności jest właściwe, wynika z tego, że nasz podział gleb jest — pod kątem widzenia roślinności — niewłaściwy. Musimy zatem opracować sobie podział gleb odpowiedni dla naszych celów.

Poszukiwanie nowego podziału gleb nie jest z naszej strony krytyką gleboznawstwa. Jako odrębna nauka, ma gleboznawstwo swoje własne cele, metody pracy, poglądy i klasyfikacje. Możemy jednak czerpać potrzebne nam wiadomości z gleboznawstwa i mamy prawo rozpatrywać zagadnienia do tej nauki należące pod naszym kątem widzenia. Wolno nam również zastanowić się, dlaczego dzisiejsze gleboznawstwo i dzisiejsza geobotanika nie dają zgodnych wyników. Rozpatrywanie tego zagadnienia może obu naukom przynieść tylko korzyści.

Gleboznawstwo napotyka przy wyróżnianiu i klasyfikowaniu gleb na te same trudności, co geobotanika przy zbiorowiskach roślin. Podział właściwy opierać się musi na wielu czynnikach równocześnie, fizycznych i chemicznych, uwzględniać stosunki nawodnienia, przewietrzania, wietrzenia skał, obecność i rolę drobnoustrojów, próchnicy, świata

roślin i zwierząt. Każdy z tych czynników jest jeszcze bardzo złożonym zbiorem. Z przytoczonych przy omawianiu zbiorowisk roślinnych powodów jest wyróżnianie gleb na tak szerokiej podstawie dla umysłu ludzkiego w prostej drodze nieosiągalne. Można by to wykonać metodą Czekańskiego. Gleboznawcy usiłują też w podobny sposób, jak geobotanicy, obejść trudności. Wyróżniają z konieczności gleby na podstawie subiektywnej, przeceniają jedne czynniki, a zaniedbują z konieczności inne, budują swe systemy na jednostronnej podstawie. Jedni opierają się na morfologii gleb, drudzy na chemizmie, inni na składzie fizycznym, a jeszcze inni, nie mogąc podolać systemowi statycznemu, szukają oparcia w procesach genetycznych, podobnie jak niektórzy geobotanicy w sukcesji roślinności. Pewne podziały gleb zbliżają się wprawdzie do potrzeb geobotaniki, lecz są one jeszcze bardzo ogólne, dla nas niewystarczające. Próba ich rozbudowy napotyka na takie same trudności, jak poglądy Schimpera lub Warminga w geografii roślin.

Gleboznawstwo zajmuje się głównie zagadnieniami wielkimi, podstawowymi, główną uwagę zwraca na gleby w pełni wykształcone, dojrzałe. Znajduje je na wielkich, jednostajnych, głównie płaskich obszarach. To też jest niewątpliwie powodem rozwoju tej nauki w krajach rozległych, w Rosji i Stanach Zjednoczonych. Zagadnienia drobniejsze, gleby skalne, niedojrzałe, niezupełne, są dla gleboznawstwa jeszcze zbyt drobnymi szczegółami, na razie mało uwzględnianymi. Geobotanika natomiast na tych wielkich, płaskich obszarach nie ma już wiele do roboty, gdyż zaorano je jako rolę. Nie ma ona tu zresztą ważniejszych zagadnień. Ośrodkiem jej badania są przeważnie góry, miejsca o mocno zróżnicowanym podłożu, których gleboznawstwo nie potrafiło do dziś naukowo opracować. Natrafia ono tu na zagadnienia na razie za trudne. Najbardziej osobliwe zjawiska znajduje geobotanika właśnie na skałach, stromych zboczach, w warunkach glebowych niezwykłych lub przejściowych, których gleboznawca na ogół unika.

Gleboznawstwo jest jeszcze wciąż nauką stosowaną, stojącą na usługach rolnictwa. Nawet gdy podejmuje badania naukowe, to ma na celu albo względy gospodarcze, albo też sposób ujęcia zagadnienia jest tradycyjny, rolniczy. Gleboznawstwo rolnicze ma do czynienia z glebami przemieszanyymi, zwłaszcza w wierzchnich 20 centymetrach. Tymczasem gleby pierwotne są w wierzchnich warstwach bardzo subtelnie zróżnicowane, a więc mają inną budowę niż na polach uprawnych. Tu też leży przyczyna, że wiele roślin dzikich trudno jest uprawiać w ogrodzie, a rośliny uprawiane, dziczące, ruderalne, chwasty nie potrafią wtargnąć na gleby pierwotne. Stąd też cały podział na roślinność pierwotną i ruderalną. Nie chodzi tu o opór ze strony zespołu roślinnego, bo miejsc wolnych jest w nim zwykle dosyć. Zwykle zaś przekopanie gleby w lesie lub borze wprowadza od razu roślinność inną od pierwotnej, sprzyja

osiedlaniu się chwastów, mimo że tuż obok rosną wyłącznie dzikie rośliny leśne lub borowe.

Badania gleb polegają na opisie ich morfologii, składu fizycznego i chemicznego. Na ogół są to badania bardzo ściśle, mozolne i długotrwałe. W miarę postępu badań trudności się powiększają, wylaniają się nowe zagadnienia i zawiłości. Gleboznawstwo zapomina przy tym o związku z geobotaniką i niekiedy od niej się nawet odżegnuje. Badania te mają niewątpliwie znaczenie i dla geobotaniki, lecz na razie raczej utrudniają współpracę obu nauk. Musimy sobie zatem opracować metody, któreby uwzględniały przede wszystkim strony gleboznawstwa doniosłe dla geobotaniki, a pomijały mniej dla niej ważne. Muszą one wykrywać za leżności roślin od gleby i uwzględniać czynniki przez właściwe gleboznawstwo niekiedy pomijane. Pominiemy więc składniki gleby dla roślin mało ważne, jak krzemionkę i krzemiany, półtoratlenki, sole żelaza i pewne własności fizyczne, zwrócimy zaś uwagę na wszystkie czynniki wpływające na żyzność gleby, a więc na obecność związków azotowych, fosforowych, potasowych, w znacznej mierze również wapniowych, jako wykładnik żyzności i struktury gleby. Zobaczymy poniżej, że nie zawsze opierać się będziemy przy tym na analizie fizycznej i chemicznej.

Badania fizyczne i chemiczne gleby, tak polowe jak i laboratoryjne, pozostają do dziś pod wpływem sporu naukowego, czy raczej kompleksu zagadnień, wprowadzonych do nauki przez U n g e r a i T h u r m a n n a, a dotyczących znaczenia dla roślin czynników fizycznych i chemicznych w glebie. Dopatrujemy się wpływu fizycznego i chemicznego na rośliny na podstawie analizy gleby. Ten sposób ujęcia zagadnienia jest dość dziwnym nieporozumieniem i to tak od początku, jak zwłaszcza dziś, w świetle chemii koloidów. Wiadomo nam z każdego podręcznika fizjologii roślin, że możemy hodować rośliny na czystym piasku, proszku platynowym, na węglu, jak też zupełnie bez gleby, w kulturach wodnych, byleby w wodzie były zawarte odpowiednie odżywcze składniki. Widocznie nierozpuszczalne składniki gleby są dla roślin zbyteczne, a więc ich budowa chemiczna i fizyczna jest dla roślin w istocie raczej obojętna. Istotną część składową gleby stanowią dla roślin związki odżywcze rozpuszczone w wodzie glebowej. Składniki w wodzie nierozpuszczalne i nieprzyswajane przez rośliny wpływają na nie niewątpliwie nieraz bardzo mocno, ale tylko pośrednio, przez oddziaływanie na skład chemiczny i stan fizyczny roztworów wodnych. Jest to zrozumiałe, gdyż plazma nie styka się bezpośrednio z glebą, a pobiera prawdopodobnie tylko związki rozpuszczone w wodzie. Wymiana adsorbowanych jonów między plazmą a koloidami glebowymi pozostaje też ostatecznie w związku z roztworami wodnymi roli. Stała pamięć o tej okoliczności ułatwi nam dalsze rozumowanie i zrozumienie stosunków glebowych. Nieporozumienie nie dotyczy zresztą tego, powszechnie wszak znanego faktu, lecz wynika

z milczącego przypuszczenia, że zawartość rozpuszczonych w wodzie glebowej soli stoi w ścisłym związku ze składem chemicznym gleby na danym miejscu. Tymczasem nie jest to bynajmniej zapatrywanie słuszne, bo woda w glebie nie pozostaje prawdopodobnie nigdy w stanie bezruchu.

Badanie gleby dla celów geobotanicznych powinno więc uwzględniać przede wszystkim skład chemiczny roztworu wodnego w glebie. Tymczasem badanie wody glebowej natrafia na bardzo duże, prawie niepokonalne, trudności. Roztwór wodny w jakikolwiek sposób z gleby wydobyty, ma już inny skład chemiczny i fizyczny niż miał w glebie. Zamienia się przede wszystkim jego skład koloidalny i jego zróżnicowanie. W glebie znajduje się woda w różnej postaci, jako wypełnienie pustych przestrzeni, jako woda adsorbowana, naskórkowa, hydratacyjna. Jest ona tu częściowo zdysocjowana i związana chemicznie i fizycznie z cząstkami gleby. Najtrudniej jest wydobyć z gleby wodę mocno zatrzymywaną przez cząstki gleby, a właśnie ta jej część ma największe znaczenie dla roślin, jako główne źródło rozpuszczalnych związków i przez swój stan fizyczny. Osuszanie gleby, działanie mocnymi odczynnikami, czy inne zabiegi, zmieniają wodę w tak wysokim stopniu, że wyniki analizy zupełnie nie odpowiadają rzeczywistości. Analiza chemiczna ani gleby, ani wody glebowej nie daje nam więc ścisłego i istotnego dla roślin obrazu stosunków glebowych.

Woda znajduje się w glebie w bezustannym ruchu. Nawet w wodzie stojącej musi ssanie przez korzenie roślin, a nawet przez plankton, powodować ruch jej w całości albo też prądy dyfuzyjne. W glebach słabiej nawodnionych jest ruch wody bezustanny i niewątpliwie wydajny, w wielu wypadkach nawet bardzo żywy. W jednych wypadkach chodzi o ruchy na małe odległości, w innych sączy się woda nadspodziewanie daleko, nawet na setki i tysiące metrów. W tych wypadkach jest badanie gleby, a nawet składników w wodzie rozpuszczonych i ich wpływ na rośliny drogą zwykłej analizy prawie niemożliwe i niecelowe. Bardzo często ma miejsce podsączanie się wody w ilości pobieranej przez rośliny i nanoszenie składników odżywczych w wysokości bieżącego ich zapotrzebowania. Jest to o tyle prawdopodobne, że ruch wody powodują często właśnie rośliny, a więc szybkość ruchu wody dostosowuje się do ssania przez rośliny. Wysysanie wody powoduje jej krążenie w przewodach włoskowatych gleby, to zaś dostosowuje się właśnie do zapotrzebowań roślin. W wypadkach takich nie wykaże nam analiza ani istotnego, „fizjologicznego”, nawodnienia gleby, ani też ilości soli odżywczych. Ocena stosunków glebowych wypadnie, mimo najstaranniejszej analizy, zupełnie niewłaściwie.

Zjawiska tu wspomniane są, o ile mi wiadomo, całkowicie zapoznawane w geobotanice, a zachodzą prawie wszędzie. One dopiero tłumaczą nam, dlaczego na tej samej glebie, na tym samym stoku, napotykamy

tak różnorodną roślinność. Ocena podłoża jako suche lub wilgotne, żyzne czy jałowe, na podstawie powierzchniowych spostrzeżeń, czy też bardzo nawet ścisłych statycznych pomiarów jest w istocie mało ścisła. To nam dopiero tłumaczy, dlaczego na torfowisku czy wrzosowisku w atlantyckim klimacie ma roślinność wygląd kseryczny, podczas gdy na stepach spotykamy rośliny niejednokrotnie o dużych i cienkich stosunkowo liściach. Wylania się nam zatem zagadnienie badania stopnia i rodzaju nawodnienia, a równocześnie żyzności gleby w inny niż zwykle sposób. Spostrzeżenia moje dowodzą, że skład i rozwój szaty roślinnej na danym miejscu daje się zrozumieć o tyle, o ile potrafimy zbadać nie tylko stopień i sposób nawodnienia podłoża, ale i ilość, kierunek, szybkość i okresowość ruchu wody w glebie. Ważniejsza od samego nawodnienia jest ilość i skład zawartych w wodzie związków odżywczych. Ponieważ nie możemy w ogóle, a tym więcej w pracy polowej, opierać się na wynikach analizy chemicznej, musimy się posługiwać, przynajmniej tymczasowo, jakąś metodą inną, pośrednią. Spróbujemy więc określić skład chemiczny wody glebowej na podstawie jej pochodzenia i składu chemicznego pokładów, przez które woda się przesącza.

O ruchach wody w glebie wiemy od dawna i znamy je dość dokładnie. Woda może się poruszać równoległe do powierzchni gleby, albo też do niej prostopadle, przy czym ruch ostatni zachodzi niewątpliwie częściej, zwłaszcza na obszarach płaskich. Ruch ten jest zresztą prawie zawsze zmienno-kierunkowy, wstępujący i zstępujący, lecz zwykle z przewagą jednego z nich. Przewaga zaś jednego z tych ruchów wywiera na skład chemiczny, a zwłaszcza na żyzność gleby, a zatem i na szatę roślinną, wpływ ogromny, zasadniczy. Zstępujący ruch wody bierze początek z opadów deszczowych. Jałowa woda opadowa rozpuszcza składniki glebowe i wmywa je w głąb. Przebieg tego, złożonego zresztą procesu, jest dostatecznie znany z gleboznawstwa. Jest on przyczyną wyjaławiania, a z czasem zakwaszania gleby. Wymywa on związki chemiczne w kolejności ich rozpuszczalności, ponadto powoduje złożone procesy przenoszenia w głąb cząstek koloidalnych. Końcowym wynikiem ługowania jest zbielicowanie gleby. Rozpuszczone związki, jak też i koloidy, albo osadzają się w głębszych warstwach gleby i mogą w nich stworzyć żyzniejszą albo zwartą warstwę, albo też ociekają. Przebieg ługowania, jego szybkość i głębokość zależy od wielu czynników, więc każdy z nich ma doniosły wpływ na roślinność.

Na przebieg i czynność ługowania wpływają przede wszystkim czynniki klimatyczne. Odbywa się ono w okresach znacznego nawodnienia gleby, a więc podczas deszczów i chmurnej pogody. W okresach słonecznych, w czasie nagrzewania gleby, zachodzi proces odwrotny, następuje wysuszenie wierzchnich warstw, a tym samym wznoszenie się wody glebo-

wej. Ługowanie gleby odbywa się więc tym szybciej, im klimat jest wilgotniejszy, bardziej chmurny i chłodniejszy, im ogrzewanie gleby i parowanie wody zachodzi rzadziej i jest mniej wydajne. Stąd też gleby bielcowe rozpowszechnione są w Europie przede wszystkim na północy i zachodzie, brak ich zaś w Europie południowej i wschodniej. W części środkowej zależy ługowanie w znacznej mierze od samej gleby.

Ługowanie gleby zależy też od jej składu chemicznego i stanu fizycznego. Gleby zasobne w jony słabiej się hydratyzuje, a więc przede wszystkim w węglany wapnia i magnezu, opierają się wylugowaniu o wiele dłużej niż ubogie w te związki. Dlatego też gleby wapniste nie wykazują często znacznie większego zbielcowania nawet w klimacie chłodnym i wilgotnym, a więc i w górach. Ponadto utrudnia ługowanie hydrofobowość koloidów nasyconych jonami wapniowymi, sprzyjająca osuszaniu się gleb, a gleby suche mniej ulegają ługowaniu. Stąd też piaski wapniste są w tych samych warunkach klimatycznych słabiej i płycej zbielcowane od piasków z pochodzenia swego słabo nawapnionych. Bardzo dużą rolę ogrywa również stopień i rodzaj nawodnienia. Podtopienie wodą stojącą, choćby tylko okresowe i krótkotrwałe, powoduje szybkie ługowanie, prawdopodobnie na skutek szczególnych stanów wody glebowej. Stąd też na obszarach płaskich nie spotykamy w wilgotniejszym klimacie piasków niewylugowanych, natomiast niewysokie już a suche wyniesienia piaszczyste są słabiej ługowane i żywią nierzadko roślinność wyraźnie wapniową.

Szybkość ługowania zależy też musi od czynników fizycznych, zwłaszcza od stopnia adsorpcji i napięcia powierzchniowego, a więc od wielkości cząstek glebowych. Gleby gruboziarniste, piaszczyste i żwirowate ulegają w tych samych warunkach szybszemu i głębszemu ługowaniu niż gleby gliniaste. Stąd też zwykle są w tych samych warunkach klimatycznych i przy tym samym składzie chemicznym, gleby drobnoziarniste słabo, a piaski mocno wylugowane i zbielcowane.

Ważnym wreszcie czynnikiem przy ługowaniu jest rzeźba powierzchni ziemi. Na miejscach równych i płaskich jest wpływ rzeźby powierzchni niewielki, albo się nawet zupełnie nie zaznacza, natomiast powierzchnia nierówna różnicuje warunki ługowania bardzo wybitnie. Na obszarach płytko sfalowanych lub wyrzeźbionych a przepuszczalnych, najmocniej ulegają ługowaniu zagłębienia, gdyż w nich zbiera się okresowo woda opadowa i z topnienia śniegów. Wzniesienia zaś są żyzniejsze, zwłaszcza gdy nagrzewanie ich przez słońce powoduje wznoszenie się wody glebowej z żyzniejszego, głębszego poziomu. Może jednak zachodzić i stosunek odwrotny, zwłaszcza na podglebiu nieprzepuszczalnym. Obniżenia mogą być nawadniane wodą żyzniejszą dzięki namulaniu, a wyniesienia ulegać ługowaniu, szczególnie gdy są one piaszczyste lub zbudowane z samej jałowej gliny. Stosunki te wymagają zbadania w każdym poszcze-

gólnym wypadku i to tak drogą analizy chemicznej wody, jak też na podstawie rozpatrzenia ruchu wody, jej pochodzenia, warunków odcieku, wsiąkania i spływu. W wielu wypadkach daje sposób ostatni wyniki bardzo zadawalające, przynajmniej w skali porównawczej.

Przy znaczniejszych różnicach wyniesienia i stromych stokach wpływa na warunki ługowania już samo położenie miejsca. Na wyniesieniach i w górnej części zboczy zachodzi tylko ługowanie, podczas gdy w obniżeniach ma miejsce poćiek i nanoszenie składników rozpuszczalnych, jako też koloidalnych. W tych warunkach są wyniesienia prawie zawsze mocniej wylugowane, przynajmniej o ile zmywanie gleby nie odbywa się szybciej od ługowania. W początkowych okresach bielcowania zaznacza się to często naocznie. Borówki i wrzosi osiedlają się na przykład u nas w Beskidach najpierw na wyniesieniach i w górnych częściach stromych zboczy. Na glebach mocniej już wymytych, wpływ wyniesienia na roślinność daje się stwierdzić dopiero na tle szczegółowszych badań.

Po zestawieniu czynników wpływających na stopień i szybkość ługowania możemy stwierdzić, że najprędzej ulegają bielcowaniu gleby z natury ubogie w sole metali dwu- i trójwartościowych, gruboziarniste, na miejscach wyniesionych lub okresowo nawodnionych jałową wodą, w klimacie chłodnym i wilgotnym, najwolniej zaś gleby wapniste, suche, bardzo drobnoziarniste, wystawione na działanie słońca, zwłaszcza w klimacie ciepłym i suchym. Przy odpowiednim zbiegu okoliczności, może przeważać wznoszenie się wody glebowej nad ługowaniem, lub bardzo je osłabiać, nawet w niesprzyjających warunkach klimatycznych, na przykład na południowych zboczach lub przy wsiąkaniu wody na skutek ciśnienia hydrostatycznego.

Gleby mocno wylugowane, a więc bielice, porasta u nas swoista roślinność, tworząca osobną formację roślinną, którą nazywam *borom*. Zaznaczam, że mianem tym określam *runo*, a nie piętro drzew. Nazwa boru pochodzi najprawdopodobniej od borówki, gdyż lud nasz niewątpliwie nie rozumiał pod mianem boru *sośniny*, na którą przecież utworzył osobną nazwę. Obok borówek rosną w borze inne jeszcze rośliny głodne i kwaśne. Skład ich omówię w głównej części pracy. Rośliny te już przez swą obecność dowodzą wylugowania gleby, gdyż na podłożu żyznym osiedlić się one nie potrafią. Jest rzeczą powszechnie wiadomą, że poza stopniem wylugowania gleby jest roślinność borowa bardzo mało wrażliwa na inne czynniki glebowe i klimatyczne, a więc stopień nawodnienia, ocienienia, zmiany ciepłoty, wystawę. Większość z nich rośnie od poziomu morza po piętro alpejskie — jak borówki —, osiedla się tak na moczarach i torfowiskach wysokich, jak i na suchych i mocno nagrzewanych piaskach. Tak małą zależność od stosunków klimatycznych i nawodnienia zawdzięczają te rośliny zdolności wytrzymywania suszy i głodnego podłoża. Podłoże wylugowane jest, choć nawet podtopione, jako

kwaśne, dla roślin fizjologicznie suche. Dochodzimy do nieco niespodziewanego wniosku, że roślinność borowa, właściwa klimatowi oceanicznemu i chłodnemu, wilgotnemu, jest właśnie kseryczna. Zagadnienie to należałoby jednak zbadać dokładniej doświadczalnie. Budowa tych roślin, zachowanie się w okresie wzrostu, nie zrzucanie często liści na zimę, jak wreszcie dobór siedlisk mocno za tym przypuszczeniem przemawiają.

Ługowanie gleby zaczyna się od poziomów wierzchnich i postępuje coraz głębiej. O ile budowa podłoża nie stoi na przeszkodzie, dosięga poziom ługujemy aż do głębokości korzeni roślin zielnych, następnie krzewów, a w końcu i drzew. Roślinność przybiera wówczas skład czysto borowy. Taki układ stosunków glebowych zachodzi najczęściej na głębokich piaskach, a na glebach drobnoziarnistych, gliniastych dopiero po bardzo długim okresie czasu i w pewnych tylko warunkach klimatycznych. Przy utrudnionym wsiąkaniu wody w głąb, zwłaszcza zaś na płytkim podglebiu skalnym, zatrzymują się rozpuszczalne i koloidalne składniki stosunkowo płytko i tu się strącają lub pozostają w roztworze. Dołącza się wówczas do borowej roślinność inna, obca borom, a należąca do innych formacji. Z samej istoty rzeczy należą do niej przede wszystkim rośliny głębiej zakorzenione, najczęściej błotne lub leśne, znacznie rzadziej wapieniowe. Roślinność leśna wymaga domieszki drobnoziarnistej w glebie, zwykle miernie żyznej glinki. Domieszka ta zostaje również wmywana w głąb, lecz niezbyt głęboko, przez wody opadowe w postaci koloidów, rzadziej w stanie rozpuszczonym. Stąd też domieszka roślinności leśnej w borach jest zjawiskiem częstym właśnie na glebach pierwotnie mieszanych, piaszczysto-gliniastych, jako też na glinach mocno wierzchem wymytych. Początkowo miała roślinność na tych miejscach skład mieszany, borowo-leśny, a dopiero w miarę wyróżnicowania się poziomów gleby zachodzi i różnicowanie się roślinności; wreszcie składniki leśne giną a pozostają tylko borowe. Przy słabym nawodnieniu, małym ocienieniu a znacznej ilości nasyconych koloidów mineralnych w glebie, ma domieszka w borach skład łąkowy.

Znaczne nawodnienie warstwy napływowej (iluwalnej, B), przy dostatecznej jej żyzności, sprzyja w borach domieszce roślin błotnych. Skład tej domieszki zależy, poza żyznością, również od stopnia zakwaszenia tego poziomu. Podtopienie wodą stosunkowo żyzną jest na obszarach płaskich a o utrudnionym odpływie wody wgłębnej zjawiskiem częstym, stąd też bory zabagnione są na niżu rozpowszechnione. Nierzadko nawet roślinność błotna przeważa nad borową, a wówczas mamy do czynienia z borami bagnistymi. Gdy podglebie jest wydatnie nawodnione, a przy tym bardzo jałowe, ma roślinność borowa skład zubożały i należy wówczas już do torfowisk wysokich.

Bez porównania rzadziej leży pod warstwą wylugowaną poziom bogaty w związki mineralne, zwłaszcza zasadowe, wapienne. Obok płytko

zakorzenionej roślinności borowej spotykamy wówczas ekologicznie zupełnie odmienną roślinność wapniową, nawet typowo stepową. Tego rodzaju układy roślinności napotykamy na litych pokładach marglowych, pokrytych niegrubą warstwą wylugowanego piasku albo też glinki. Często, choć mniej wyraźnie, zaznacza się to na mocno zwietrzałych a wierzchem wylugowanych glebach piaszczysto-wapiennych. Profil glebowy może mieć wówczas nawet zwykły bielcowy układ, lecz jest on płytki i bardzo skrócony. Wierzchnie warstwy gleby są jałowe i suche, natomiast już na niewielkiej głębokości powstrzymuje nieprzepuszczalne podglebie wsiąkanie wody w głąb i powoduje wytworzenie się wilgotnego, wapnistego, żyznego poziomu glebowego. Wstępujący prąd wody jest w glebie piaszczystej nawet przy jej nagraniu bardzo słaby, stąd wznoszenie się związków odżywczych w glebie prawie nie zachodzi. W szczególności wykazują zjawiska ługowania i podsączenia się wody na glebach o takiej budowie dość dużo zjawisk zawitych, zależnych od miejscowych warunków i wymagających w każdym wypadku zbadania. Niewątpliwie jednak tylko czynniki glebowe są powodem bezpośredniego sąsiedztwa takich roślin, jak *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris* obok *Cytisus nigricans*, *Clematis recta* lub innych roślin wapniowych.

Gleby borowe są więc ubogie w składniki odżywcze na skutek zakwaszenia, a przy glebach mineralnych w znacznej mierze również na skutek dużego ziarna. Te same składniki chemiczne, lecz przy innej wielkości cząstek i mniej kwaśnym odczynie wykażą inne własności. Mam tu na myśli gliny, a nawet bardzo drobnoziarniste piaski. Na skutek małych rozmiarów mają te składniki glebowe własności koloidalne. Napięcie powierzchniowe wody jest na nich duże, stąd woda przylega do cząstek gleby bardzo ściśle i niejako je ze sobą skleja. Gleby te pęcznią przy nawodnieniu i opierają się bardzo mocno zupełnemu wysuszeniu. Na skutek tego jest ruch wody w tych glebach stosunkowo słaby i powolny, i zachodzi tylko przy wydatnym i długotrwałym nawodnieniu. Znaczna ilość zasad utrudnia tu zakwaszenie i hydratację cząstek koloidalnych, ługowanie tych gleb jest zatem powolne. Z tych to powodów zatrzymują gleby gliniaste uporczywie raz pobraną wodę i rozpuszczone w niej sole. Roślinność na tych glebach przystosowuje się do miernej zwykle, lecz stałej i prawie jednakowej wilgoci. Składa się ona z roślin dość wolno rosnących, średnio wybrednych na żyzność, mało odpornych na zmiany klimatyczne, a zwłaszcza na zmiany stosunków nawodnienia. Jest to powszechnie znana roślinność leśnego runa, w ściślejszym tego słowa znaczeniu, w odróżnieniu od borów. Tworzy ona u nas formację lasów. Na skutek dużej wrażliwości na zmianę nawodnienia i składu gleby zanika ona szybko po wyrąbaniu lasu, a na jej miejscu osiedla się roślinność łąkowa, o tych samych prawie wymaganiach co do składu i żyzności gleby, lecz o większych co do

nasłonecznienia i bardziej kserofilna. Stąd zrab leśny zmienia się po niewielu latach w łąkę, co na glebach borowych nie zachodzi.

Gleby leśne podlegają jednak, mimo dużej adsorpcji, również ługowaniu, jest ono jednak bez porównania wolniejsze i słabsze niż w borach i dotyczy przez długi czas tylko najwyższych warstw gleby. Tylko przy ułatwionym wsiąkaniu wody w głąb jest ono nieco szybsze. Osiedlają się wówczas drobne rośliny leśne o płytkich korzeniach, jak *Oxalis acetosella* i *Viola silvestris*. Wznoszenie się wody w glebie lub uniemożliwienie jej wsiąkania utrudnia ługowanie, a wówczas roślin głodnych w lesie brak, wyciek zaś lub wysączenie się wody ze źródełek i poziomów wodnych powoduje wynoszenie związków odżywczych na powierzchnię. Ponieważ jednak w lasach panuje duże ocienienie, a więc i słabe parowanie wody, powoduje wyciek nieznaczne tylko użytkowanie gleby, a wpływ jego ogranicza się do jej nawadniania. Sprzyja to jednak często tworzeniu się próchnicy i przeciwstawia się ługowaniu gleby. W jednostajnych albo tylko mało zróżnicowanych warunkach leśnych jest gleba, podobnie jak i roślinność, mało zróżnicowana. Na urozmaicenie jej wpływają przede wszystkim skład macierzystej skały i zaburzenia w układzie poziomów glebowych.

Gliny p r z e m y t e przez wody płynące, albo też wyjąłowane glinki nawiane są ubogie w składniki mineralne, natomiast gleby powstałe ze zwiętrzenia skał na miejscu, albo też n a m u l o n e i pomieszane ze składnikami skalnymi stanowią dla roślin podłoże bez porównania żyźniejsze. Jest więc rzeczą oczywistą, że inny ma skład roślinność leśna na glebach z dużą domieszką skalną, zwłaszcza gdy powstały one ze zwiętrzenia skały o urozmaiconym składzie mineralnym, na miejscach użyźnianych wyciekającą wodą lub domieszką próchnicy, a inny na jałowej glinie. Ogólnie rozpowszechnione w lesie są tylko gatunki mniej wrażliwe na żyzność gleby, a najbogatszą roślinność leśną spotykamy na glebach z domieszką skalną, zwłaszcza wapnistą. Dość ona jest bogata na glinach morenowych, najuboższa na czystych glinach, osadzonych przez wody płynące lub na mocno wylugowanych glinkach nawianych, jak też wreszcie pochodzących ze zwiętrzenia skał ubogich w składniki odżywcze, na przykład kwarcytów.

Jednolita warstwa gliny żywi roślinność mało urozmaiconą. Różnicowanie gleby, a zwłaszcza wzbogacenie jej w związki odżywcze na skutek podcieku, wytworzenia się poziomu wodnego, domieszki skalnej, podglebia skalnego, nacieku i innych czynników, powoduje znaczny i trwały wpływ na skład szaty roślinnej. Stoi to w związku ze zmianą w sposobie ługowania, stosunkami nawodnienia i żyzności gleby. Szczególnie wyraźnie zaznacza swój wpływ w glebie ławica skalna lub poziom żyznej wody. Utrudnia on wmywanie w głąb rozpuszczonych soli i koloidów, powoduje strącanie się tychże na głębokości warstwy nieprzepuszczalnej,

a więc i wzbogacenie gleby na tym poziomie. Zupełnie odmiennie wpływa woda okresowo nawadniająca, jak też wyciek wody jałowej i zakwaszonej, działa ona bowiem ługująco nawet na gleby najbardziej drobnoziarniste. Inaczej więc wpływa woda jałowa, inaczej z rozpuszczonymi związkami mineralnymi, różnie ona też działa w zależności od odczynu. Różny wpływ wywiera nawet taka sama woda, zależnie od budowy podglebia, jego przepuszczalności i warunków odcieku. Od tych zaś wszystkich czynników zależy różnicowanie się roślinności leśnej, jej podział na zespoły, pojawianie się jednych, a zanik innych gatunków.

Stosunki klimatyczne wywierają w lesie wpływ stosunkowo mały, gdyż las wyrównuje działanie słońca, opadów i wiatrów i stwarza sobie własny klimat leśny. Klimat działa mocno na glebę dopiero po wyrąbaniu lasu i zmienia zupełnie stosunki glebowe i szatę roślinną. W jednych warunkach powoduje wynoszenie soli na powierzchnię na skutek parowania wody, na przykład na południowych zboczach lub w zagłębieniach, w innych wzmaga się ługowanie na skutek rozkładu próchnicy lub innych powodów. Przy wysięku lub parowaniu wody wapnistej może nastąpić użyźnianie w następstwie osadzania się zawartych w roztworach soli, przy wodzie bezwapiennej raczej wzmaga się ługowanie. Las wyrąbany może się zamienić w różne zespoły: łąkowe, błotne a nawet stepowe.

Zupełnie inny ruch wody zachodzi w klimacie suchym i gorącym, gdzie opadów jest mało, a więc ługowanie jest słabe, suche zaś powietrze mocno chłonie wilgoć a słońce ogrzewa glebę. Przeważa wówczas wstępujący prąd wody w glebie i zaciera wpływ okresowego ługowania. Wstępujący prąd wywiera wręcz odwrotne działanie od zstępującego, a mianowicie wynosi na powierzchnię związki mineralne. Po wyschnięciu wody pozostają rozpuszczone związki w wierzchnich warstwach gleby, a więc wzbogaca się ona w te składniki. Skład ich zależy oczywiście od budowy głębszych warstw, a szybkość ich wynoszenia od natężenia wstępującego prądu wody. W klimacie bardzo suchym może woda wynosić nawet związki sodu i potasu, w mniej suchym utrzymują się w glebie tylko węglany, zwykle wapnia. Roślinność tych gleb należy do formacji stepowej albo solniskowej, zależnie od składu soli w glebie.

Woda może wyciekać z gleby nie tylko na skutek jej nagrzewania, ale i na skutek ciśnienia hydrostatycznego. U nas zachodzi to prawie wyłącznie na zboczach. O ile wyciek ten jest wydatny, to powoduje tylko nawodnienie albo tworzy źródło. Przy dużej ilości wody może powodować nawet ługowanie. Zależy to w bardzo znacznej mierze od stanu zakwaszenia wody. Może jednak wyciek być bardzo słaby a woda wapnista. O ile zachodzi on w lesie, to powoduje tylko słabe użyźnianie gleby i tworzenie się próchnicy, ale składu roślinności zasadniczo nie zmienia. O ile zaś woda ta wysycha, a zawiera dużo soli odżywczych i wapna, to stwarza warunki te same co na stepach. W pewnych więc

warunkach, na wapiennych glebach, zwłaszcza na południowych zboczach albo też na obszarach o utrudnionym ługowaniu a zasobnych w wapno, może zatem wyrąbanie lasów stworzyć warunki stepowe. Z biegiem lat stają się one coraz bardziej stepowe, gdyż wobec zwiększonego nagrzewania przez słońce ciągle się powiększa nasycenie gleby solami. Taki stan rzeczy napotykamy właśnie na marglu krawędzi Podola. Po wycięciu lasu osiedla się na nim step, a w pewnych wypadkach już się on sam utrzyma. Jeśli jednak nastąpi ocienienie, to może przeważać ługowanie i tworzą się z powrotem warunki glebowe właściwe dla lasu. To nam dostatecznie tłumaczy sztuczne, a tak nieraz ostre granice pomiędzy lasem a stepem. W pewnych warunkach istnieje stan pośredni pomiędzy obu formacjami, mianowicie gdy drzewa mogą rósć na skutek suchości podglebia tylko w słabym zwarcu. Na tej samej glebie rośnie wówczas mozaika stepowo-leśna w pełnej zgodzie. Klimat jest tu przejściowy i nim tłumaczy się zwykle mieszaninę roślinności. Bliższe zbadanie wykazuje jednak, że roślinność ma układ mozaikowy. Trudno sobie zaś wyobrazić mozaikę klimatów, zwłaszcza w powietrzu, i to na powierzchni kilku metrów kwadratowych.

Woda wznosząca się w glebie pod wpływem jej nagrzewania przynosi z natury rzeczy rozpuszczone związki odżywcze. To samo może zachodzić i przy wysączeniu się wody na zboczach, o ile podłoże jest zasobne w sole. Związki te pobiera roślinność i to, jak wyżej mówiliśmy, w ilości ich dopływu. Z jednej bowiem strony dostraja się skład roślinności do ilości wody i odżywczych soli, z drugiej zaś sama roślinność reguluje podsiąkanie wody przez ssanie korzeni. Woda wytwiera wówczas, jako żywność, na roślinność duży wpływ mimo małej jej ilości. Gospodarka wodna jest więc w tych warunkach bardzo oszczędna. To nam znów tłumaczy, dlaczego pozornie suchy nasz step pokrywa tak bujna, zwarta i bynajmniej nie kserofilna roślinność. Jeśli żyją tu kserofile, to są one zupełnie innego rzędu niż głodne kserofile borowe, dla których niedostatek wody grozi śmiercią z głodu z braku mineralnych związków. Na stepie może roślina bez większej dla siebie szkody zmniejszyć parowanie, na torfowisku i bielicy traci ona przy małej ilości wody bardzo wiele, bo roztwór wodny jest tam bardzo mało odżywczy.

Na tle przytoczonych danych rozumiemy, dlaczego step wchodzi w Europie środkowej przede wszystkim na południowe zbocza. Nie tylko, i nie głównie, sprzyja tu roślinności stepowej ciepło i susza, ale warunki glebowe. Zrozumiemy również, dlaczego sam klimat kserotermiczny nie stwarza jeszcze stepu, dlaczego na tym samym zboczach rośnie w odległości kilku kroków raz step, raz łąka i dlaczego te same zbocza może porastać las. O ile podcieku wody i wapnia na takim zboczach nie ma, to rośnie na nim roślinność istotnie kserofilna, ale której nikt stepem nie nazwie. Rośnie tam najczęściej *Hieracium pilosella*, niektóre pospo-

lite trawy, jak *Poa pratensis* i *Festuca rubra* i inne pospolite suchorośla. Jeśli podciek zachodzi, ale woda nie zawiera dostatecznej ilości wapna, to osiedli się na zboczu łąka, im zaś więcej zawiera ona odżywczych soli i wapna, tym bardziej typowy osiedli się tu step, i to niezależnie od warunków klimatycznych. To nam też tłumaczy, dlaczego rzekomo kserotermiczny step nie wchodzi na suche i bardzo ciepłe wydmy ani na wylugowane glinki a osiedla się na skałach. Tu tkwią związki odżywcze i wapno płytko w podłożu, więc roślinność stepowa zadowala się wodą opadową. Nic więc dziwnego, że na wszystkich większych, a więc przez lasy nie ocienionych mocno skałach wapiennych spotykamy u nas roślinność stepową.

Przy omawianiu stosunków glebowych w lasach i na stepach nie zwróciliśmy uwagi na stan fizyczny i skład chemiczny gleby. Na tle przytoczonych rozważań widzimy wszakże, że nierozpuszczalne, albo też słabo rozpuszczalne składniki gleby, wpływają na roślinność w bardzo niewielkim stopniu. Również obecność i ilość próchnicy nie odgrywa większej roli. Obojętne jest dla stepowej roślinności, czy rośnie ona na czarnoziemiu, rędzinie, marglu, wapnistym piaskowcu, czy nawet glince, gdyż istotną rzeczą jest dla tych roślin właściwy roztwór wodny soli mineralnych. Związek między szatą roślinną a glebą leży w zakresie żyzności podłoża, ta zaś zależy od sposobu nawodnienia i składu roztworu wodnego. Warunki klimatyczne wpływają na stan wody glebowej, na kierunek jej ruchu, na losy zawartych w wodzie składników odżywczych. Wszystkie więc niemal czynniki ekologiczne — w zwykłym u nas zakresie — wpływają o tyle na roślinność, o ile użyźniają lub wyjaławiają glebę. Jeśli tak ujmemy zjawiska glebowe, to stwierdzimy między nimi a szatą roślinną zależność bardzo daleko posuniętą.

Badanie stanu, rodzaju, sposobu i skutków nawodnienia gleby jest zatem jednym z najważniejszych zadań geobotaniki. Poprzednio omówiłem trudności badania stanu nawodnienia i składu chemicznego wody. Obecnie widzimy, że przyhywa trudność nowa, a mianowicie konieczność uwzględniania ruchu wody i jego kierunku, a właściwie następstw różnych ruchów wody. Wobec ogromnych trudności badania bezpośredniego musimy spróbować metod pośrednich, porównawczych. Oczywiście najwłaściwsze byłoby połączenie obu metod, bezpośrednich i pośrednich, przynajmniej w wypadkach możliwych do przeprowadzenia. Dotychczasowe doświadczenie dowodzi jednak, że już samo badanie pośrednie przynosi dużo danych bardzo cennych, i umożliwia nam tłumaczenie wielu zjawisk geobotanicznych.

Przy badaniu pośrednim wody glebowej, jej ruchu i składu, opieramy się na podstawowych wiadomościach z zakresu fizyki i chemii oraz na możliwie szczegółowej analizie hydrologii, morfologii, petrografii, stratygrafii i tektoniki danego obszaru. Na podstawie już przybliżonej

znajomości ruchu wody i składu petrograficznego poszczególnych pokładów podłoża możemy z grubsza ocenić, czy woda glebowa jest kwaśna, czy obojętna lub zasadowa, czy zawiera rozpuszczone składniki odżywcze i jakie. Jest rzeczą oczywistą, że woda wysączająca się ze skał wapiennych zawiera rozpuszczony węglan wapnia, nie zawiera go zaś woda wyciekająca spod cienkiej pokrywy wylugowanego piasku lub gliny. Woda wolno się przez podłoże przesączająca zawiera więcej związków rozpuszczonych niż przepływająca szybko i bijąca w postaci obfitego źródła; woda wgłębna zawiera składniki głębszych pokładów, zaskórna tylko powierzchniowych. Woda wgłębna jest zwykle zasobniejsza w rozpuszczalne składniki niż zaskórna. Dokładniejszy obraz układu wodnego można sobie wyrobić na podstawie szczegółowego zbadania rozmieszczenia źródeł, wyrzeźbienia zboczy, wystawy, położenia na zboczu i innych jeszcze miejscowych czynników. Trud ten nie tylko się opłaca, ale staje się w znacznej mierze podstawą badań geobotanicznych. Dopiero dokładna znajomość nawodnienia wyjaśnia nam pozornie bezładne rozmieszczenie zbiorowisk roślinnych i poszczególnych gatunków. Zawsze jednak należy brać pod uwagę losy wyciekającej wody, jej parowanie, ściekanie lub pobieranie przez rośliny.

Wody krążą w glebie i w głębszych warstwach podłoża również w kierunku równoległym lub skośnym do powierzchni ziemi. Na te ruchy zwraca się jeszcze mniejszą uwagę niż na pionowe, gdyż są one trudniejsze do zauważenia. Rola ich uwydatnia się dopiero po zatamowaniu tego krążenia przez zapory, drogi lub rowy. Ruchy te są bardzo rozpowszechnione, a brak ich tylko na obszarach zupełnie płaskich. Szczególnie wyraźnie zaznaczają się one na zboczach wyniesień, dolin, jarów i w dolinach rzek. Szybkość i natężenie, a więc i wpływ na roślinność, są przy ruchach równoległych do powierzchni bardzo różne, stąd w każdym wypadku musimy je szczegółowo rozpatrzyć. Przenosi on rozpuszczone związki z wyniesień wzdłuż skłonów w położenie niższe, a więc wyjąławia wyższe części zboczy a wzbogaca niższe. Jeśli wody te uchodzą do rzek lub źródeł, to powodują zubożenie gleby, jeśli zaś wyciekają i parują, powodują jej wzbogacenie. W bardzo znacznej mierze pobiera te wody roślinność, stąd mogą się one nawet nie uwydatniać; istnienia ich dowodzi tylko bujniejsza, roślinność, zwłaszcza zaś rozmieszczenie drzew. Wiele bowiem gatunków drzew rośnie tylko na glebach nawadnianych ruchomą wodą. Również i przy tych ruchach wody należy rozważyć szczegółowo i w każdym wypadku wpływ klimatu i budowy podłoża.

Istnienie ruchu wód równoległego do powierzchni ziemi powoduje, że inaczej muszą się układać stosunki glebowe i roślinność na obszarach płaskich, a inaczej na zboczach, inaczej na równinach z utrudnionym odpływem wód, inaczej na wyżynach nieckowatych, inaczej na pla-

skich, inaczej na bezodpływowych, inaczej na poprzecinanych dolinami rzek. Wpływ przecieku wody glebowej przeważa na niżu w naszym klimacie zawsze nad czynnikami klimatycznymi. Dla roślinności zielnej mają te ruchy wód znaczenie mniejsze, bardzo natomiast wielki wpływ wywierają one na rozmieszczenie drzew. Stąd też rozmieszczenie drzew i lasów da się zrozumieć tylko na tle znajomości krążenia wód glebowych i wgłębnych oraz żyzności głębszych warstw gleby. Na tej podstawie stają się nam zasięgi drzew, tak mozolnie a z małym powodzeniem przyporządkowywane do różnych czynników klimatycznych, jasne i przejrzyste, wprost oczywiste.

Jeżeli nasze rozumowanie jest słuszne, to za najważniejszy czynnik glebowy uważać będziemy jej żyzność. Wynika ona wprawdzie ze składu chemicznego gleby, stosunki te jednak tak dalece zaciera ruch wód, że analiza chemiczna gleby nie daje nam najczęściej na nią jasnego poglądu. W tym stanie rzeczy, zwłaszcza wobec trudności badania ruchu i składu wód glebowych, nasuwa się pytanie, czy nie ma jeszcze jakiejś metody pośredniej, która by określała stan żyzności i sposób nawodnienia gleby. Chodzi tu o dawno już poszukiwane wskaźniki i wykładniki stanu gleby. Wykładnikami takimi posługuje się gleboznawstwo, a szuka ich w różnych łatwo dostrzegalnych właściwościach gleb. Należy do nich barwa, struktura, odczyn chemiczny oraz zawartość próchnicy. Omawianie tych zagadnień nie leży w zakresie tej rozprawy, nie mogę jednak pominąć pewnych zjawisk, które nasunęły mi się w czasie pracy polowej. Do ich zrozumienia wystarczy podstawowa znajomość zjawisk zachodzących w glebie.

Niewątpliwie daleko idący wpływ ma na procesy glebowe, a więc i szatę roślinną, struktura gleby. Zagadnienie to pominąłem dla uproszczenia w poprzednich rozważaniach. Oczywiście jest jednak rzeczą, że struktura gleby ma doniosły wpływ na jej żyzność, choćby już ze względu na przepuszczalność gleby i związane z nią ługowanie. Na strukturę gleby wpływa jej skład chemiczny, fizyczny, jak też wielkość ziarna oraz własności fizyczno-chemiczne cząstek glebowych. Dlatego też stan fizyczny działa również na roślinność, prawdopodobnie przede wszystkim pośrednio. Musimy więc zwrócić nań w badaniach geobotanicznych baczną uwagę. Do najważniejszych czynników fizyko-chemicznych należy stopień zdysocjowania wody glebowej i jej zakwaszenie. Mierzymy je, jako kwasowość gleby, stężeniem jonów wodorowych. Od stopnia zakwaszenia zależy sposób i możliwość pobierania soli odżywczych, jako też samej wody. Wiadomo nam, że woda zakwaszona jest dla wielu roślin niedostępna, stąd też stopień zakwaszenia musi wpływać na dobór roślin na danym siedlisku. Uwzględnianie kwasoty gleby jest zatem w badaniach geobotanicznych koniecznością. Nasuwają się jednak pewne zastrzeżenia co do sposobu jej badania. Stopień zakwaszenia jest na różnych głębo-

kościach nieraz bardzo różny, stąd nie wystarczy zbadanie warstwy powierzchniowej. Dla rozmieszczenia drzew i krzewów jest takie badanie prawie bez znaczenia. Również niewiele ono nam mówi o warunkach glebowych ważnych dla większych bylin. Zachodzi też pytanie, czy działanie czynników ubocznych przy pomiarach, nawet zwykle dodawanie wody, nie jest w swym działaniu mocniejsze lub słabsze od działania korzeni. Przypuszczać raczej należy, że tak jest istotnie. Poza tym poszczególne gatunki roślin różnie odczuwają takie samo natężenie zakwaszenia, różnie też oddziałują na glebę. Pomiar kwasoty daje nam więc wartość tylko przybliżoną. Roślina nie zachowuje się bowiem biernie jak przyrząd pomiarowy. Nie możemy zatem oczekiwać ściślejszej zależności między roślinnością w całości a kwasotą. Raczej należy badać zależność od niej poszczególnych gatunków, mierzyć ją z osobna pod poszczególnymi roślinami. Roztwór glebowy może też mieć różny skład przy tej samej kwasocie. Przy tym samym odczynie mogą się w glebie znajdować różne związki i o różnym stężeniu. Stopień zakwaszenia gleby nie przesądza więc jeszcze jej własności i to najważniejszej, jej składu chemicznego, choć nań mocno wpływa. Znaczenie odczynu uwydatni się dopiero z całą wyrazistością na tle całkowitej znajomości składu roztworu wodnego.

Dysocjacja roztworów glebowych pociąga za sobą dalsze jeszcze następstwa, zwłaszcza w dziedzinie zjawisk koloidalnych. Ułożenie się różnych jonów naokoło cząstek koloidalnych powoduje, poza innymi skutkami, przyciąganie lub odpychanie drobin wody, tak zwaną hydrofobność i hydrofilność gleby, a więc słabsze lub silniejsze zatrzymywanie przez nią wody. Od hydrofilności zależy stan i sposób nawodnienia gleby, zwłaszcza w ujęciu fizjologicznym, jako też procesy jej ługowania. Najważniejszym w glebie jonem, powodującym hydrofobność koloidów, jest jon wapnia, hydrofilność zaś powodują jony sodu, potasu oraz wodoru. Ponieważ jony sodowe mają większe znaczenie tylko na glebach słonych, wysuwają się w fizyce i chemii procesów glebowych na pierwsze miejsce jony wapnia i wodoru. Obecność ich i ilość określa zatem stosunkowo dobrze stopień ogólnego wylugowania, struktury i żyzności gleby. Wiadomo nam, że najpierw ulegają ługowaniu sole metali jednowartościowych, zwłaszcza chlorki, następnie metali dwuwartościowych, a więc właśnie wapnia i magnezu, w dalszym dopiero rzędzie związki żelaza i glinu. Te trzy grupy związków znamionują nam stosunkowo dokładnie stan chemiczny i fizyczny gleby. Ługowanie wapnia jest bardzo ważne właśnie w glebach miernie żyznych, najczęściej u nas spotykanych. Jego wymycie oznacza przełom, zmianę gleby żyznej na wyjałowioną, hydrofobnej na hydrofilną, obojętnej lub zasadowej na kwaśną, przepuszczalnej i cieplej na mało przypuszczalną i zimną. Najważniejszą zaś jest dla szaty roślinnej zmiana z gleby wilgotnej na

suchą, co zachodzi przy zakwaszeniu, nawet przy zachowaniu tej samej ilości wody. Na podłożu hydrofobnym jest woda dla roślin łatwo dostępną, gdyż gleba słabo ją adsorbuje, a nawet odpycha. Stąd mimo małej ilości wody w glebie może jej mieć roślina dosyć. Rośliny gleb wapiennych niezbyt więc cierpią od suszy nawet przy małej ilości wody. Wiemy zaś, że dzięki znacznej zawartości soli odżywczych nie potrzebują one tyle wody, co rośliny stanowisk głodnych, zakwaszonych. Na glebach wapiennych, nawet fizycznie suchych, mogą więc mieć rośliny wody i soli dostateczną ilość. Odmienne układają się stosunki nawodnienia na glebach bezwapiennych, oczywiście przy tej samej, w jednostkach bezwzględnych, ilości wody. Nic więc dziwnego, że roślinność jest bardzo wrażliwa na obecność wapnia i stopień nawapnienia. Zdają sobie z tego coraz lepiej sprawę gleboznawcy i zaczynają nawet dzielić gleby po prostu na wapienne i bezwapienne. Podział roślinności na wapniową i unikającą wapnia stwierdzili już dawniej geobotanicy, zwłaszcza w roślinności górskiej, szczególnie na miejscach nie pokrytych przez lasy, a więc na halach i łąkach górskich. Jest to zrozumiałe, bo właśnie w górach zaznaczają się ostro, na skutek łatwego odcieku wody i mocnej erozji, różnice w ługowaniu gleb wapiennych i bezwapiennych. Zróżnicowanie to uszło jednak na ogół uwagi większości badaczy na niżu, głównie na skutek zapoznawania roli krążenia wody, a z drugiej strony nie odróżniania czynnika istotnego, stosunków nawapnienia, od czynnika mu towarzyszącego, to jest od stosunków klimatycznych, jako też wytwarzania się gleb. Wiemy zaś, że klimat suchy powoduje w odpowiednich warunkach glebowych nagromadzenie się wapna i innych soli w glebie. Dotychczas wiązaliśmy z sobą końcowe stadia: początkowe przyczyny i ostateczne skutki, nie zwracając uwagi na stany pośrednie, a więc upraszczaliśmy zjawiska. Właściwe ujęcie całości zagadnienia sprowadza zatem tak geobotanikę, jak i gleboznawstwo na właściwy i jednolity, dla obu nauk niewątpliwie owocny tor badań. Wynika z nich, że pomiar ilości wapnia w glebie staje się jednym z głównych czynności geobotanika.

W związku z omawianym zagadnieniem stoi metodyczna strona mierzenia nawapnienia gleby. Problem ten musimy pozostawić chemikom. Od nich także oczekujemy wyjaśnienia, do jakiego stopnia ilość wapnia jest równoległa ze stopniem żyzności gleby i czy z odczynu, ilości jonów wodorowych, da się uzyskać określenie ilości wapnia w glebie. Gdy odpowiedź na to pytanie wypadnie ujemnie, musimy szukać innego sposobu określenia ilości wapnia, a może i innych składników odżywczych, w sposób dostatecznie ścisły a wygodny.

Od stanu nawapnienia, oraz stopnia i sposobu nawodnienia zależy jeszcze jeden czynnik glebowy, a mianowicie zawartość i stan próchnicy. Próchnica kwaśna, nienasycona—zwiemy ją krótko za Chodzickim—

butwiną, w odróżnieniu od właściwej próchnicy, rozpuszcza się w wodzie i ulega wylugowaniu przez zstępujący prąd wody razem z adsorbowanymi przez nią związkami. Przyczynia się ona, jako koloid ochronny, do wyjałowienia gleby, wymywania związków nawet nierozpuszczalnych w wodzie, a jeszcze dostępnych dla roślin. Poza tym składniki odżywcze butwiny są dostępne dla roślin dopiero przy pomocy organizmów roztoczowych. Stąd mikorhiza jest u roślin borowych rozpowszechniona a nawet nieodzowna.

Na glebach wapiennych ulega próchnica nasyceniu przez zasady, staje się nierozpuszczalna w wodzie, adsorbuje znaczną ilość składników odżywczych, a przez to staje się ważnym i bardzo korzystnym składnikiem w glebie. Próchnica ta prawie nie ulega ługowaniu, zachowuje się więc podobnie jak koloidalne cząstki gliny. Nic zatem dziwnego, że na nasyczonej leśnej próchnicy rośnie zwyczajna roślinność leśna, ta sama co na glince, podczas gdy w borach porasta butwiny roślinność zupełnie inna — borowa. Gleby bogate w próchnicę, czarnoziemy, rędziny i butwiny żywią, przy tej samej ilości próchnicy, zupełnie inną roślinność. Nie może być zatem zależności między ilością próchnicy w glebie a roślinnością. Zachodzi ona natomiast bardzo wyraźnie przy uwzględnianiu nie samej jej ilości, ale stopnia nasycenia oraz rodzaju adsorbowanych przez nią związków. Ponieważ dobór adsorbowanych składników zależy od kierunku ruchu wody w glebie, ten zaś w znacznej mierze od stosunków klimatycznych, wykazuje skład i rodzaj próchnicy ostatecznie często wyrażną, ale pośrednią zależność od klimatu. W istocie rzeczy prosta, bezpośrednia zależność tworzenia się próchnicy od klimatu nie zachodzi. Na krawędzi Podola spotykamy różne rodzaje próchnicy, od torfowisk po czarnoziemy, i to w tych samych warunkach klimatycznych, a roślinność na nich nie wykazuje również najmniejszej zależności od stosunków klimatycznych.

O ile całe nasze rozumowanie, a właściwie łączenie spostrzeżeń w przyrodzie i powiązanie ich z wiadomościami z gleboznawstwa, jest słuszne, a wszystkie dotychczasowe dane za nim przemawiają, żadne zaś się nie sprzeciwia, możemy twierdzić, że szata roślinna Europy środkowej wykazuje uderzającą zgodność z typami gleb i to tak w obrębie zbiorowisk roślinnych, jak i poszczególnych gatunków roślin. Zachodzi to tylko wówczas, gdy podział gleb opiera się na ich żyzności, ta zaś na ich składzie fizycznym i chemicznym, krążeniu wód, ługowaniu lub nagromadzeniu związków odżywczych. Uwzględnić przy tym musimy swoje ustosunkowanie się poszczególnych gatunków roślin do różnych właściwości gleb. Podziałowi gleb na typy, gleby bielcowe, brunatne, węglanowe i słone odpowiada podział roślinności na borową, leśną i łąkową, wapieniową (stepową) i słoną (halofitową). Dalszy podział zbiorowisk roślinnych, na zespoły, a nawet niższe jednostki, wykazuje rów-

niez daleko idącą zgodność z żyznością gleby. Omawiam ją w szczególowej części pracy. Dowodzi to, że udało nam się uchwycić właściwą metodę pracy, wynaleść odpowiedni podział szaty roślinnej, właściwy podział gleb, a wreszcie i drogę do badania wymagań ekologicznych poszczególnych roślin. Doszliśmy do tego metodą czysto indukcyjną, jedynie przy pomocy podstawowych wiadomości z fizyki i chemii. Wykrycie zaś tej zależności umożliwiła nam metoda Czekanowskiego.

Przy podziale i wyodrębnianiu zbiorowisk roślinnych i ocenie czynników ekologicznych, pominęliśmy jedno zastrzeżenie. Zależność między glebą a roślinami układa się bez zarzutu przy zwykłym u nas zachodzącym natężeniu poszczególnych czynników. Każdy czynnik w bardzo mocnym natężeniu wywiera działanie przemożne i niejako zakrywa wpływ innych. Zalanie wodą lub skrajne osuszenie usuwa niemal zupełnie wpływ próchnicy, wapnia lub usuwa go na dalszy plan. Bardzo grube ziarno gleby, klimat skrajnie zimny lub bardzo gorący, szybki ruch wody, nadmierne nawożenie, jednostronne lub mocne zasolenie, nawet duża domieszka jakiegoś rzadszego składnika, związków azotu, sodu a nawet cynku, odbija się w roślinności bardzo mocno i „zagłusza” czynniki inne. W zakresie jednak rozpiętości czynników zwykłym u nas zachodzącym możemy wysunąć twierdzenie, że szata roślinna zależy u nas w pierwszym rzędzie od stosunków glebowych, a w dużo słabszej mierze, i głównie pośrednio, od czynników klimatycznych. Możemy, z dużym przekonaniem o słuszności naszych poglądów, wyrazić twierdzenie, że nawet duża zmiana stosunków klimatycznych dopiero bardzo powoli, przez przeobrażenie stosunków glebowych, zmienić może step na las, lub las na bór, albo niekiedy odwrotnie. W pewnych warunkach glebowych, na przykład na jałowym piasku, ubogiej w związki odżywcze glinie lub na podłożu torfowym żadna zmiana klimatu nie wprowadzi stepu. Żadna zmiana klimatyczna sama przez się nie zmieni boru typowego w las ani w step. Zakładamy przy tym, że nie ma możliwości zmiany składu gatunkowego całej roślinności. O ile przyjmiemy istnienie u nas zupełnie innej, niż dzisiejsza, roślinności, a określenie lasu, stepu czy boru fizjognomiczne czy ekologiczne a nie florystyczne, to naszym przypuszczeniem, a raczej fantazji, nic nie kładzie tamy.

Przyjmując za podstawę dzisiejszą roślinność i dzisiejsze stosunki glebowe, możemy, a nawet musimy, przyjąć powolną przemianę lasu w bory, stepu w łąki, roślinności wapiennej w unikającą wapna. Przy pewnej, określonej zmianie klimatu może również las przechodzić w step i odwrotnie, ale tylko w odpowiednich stosunkach glebowych. Teoria sukcesji jest zatem niewątpliwie słuszna, ale tylko w zakresie przemian glebowych. Czy istnieje ona w zakresie szaty roślinnej, czy roślinność sama, jako taka, prowadzi do określonego klimaksu, to pytanie jest dzisiaj niemożliwe nawet do rozważania, gdyż wiemy bardzo mało o sto-

sunkach roślin do klimatu. Roślinność oddziałuje niewątpliwie na glebę, ale sposób tego oddziaływania jest tak złożony, że nie potrafimy sobie zdać zeń sprawy nawet we wstępnym zakresie. O stosunkach socjalnych wiemy również dotychczas niezmiernie mało. Zagadnienie klimaksu, a nawet sukcesji, jest jeszcze tak dalekie i teoretyczne, że pozostawiamy je teoretykom, sami zaś mamy dostateczną ilość zagadnień rzeczywistych, pilnych, nadających się do bezpośredniego, indukcyjnego badania.

Nie uwzględniłem w niniejszych uwagach czynników o znaczeniu miejscowym, jak koszenie, pasienie, nawożenie. Mogą one mieć niekiedy bardzo mocny wpływ na roślinność, lecz działają zwyczajnie na ograniczonym obszarze i ogólne ich omawianie nie miałyby celu. Dla przykładu podam, że na obszarze krawędzi Podola zaznacza się bardzo mocno wpływ namulania składników mineralnych na gleby borowinowe, zmiany poziomu wody, pasienie i koszenie. Czynniki te mogą niekiedy działać tak silnie, że zmieniają nawet formację. Stałe koszenie utrzymuje step na podłożu niewątpliwie typowo leśnym, a podmokłą łąkę na miejscu lasu łęgowego. Na ogół ogranicza się jednak wpływ czynników miejscowych do odchylenia składu formacji i nierzadko powoduje wyodrębnienie się zespołów. Tak na przykład może się wytworzyć osobny zespół w lesie przy wodopoju zwierząt w następstwie nawożenia.

Zagadnienie pospolitości i rzadkości roślin.

Niejednakowa pospolitość poszczególnych roślin jest zjawiskiem ogólnie znanym. Dość osobliwa jest przy tym okoliczność, że geobotanicy i floryści zwracają większą uwagę na gatunki radsze niż na pospolite, mimo że te ostatnie odgrywają główną rolę w szacie roślinnej. Samym zagadnieniem rzadkości czy pospolitości nie zajmujemy się prawie wcale albo też ujmujemy je ogólnie, dedukcyjnie. Jest ono jednak istotne, ważne w geobotanice i domaga się wytłumaczenia. Nie jest ono niewątpliwie zbiorem przypadków i, jakkolwiek napewno jest niejednolite i w szczegółach różne, to ma jakieś ogólne przyczyny. W rozdziale niniejszym próbuję rozważyć to zagadnienie na tle szaty roślinnej północnego Podola. Jest rzeczą oczywistą, że rozpatrywanie tego zagadnienia w oderwaniu od stwierdzonych zjawisk jest niedopuszczalne, a na tle ogólnych spostrzeżeń bardzo utrudnione.

Na północnej krawędzi Podola napotykamy kilka roślin w ogóle i wszędzie bardzo rzadkich, jak *Daphne Julia* lub *Carlina onopordifolia*. Znaczniejsza ilość gatunków należy u nas do największych rzadkości, lecz gdzie indziej rosną one obficie. Zaliczamy do nich *Avena Besseri*, *A. Schelliana*, *A. podolica*, *Scopolia carniolica*, *Jurinea cyanoides* i inne. Do nieco częstszych należy *Stipa pennata*, *S. capillata*, *Dracopetalum austriacum*, *D. Ruyschiana*, *Scorzonera hispanica*, *Coronilla co-*

ronata, *Gagea spathacea*, *Scolopendrium vulgare* i kilka jeszcze innych. Roślin nieco częstszych, choć u nas zaliczanych do rzadkości, można by wyliczyć długi szereg. Wspomnę kilka dla przykładu: *Ferulago silvatica*, *Senecio Doria*, *Cypripedium calceolus*, *Cytisus austriacus*, *C. Błockianus*. W dalszym ciągu moglibyśmy zestawić wszystkie prawie stopnie pospolitości, aż do roślin zupełnie pospolitych. Niektóre rośliny, na naszym obszarze rzadkie, rosną w innych okolicach kraju często a nawet pospolicie. Należy do nich między innymi *Dentaria glandulosa*, *D. bulbifera*, *Asplenium viride*, *Corydalis cava*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Tofieldia calyculata*, *Sweetia perennis*, *Aconitum variegatum*. Znaczna ilość roślin, na ogół rzadkich, rośnie na krawędzi Podola miejscami pospolicie a przynajmniej obficie. Do nich zaliczyć można *Staphyllea pinnata*, *Viburnum lantana*, wiele roślin stepowych, niektóre chwasty polne, jak *Stachys annuus*, *Bupleurum rotundifolium*, *Caucalis daucoides*. Przytoczone tu gatunki nie są co do rzadkości jednego rzędu i dobrane przypadkowo; dla zobrazowania stosunków nam to jednak wystarczy.

Przy rozważaniach niniejszych pomijam na razie czynnik historyczny, choć przy wielu gatunkach zasługuje on na omówienie i w odpowiednim miejscu zwrócę na niego uwagę. W tym rozdziale chodzi mi jednak nie o zagadnienie obecności lub braku roślin na badanym obszarze, lecz o stopień pospolitości roślin obecnych. Rozmieszczenia roślin na małej przestrzeni nie można omawiać od strony historycznej. Obecność *Carlina onopordifolia* na Łysej i Świętej Górze koło Złoczowa, a brak jej na Białej i Żulickiej i na Makutrze koło Brodów, nie jest zagadnieniem historycznym, podobnie jak rzadkość na tym obszarze *Nardus stricta* czy innych na ogół pospolitych roślin. Tematem tego rozdziału nie jest zasięg ani nawet rozmieszczenie, lecz ilość, żywotność, pospolitość roślin.

Wszystkie znane mi stanowiska roślin rzadkich mają miejsce w zwartych i na ogół typowych zespołach roślinnych, trudno by więc było uważać je za resztki czy początki jakichś innych zbiorowisk roślinnych. Niekiedy cały zespół roślinny jest u nas rzadki, lecz wówczas uważam roślinę za rzadką tylko wtedy, jeśli spotykamy ją tylko w niektórych miejscach danego zbiorowiska. Możliwość ich zasiewu na odległość paru-nastu, kilkuset kroków, czy nawet paru kilometrów jest niewątpliwa. Nie stoją więc na przeszkodzie ani czynniki historyczne, ani klimatyczne, ani socjalne, a jednak pewne rośliny utrzymują się tylko na swoich stanowiskach.

Rozmieszczenie każdego gatunku rośliny i jego częstość czy rzadkość może wynikać z trzech głównych przyczyn. Leżą one albo w samych roślinach, w ich żywotności, sile rozrodczej, rozsiewności czyli zdolności do roznoszenia nasion; w wpływach socjalnych innych organizmów, człowieka, zwierząt, pasożytów; albo też w czynnikach ekologicznych, a więc warunkach glebowych i klimatycznych.

Nasuwa się pytanie, czy rośliny rzadkie nie należą do życiowo słabych. Na żywotność roślin rzadkich zwracałem od dawna dość bacznie uwagę w czasie prac polowych, jak zwłaszcza przy ich uprawie w botanicznym ogrodzie. Z natury rzeczy zwraca na nie każdy ogrodnik-botanik największą uwagę z prostej ciekawości. Na podstawie wielu spostrzeżeń i długotrwałej ich uprawy mogłem stwierdzić, że rośliny rzadsze, a nawet bardzo rzadkie, kwitną, owocują i rozsiewają się — poza rzadkimi wyjątkami — tak na swych stanowiskach jak i w ogrodzie, byle na odpowiedniej glebie, obficie, zawiązują nasiona, rosną bujnie, nie cierpią od szkodników więcej niż rośliny pospolite. Rzadkość stanowisk nie wynika też walki o miejsce, konkurencji, gdyż wiele z nich rośnie wśród rzadkiej i luźnej roślinności, na skałach, na mało zwartych stepach lub lasach. Nie może przyczyną ich rzadkości być niszczenie, gdyż rosną one zazwyczaj na nieużytkach gospodarczych. Wiele z nich omijają zwierzęta trawożerne a przynajmniej ich nie wyszukują. Człowiek niszczy z nich tylko niektóre dla pięknych kwiatów, jako rośliny lecznicze lub przez zabobon. Nasiona ich kiełkują, znów poza rzadkimi wyjątkami, zupełnie dobrze. Przyczyna ich rzadkości nie może zatem leżeć w zakresie rozmnażania i w ogóle w samych roślinach.

Na rozsiedlenie, a więc i pospolitość, wpływa obok ilości wytwarzanych nasion, również ich rozsiewność. Nasiona z urządzeniami do rozsiewania przez zwierzęta lub wiatr winnyby mieć większą łatwość rozprzestrzenienia się od nasion niedoleźnych, dużych, gładkich, o owocach niejadalnych. Bliższe rozważanie dowodzi wszakże, że nie można stwierdzić żadnej wyraźnej zależności między rozsiewnością a pospolitością rośliny. Wiele roślin o zupełnie niedoleźnych nasionach wynajduje jednak każde niemal dogodnie sobie siedlisko. Należą do nich motylkowe, krzyżowe, wiele jaskrowatych, turzyce i niektóre trawy, nawet kłokoczka, o tak ciężkich i gładkich nasionach. Natomiast wiele roślin, mimo tak świetnie do rozsiewania przystosowanych nasion, jak u *Stipa pennata*, wiele złożonych (*Senecio pratensis*, *S. Doria* i inne) należy do rzadkich. Rośliny o drobnych nasionach lub zarodnikach, rozsiewanych przez wiatr niewątpliwie na wielkie odległości, mają często zasięgi ostro zakreślone a rozmieszczenie bardzo swoiste. Wśród gatunków o bardzo podobnych nasionach jedne są pospolite a inne należą do rzadkich. Nasiona *Helianthemum canum* są bardzo podobne do *H. obscurum*, *Echium rubrum* do *E. vulgare*, *Trifolium pannonicum* lub *T. rubens* do *T. pratense*, *Pulmonaria obscura* do *P. angustifolia*, a rozmieszczenie ich i pospolitość są zupełnie innego rzędu.

W wielu wypadkach możemy nawet bez żadnej wątpliwości stwierdzić, że rozmieszczenie stoi w wyraźnej niezgodzie z wytwarzaniem nasion i ich rozsiewaniem. Obficie owocujący *Allium strictum* i *Helianthemum canum*, podobnie jak *Pleurospermum austriacum*, *Caucalis daucoides*

i wiele innych, ani na krok nie wychodzi poza swoje stanowisko i z trudnością daje się uprawiać, podczas gdy rzadko, a nawet wyjątkowo, owocujące rośliny, jak *Daphne Julia*, *Ficaria verna* należą do roślin ogólnie, a przynajmniej na swych stanowiskach, rozpowszechnionych. Nie brak oczywiście roślin obficie wytwarzających nasiona, bardzo rozsiewnych i bardzo pospolitych (*Hieracium pilosella*, *Epilobium montanum*). Widocznie rozmieszczenie roślin jest prawie zupełnie niezależne od rozsiewania się nasion. Dokładniejsze badanie dowodzi, że rozsiewność roślin jest wprost zdumiewająca i to niezależnie od urządzeń do roznoszenia nasion. Na odpowiednich dla nich siedliskach spotykamy rośliny w bardzo niekiedy rozrzuconych a nierzadko bardzo niedawno powstałych stanowiskach. Często spotyka się na wapiennych skałach pojedyncze albo nieliczne okazy roślin nie rosnących na wiele kilometrów naokoło i to nawet, gdy nasiona ich są ciężkie i niedoleźne. Uderzało mnie to często na przykład u *Vincetoxicum officinale*. Na nieco wilgotniejszych i żyzniejszych miejscach borów zasiewają się nieraz obficie klony, wiązy, dęby i inne drzewa, mimo że brak ich w otoczeniu, a na danym miejscu nie mogły one i nie mogą wogóle wyrósć w drzewa i zaowocować z powodu nieodpowiednich warunków. Nasiona te zostały więc przyniesione.

Rozsiewanie jest tylko jednym z czynników rozmieszczenia rośliny ale ma na nie wpływ stosunkowo niewielki. Ogromna większość nasion bowiem nie kiełkuje wogóle lub po kiełkowaniu wkrótce zamiera; utrzymuje się przy życiu tylko na właściwym sobie siedlisku. Świadczy o tym niezwykle drobna ilość kiełków w stosunku do wytwarzanych nasion. Szczególnie uderza to u drzew, zwłaszcza w niektórych lasach.

Brak wyraźnej zależności pomiędzy ilością nasion a pospolitością roślin nasuwa przypuszczenie, że główną rolę w rozmieszczeniu roślin odgrywa rozmnażanie rastowe. Za takim poglądem przemawia istotnie bardzo dużo spostrzeżeń. Rośliny pospolite, a zwłaszcza rosnące obficie, rozmnażają się istotnie przede wszystkim rastowo a nasiona wytwarzają nader skąpo. Na krawędzi Podola należy do takich roślin *Carex humilis*, *C. montana*, *C. pilosa*, *Oxalis acetosella*, *Pulmonaria obscura*, *Galeobdolon luteum*, *Dentaria glandulosa*. Rośliny rzadkie mają często bardzo małą zdolność rozmnażania się rastowego i rozsiewają się tylko z nasion. Pogląd taki byłby jednak tylko częściowo słuszny a nawet powierzchowny. Wielka bowiem ilość roślin bardzo pospolitych rozmnaża się tylko z nasion lub zarodników. U ogromnej ilości pospolitych bylin jest rozmnażanie rastowe bardzo słabe, a z drugiej strony wiele roślin rzadkich rozmnaża się obficie rastowo. Widocznie i sposób rozmnażania nie przesądza jeszcze rozpowszechnienia i pospolitości rośliny. Istotny powód tego stanu rzeczy musi więc leżeć w czynnikach zewnętrznych, a więc prawdopodobnie w stosunkach ekologicznych, przede wszystkim glebowych.

W poprzednim rozdziale doszliśmy do wniosku, że czynniki klimatyczne odgrywają w roślinności naszej rolę niewielką. Wiele roślin rzadkich rośnie tylko na ściśle ograniczonych płatach nawet w bardzo wyrównanych warunkach klimatu leśnego, borowego lub stepowego, na zupełnie jednostajnym zboczu lub równinie. Z drugiej strony poszczególne stanowiska rzadkich roślin znajdują się w tak różnorodnych warunkach klimatycznych, że trudno mówić u nich o bardziej określonych wymaganiach pod względem klimatycznym. Tak rzadki na krawędzi Podola *Allium strictum* rośnie na zupełnie odsloniętych, słonecznych, jak i na śródleśnych, miernie ocienionych skałach. *Pleurospermum austriacum* spotykałem tak na dość słonecznych zboczach, jak i na płaskim miejscu w cienistym lesie. To samo można powiedzieć o *Coronilla coronata*, *Iris aphylla*, *Euphorbia volhynica* i bodajże o każdej rzadszej roślinie, znanej z kilku stanowisk. W każdym razie różnice klimatyczne na różnych stanowiskach danej rośliny są bez porównania większe niż w obrębie jednego płatu roślinności z pojedynczymi stanowiskami rzadkich roślin.

Pierwsze swoje badania nad ekologią rzadkich roślin przeprowadziłem w ogrodzie. Uprawa tych roślin jest w zwykłych warunkach ogrodowych bardzo trudna. U rzadkich roślin stepowych stwierdziłem usychanie i zamieranie wyraźnie z braku wody. Trzeba było te rośliny starannie podlewać. Na glebie wilgotnej a wapnistej rozwijały się rośliny stepowe, nawet bardzo rzadkie, doskonale, zakwitwały, owocowały i rozsiewały się jak wszystkie inne. W tych samych warunkach klimatycznych lecz na glebie suchej i bezwapiennej uprawa ich była niemożliwa. Po zbadaniu stosunków nawodnienia na stanowiskach tych — stepowych — roślin, stwierdziłem w wielu wypadkach bardzo wilgotne podłoże, a przy paru gatunkach nawet podciek w postaci nikłego źródelka. W warunkach stepowych było stwierdzenie tego faktu na razie bardzo dziwne. W każdym razie okazało się, że rośliny te mają osobliwe wymagania co do warunków glebowych. Przy dalszych badaniach stwierdziłem, że wszystkie rzadkie rośliny mają osobliwe wymagania glebowe, u różnych gatunków oczywiście różne. *Allium strictum*, *Helianthemum canum*, *Dracocephalum austriacum*, *Draba nemorosa* i kilka innych rośnie u nas wyłącznie na siedliskach skalnych, bogatych w wapno, ciepłych i suchych, lecz niewątpliwie tylko przy nikłym lecz wyraźnym dopływie wody ze szczelin skalnych. *Carlina onopordifolia*, *Sisymbrium strictissimum*, *Lathyrus pisiformis*, *L. pannonicus*, *Trifolium pannonicum*, *Anemone narcissiflora* osiedlają się tylko na podłożu bogatym w wapno a przy tym bardzo mocno nawodnionym żyłami wapiennej wody. Wiele roślin rzadszych spotykamy wyłącznie na podłożu mocno wapnistym, pozornie suchym lecz wyraźnie nawodnionym podciekiem wody, przy czym podciek ten musi odpowiadać zapotrzebowaniu roślin na wodę i jej parowaniu. Przy nieco większym wycieku, jak i jego braku, nie rosną te

rośliny zupełnie. Do gatunków takich należy *Avena Besseri*, *A. Schelliana*, *Iris aphylla*, *Echium rubrum*, *Scorzonera hispanica*, *Coronilla coronata* i wiele innych, nieco mniej pod tym względem wybrednych. Słabego podcieku wymaga u nas bardzo dużo roślin stepowych. Na siedliskach suchych, na litej skale, wyniesionych pagórkach brak ich zupełnie, mimo że rosną obficie kilkadziesiąt kroków dalej. Dalsze przykłady szczególnych wymagań roślin co do rodzaju gleby i nawodnienia przytoczę w części szczegółowej pracy przy omawianiu ekologii poszczególnych gatunków.

Na tle szczegółowej analizy rozmieszczenia i ekologii poszczególnych gatunków roślin dochodzimy do wniosku, że rozpowszechnienie ich odpowiada dokładnie częstości odpowiednich siedlisk. Rośliny jedne są dlatego pospolite, że spotykają bardzo często właściwe sobie warunki, inne należą do rzadkich, bo rzadko znajdują odpowiedni układ czynników ekologicznych. W pewnych warunkach należą rośliny ogólnie pospolite do rzadkości, jak *Nardus stricta* na granicy Podola. Pewne warunki spotyka się dlatego bardzo rzadko, że muszą one być rzadkie. Wapienne zbocze przecięte żyłą wodną o małym a stałym natężeniu wycieku nie może być zjawiskiem powszechnym. Zbyt duża ilość wody, jako też większa ilość żył wodnych, spowoduje nadmierne nawodnienie, dla tych roślin nieodpowiednie. Stąd na przykład *Avena Besseri* musi być rośliną rzadką. Takie samo rozumowanie, a raczej zakres spostrzeżeń, można by przytoczyć dla każdego gatunku.

Wysnuty tu wniosek ma ogromne znaczenie dla całości badań geobotanicznych i dla każdej gałęzi naszej nauki. Wysuwają się też na tym tle nowe zagadnienia. Omówimy niektóre z nich, pomijając sprawy zupełnie oczywiste, na przykład florystyczne.

Zachodzi pytanie, czy rośliny rzadsze nie należą do bardziej wybrednych a pospolite do mało wymagających. Podział taki nie byłby prawdopodobnie słuszny. Poszczególne gatunki są w różnym stopniu wrażliwe na różne czynniki. Jedne są czułe na ciepłość, inne na sposób nawodnienia, zakwaszenie gleby, obecność lub ilość pewnych składników w podłożu albo też na pewien układ czynników, natomiast mało czule są na czynniki inne. Każdy więc gatunek jest na jakiś czynnik czuły. Mówiąc o wrażliwości gatunku należałoby zawsze nadmienić, o jakie czynniki chodzi. *Adonis vernalis* jest u nas mało wrażliwy na stosunki ciepłoty, natomiast jest bardzo czuły na skład chemiczny gleby. *Phragmites communis* jest prawie obojętna na wiele czynników, wymaga tylko dostatecznego nawodnienia podłoża. *Galanthus nivalis* rośnie w różnych lasach, a nawet na poleśnym stepie, o ile tylko gleba jest zasobna w składniki mineralne. *Briza media* zdaje się być mało wrażliwa na żyzność gleby i jej skład, natomiast nie znosi ocienienia.

Mówiąc o rzadkości czy pospolitości rośliny, musimy to określenie odnosić zawsze nie do jednego czynnika, ale do zespołu czynników

ekologicznych i zespołu roślinnego. Określenie, że dana roślina jest rzadka, nie, mówi nic poza ogólnikowym stwierdzeniem stanu rzeczy. Jeśli roślina stepowa rośnie w obrębie lasu, to musi to być rzadkością i okoliczność ta wymaga szczegółowych badań; natomiast roślina stepowa na stepie jest zjawiskiem oczywistym, jak oczywista jest roślina leśna w lesie. Szczególnego zbadania będzie wymagać również roślina rzadka w obrębie właściwego sobie zbiorowiska roślinnego, jak *Avena Besseri* na naszych stepach.

Doszliśmy powyżej do wniosku, że w obrębie zbiorowisk roślinnych można wyróżnić główny zrąb szaty roślinnej i gatunki dodatkowe. Jeśli roślinność zależy od stosunków ekologicznych, u nas głównie glebowych, to główny zrąb gatunków winien odpowiadać odpowiedniemu typowi gleby. Gatunki rzadkie, dodatkowe, zawdzięczają możliwość życia albo zakłóceniom rozpowszechnionego układu stosunków, albo też nałożeniu się nowego czynnika na układ ogólny. Wysączenie się żyły wodnej jest czynnikiem dodatkowym na jednolitym zboczach stepowym i powoduje pojawienie się gatunków wymagających większego nawodnienia. Domieszka lub ławica skalna na podłożu gliniastym sprzyja roślinom wymagającym albo składników skalnych w glebie albo poziomu wodnego na określonej głębokości albo obu czynników równocześnie. Czynniki dodatkowe może spowodować urozmaicenie jednolitego układu szaty roślinnej, pojawienie się jednego lub wielu gatunków lub zanik innych, zwiększenie lub zmniejszenie ich ilości. Stwierdzenie tego stanu rzeczy daje nam znów podstawę do badania przyczynowego ekologii tak zespołu, jak i poszczególnych gatunków, jako też przyczyn stałości lub wierności gatunku dla zespołu roślinnego. Jeśli stwierdzimy, że dana roślina wymaga podcieku wody lub żyznej gleby, to badamy całą roślinność danego płatu lub zespołu i jej zachowanie się wobec tego czynnika dodatkowego. Szczególnie ważne będzie w tym wypadku zbadanie zachowania się roślin głodnych i suchorośli, jako też innych roślin wybredniejszych. Trudno sobie bowiem wyobrazić, by obok siebie rosły rośliny o odmiennych wzmaganiach ekologicznych, zwłaszcza jednakowo zakorzenione, i to w wielu kolejno badanych wypadkach. Tę pozornie nieuchwytną i zawiłą, a w istocie rzeczy bardzo prostą metodę stosować będziemy przy badaniu porównawczym ekologii roślin. Możemy bowiem tą drogą porównać rośliny kwaśne i zasadowe czy obojętne, odróżnić głodne od żyznych, higrofilne od kserofilnych. To nam też wytłumaczy, dlaczego w poszczególnych zdjęciach pojawiają się pewne gatunki grupami lub brak ich po kilka. Są to poprostu gatunki podobne pod względem ekologicznym. Pojawienie się radszych gatunków jest dowodem dołączania się czynnika dodatkowego na danym płacie, albo braku jakiegoś czynnika ogólnie pospolitego. Podobne skutki powoduje często dodatkowy czynnik, o ile chodzi o pojawienie się roślin obcych dla formacji. Czynn-

nik użyźniający niewątpliwie sprzyja pojawieniu się roślin leśnych w borze a stepowych w lesie, mocniejsze ługowanie borowych w lesie a łąkowych na stepie.

W mieszanej roślinności należy więc główny zręb gatunków uważać za jeden zespół roślinny, zaś domieszkę rzadkich gatunków za drugi. Domieszka ta tworzy istotnie często w pewnych warunkach samoistny zespół. Rozprószone nierzadko jako dodatkowe rośliny, pojedyncze okazy *Dentaria glandulosa*, *Corydalis cava*, *Gagea lutea* i inne skupiają się w pewnych wypadkach w dobrze wyróżniony zespół. Zachodzą też oczywiście stadia przejściowe pomiędzy tymi zespołami. Każdy płat roślinny, gdzie obok głównego zrębu osiedliły się rośliny rzadkie, dodatkowe i obce, należy uważać za mieszaninę, za kompleks zespołów. Wypadki, że jakaś roślina rośnie tylko poza zespołami, należą do wyjątków. Wynika z tego, że gatunek rzadki nie może znamionować danego zespołu, gdyż jest dla niego obcy. Innymi słowy, nie można go uważać w żadnym wypadku za gatunek dla zespołu wierny. W badaniach geobotanicznych stwierdzamy wszakże często, że obecność rzadszych, a przy tym wiernych dla zespołu gatunków, określa dobrze zespół, jego skład gatunkowy. Ta pozorna sprzeczność jest jednak łatwa do wytłumaczenia. Skład zespołu zależy od czynników ekologicznych, więc dołączenie się czynnika dodatkowego powoduje zanik pewnych gatunków a pojawienie się innych. Następstwem tego jest swoisty układ florystyczny, czyli zespół roślinny.

Twierdzenia tego nie można jednak uogólniać. Czynniki dodatkowe może bowiem nie wpływać, poza obecnością jakiegoś gatunku, na całość szaty roślinnej. Może nim być cieniutka żyła wodna, szczelina w skale, małe zagłębienie, lekka wyniosłość, spulchnienie gleby przez kreta w postaci kretowiny i może zmieniać podłoże tylko na małej bardzo powierzchni. Może też dany czynnik zachodzić na całym obszarze a na większość roślin nie oddziaływać. Tak działa na przykład domieszka skalna. Sprzyja jednej lub paru roślinom, a nawet powoduje ich panowanie, a inne wyraźniej jej nie odczuwają. Gatunek wierny a rzadki, bynajmniej nie przesądza sprawy odrębności zespołu. Bardzo doświadczony socjolog potrafi wprawdzie ocenić rolę gatunków rzadkich, ale nie ma nigdy pewności, ani też nie potrafi tego zjawiska w prostej drodze wyjaśnić. Zachodzi przy tym często duża osobliwość w rozumowaniu. Jeśli zespół jest wyraźnym kompleksem, to gatunki obce uważa się za mniej ważne, gdy zaś kompleks zespołów jest trudny do rozdzielenia, to gatunki należące właściwie do innego już zespołu, uważa się właśnie za najważniejsze, rozpoznawcze, wiernie. Chodzi więc teraz o rozdzielenie zespołów. Zespół złożony można wszakże łatwo rozdzielić i rolę poszczególnych gatunków ocenić na podstawie szczegółowej analizy ostatecznie uporządkowanej tablicy zdjęć.

Na tle rozważań nad pospolitością roślin i ich rolą w zbiorowiskach roślinnych doszliśmy zatem do tych samych wniosków, co na tle analizy skojarzenia gatunków, jednak zagadnienie udało się nam ująć głębiej. Główny zrąb zespołów roślinnych stanowią gatunki pospolite, a są one tym ważniejsze, im bardziej są stałe. Stałość i pospolitość pozostaje w ścisłym związku ze stosunkami glebowymi. Im bardziej one są wyrównane, tym bardziej jednolity jest zespół roślinny. Takie ustalone i wyrównane stosunki napotykaemy najczęściej na miejscach równych i na glebach wylugowanych. Wobec wyrównanego, a więc jednostajnego, podłoża są warunki życia mało urozmaicone, a więc i szata roślinna uboga i jednostajna. Takie warunki panują przede wszystkim w klimacie chłodnym i wilgotnym. Nic więc dziwnego, że szkoła skandynawska uważa gatunki stałe za najważniejsze. W każdej okolicy są te zespoły najczęstsze, którym odpowiada najpospoliciej występujący tam typ gleby. Badanie zespołów roślinnych winno się więc zaczynać od wyrównanych, ubogich w gatunki i jednolitych zbiorowisk roślinnych. Te wzbudzają jednak u geobotanika najmniej zaciekawienia, gdyż duch odkrywcy prowadzi go do zbiorowisk najbogatszych i najosobliwszych. W ten sposób stawiamy sobie odrazu zadania zbyt trudne i często nie potrafimy ich wyjaśnić.

Rośliny szczególnych siedlisk są to więc po prostu gatunki rzadsze. Rola ich w szacie roślinnej jest mniejsza, niż pospolitych gatunków, dają one nam wszakże cenne podstawy do badań ekologicznych, gdyż wskazują na szczególne układy tych czynników. Gatunki rzadsze powodują często bezpośrednio, a niekiedy zaznaczają wyróżnicowanie się zespołów. Bez gatunków rzadkich formacja równałaby się zespołowi. Podobnie, jak rzadkie, zachowują się rośliny dla danej formacji obce, w danych warunkach rzadkie. Wspomnieliśmy już, że gatunki te świadczą często o zjawisku sukcesji lub naruszeniu stanu pierwotnego przez czynniki gwałtownie działające, zwykle przez człowieka.

Widzimy więc jeszcze raz, że badanie geobotaniczne musi się składać z właściwych prac botanicznych i przynajmniej wstępnego opracowania stosunków ekologicznych, zwłaszcza glebowych.

Piętrowość zbiorowisk roślinnych.

Stosunek poszczególnych pięter roślinności do siebie jest w geobotanice zagadnieniem niezwykle ważnym, stąd też zajmuje się nim wielu badaczy, niestety nie zawsze na podstawie dostatecznej analizy tego zjawiska i nie nad ostatecznie szerokim zakresem potrzeb. Na ogół uważa się zbiorowiska roślinne o pięterowej budowie za jednolite a poszczególne piętra za powiązane z sobą. W szczególności za takie uważa się zbiorowiska leśne. Zgodne są pod tym względem wszystkie prawie szkoły socjologiczne. Szkoła francusko-szwajcarska wydziela nawet wyższe jednostki geobotaniczne według piętra drzew; taki sam podział proponuje G.

E. Du Rietz. Przekonanie o zależności wzajemnej poszczególnych pięter roślinności, a zwłaszcza o zależności runa od piętra drzew, jest tak powszechne, że dzielimy często rośliny runa leśnego na przywiązane do lasów bukowych, sosnowych czy dębowych, a ze składu runa usiłuje się nawet nierzadko odgadywać piętro leśne po jego wyniszczeniu lub zmianie przez gospodarkę leśną. Dość osobliwą jest rzeczą, że przeciw temu zapatrywaniu nie podnosi się wyraźnych głosów sprzeciwu, a raczej wypadki temu przeczące usiłuje się pokryć zawilimi rozumowaniami.

Zadziwiająca w geobotanice zgodność poglądów na zależność składu runa od składu piętra drzew wynika wszakże w znacznej mierze z zbiegu okoliczności. Poglądy te wypracowano na tle roślinności środkowej, zachodniej i północnej Europy i to przeważnie górskiej. Na tych właśnie obszarach nastąpiło znaczne wyrównanie stosunków glebowych na skutek ługowania gleby w chłodnym i wilgotnym klimacie. Wylugowanie gleby ułożyło roślinność drzewną jak i runo w jedne niejako ramy. Szczególnie wyraźnie zaznaczyło się to w borach, a więc w sośninach i świerczynach. Runo i piętro drzew związało z sobą czynnik glebowy.

Jeszcze większy wpływ na wyrobienie w nauce tego poglądu wywarło wyniszczenie pewnych typów lasu. Lasy dębowe, wiązowe, olchowe i mieszane, znamienne dla obszarów płaskich i słabo pofalowanych, uległy dawno siekierze i pile, a obszar ich zajęty został pod rolę uprawną i łąki. Na skutek utrudnionego odnowienia znikły lasy te prawie zupełnie. Runo leśne zachowało się prawie wyłącznie w lasach bukowych, albowiem z lasów zachowały się prawie wyłącznie buczyny, jako zajmujące wyniesienia i zbocza, nie nadające się pod uprawę rolną. Dębiny utrzymały się tylko na podłożu kamienistym, płytkim, pokrytym żwirem lub piaskami, nieurodzajnym i trudnym do uprawy rolnej. Lasy te mają runo odmienne od dąbrów na żyznej i głębokiej glebie. Wyszło więc wniosek, że dębiny mają runo odmienne od buczyn. Sośniny utrzymały się tylko na glebach nieurodzajnych, na piaskach i skałach, a w tych wypadkach mają one zwykle swoiste runo. Na tej podstawie powstało również mniemanie, że sosna jest rośliną znamieną dla jałowych piaszczystych gleb i że ma tutaj runo sobie właściwe, pogląd, jak zobaczymy na właściwym miejscu, najzupełniej bezpodstawny i jednostronny. Na stepowych obszarach wyrąbano las od dawna, tak że step przeciwstawia się pojęciu lasu i trudno jest nam pojąć, że step może być porosły przez drzewa.

Zagadnienie pięterowości rozpatrzę, zgodnie ze swymi założeniami, na zupełnie konkretnym obszarze, znów na podstawie stosunków na północnym pograniczu Podola. Na obszarze tym zachowały się — szczęśliwym iście przypadkiem — nader różne lasy, przy czym każdy na różnych rodzajach podłoża, na różnych nachyleniach zboczy, na wierzchołkach a nawet na równinach. W wielu wypadkach są to tylko resztki tych

lasów, na tyle jednak rozległe, że mogą służyć za podstawę do szerszych wniosków. Zaznaczam, że lasy te, w branych pod uwagę przypadkach, są niewątpliwie zasadniczo pierwotne i wykorzystywane tylko drogą przerebu, na pewno nigdy nie uprawiane i nie podsadzane. Kilka drzew osiąga tu swoje granice zasięgu, przynajmniej miejscowe, mimo to w lasach tych spotykamy bogato zróżnicowane i „typowo” wykształcone runo. Każde drzewo, o ile tworzy ono w ogóle lasy, posiada tu właściwe sobie zespoły i to dość liczne i urozmaicone. Buk tworzy różne buczyny, dąb różne dąbrowy, sosna urozmaicone sośniny, inne drzewa lasy mieszane. Obszar ten nadaje się więc szczególnie dobrze do zbadania tego zagadnienia.

Już badanie polowe, nawet wstępne i powierzchniowe, dowodzi niezbicie, że na obszarze tym brak jest wyraźniejszej zależności pomiędzy piętrzem drzew a składem runa. Przy tym samym gatunku drzewa może runo mieć skład bardzo różny, a nawet należeć do różnych formacji roślinnych. W lesie bukowym spotykamy, co prawda, najczęściej zwykłe runo leśne, nie brak tu jednak lasów bukowych z runem stepowo-leśnym i borowym. Sośniny tworzą najczęściej bory, ale spotykałem w nich runo leśne i stepowe. W lasach dębowych runo ma bardzo często skład typowo leśny, lecz rozpowszechnione są tu również dąbrowy o runie borowym, borowo-stepowym, stepowym, a występują tu i lęgi dębowe. Różnorodność runa w dąbrowach jest więc bardzo daleko idąca. Jedynie w mieszanych lasach liściastych, klonowo-jaworowo-wiązowo-jesionowych, spotykałem zawsze runo leśne. Ten zaś sam, a przynajmniej bardzo zbliżony, skład ma runo w lasach dębowych, bukowych, mieszanych liściastych, wiązowych, olchowych a nawet sosnowych. Niewątpliwie w lasach bukowych przeważa zwykłe runo leśne, w sośninach borowe, jednak nie zależy to od drzew samych ale od warunków powodujących ich rozmieszczenie. Lasy bukowe spotykamy najczęściej na podłożu lessowym, bo lessu jest — na obszarze badanym — najwięcej i to w warunkach odpowiadających osiedleniu się buka. Marglowe zbocza z południową i zachodnią wystawą są tu w ogóle rzadkie, a jeszcze rzadziej utrzymał się na nich las. Jeśli się jednak zachował, to jest to las bukowy ze stepowym runem. Gdyby lessu tu nie było, przeważałby niewątpliwie na zboczach las bukowy z runem stepowo-leśnym. Przy porównywaniu obszarów odpowiednich zespołów runa w stosunku do piętra drzew musimy więc uwzględnić stosunek pospolitości poszczególnych lasów i różnego rodzaju podłoża. Sośnina ma najczęściej runo borowe, gdyż niezwykle rzadko spotyka się podłoże o odpowiednich dla sosny warunkach nawodnienia a zbudowane z marglu lub z glinki. Miejsca takie nie były zresztą rzadkie, lecz zostały jako urodzajne, dawno zajęte na pola orne. Na obszarze badanym możemy stwierdzić bezpośrednio, że runo może nawet występować całkiem niezależnie od

obecności lasu, a las może nie mieć zupełnie runa. Roślinność borowa prawie się nie zmienia powyrębie lasu, a pewne typy torfowisk wysokich są prosto samym runem borowym. Również mało zależny jest od piętra drzew step i łąka. Mamy tu bowiem stepy i łąki w lesie, oczywiście z pewną domieszką leśną w runie. Niektóre łąki podmokłe niezbyt się również różnią od runa lasu łęgowego. Jedynie runo leśne jest mocno zależne od lasu a raczej ocienienia.

Szczególnie jednak wyraźnie zaznacza się niezależność poszczególnych pięter roślinności na tle naszej tablicy zdjęciowej, po ustawieniu zdjęć według stopnia ich podobieństwa. Poszczególne drzewa rozprószyły się po całej tablicy, zwłaszcza buk i sosna. Gdybyśmy ułożyli zdjęcia według podobieństwa w piętrze drzew, to roślinność zielna rozsypie się po całej tablicy, leśna pomiesza się z borową, łąkową i stepową a nawet błotną, borowa ze stepową, łąkowa z leśną, wapniowa z kwaśną, błotna ze stepową i t.d. W tym stanie rzeczy moglibyśmy opisać ogromną ilość skupień roślinnych, „zespołów“; natomiast ani nawet nie można by marzyć o ściślejszej analizie socjologicznej i ekologicznej. Możemy więc przyjąć zależność pięter i opisywać kolejno rozmaite kombinacje gatunków, różne zespoły, albo też oprzeć się na rzeczywistym stanie rzeczy, przyjąć ich samoistność, a skład roślinności poddać z osobna w każdym piętrze analizie przyczynowej. Przyjmujemy oczywiście tę ostatnią możliwość. Pozwoli nam to na stwierdzenie wielu niezwykle doniosłych zjawisk i prawidłowości w szacie roślinnej.

Niezależność poszczególnych pięter nie dowodzi oczywiście, że te piętra na siebie nie wpływają; chodzi tylko o to, że ten wpływ niewiele zależy od gatunków drzew. Duży wpływ wywiera przede wszystkim ocienienie. Ogólnie przyjęte i przez L u n d e g a r d h a uznane twierdzenie, że las bukowy jest bardziej cienisty od dębowego, jest tylko częściowo słuszne. Na krawędzi Podola twierdzenie takie byłoby wręcz zaprzeczeniem rzeczywistości. Lasy tak bukowe, jak dębowe, wykazują tu najróżnorodniejsze zwarcie, powodują różne ocienienie, od zupełnie słabego do bardzo mocnego. Znam tu lasy bukowe o niewątpliwie pierwotnym składzie a o zwarciu niemal parkowym, a więc zupełnie widne, ale także bardzo cieniste, jako też lasy dębowe od bardzo widnych do bardzo zwartych i niemal mrocznych, jak wreszcie tak widne, jak i bardzo cieniste lasy (nie bory) sosnowe; tak zwarte, że utrzymuje się w nich tylko bardzo słabe runo z najbardziej cienistych gatunków. Nawet lasy olchowe bywają tu raz widne a gdzie indziej zupełnie cieniste. Zwarcie i ocienienie nie zależy od gatunku drzewa ale od warunków ich życia. Twierdzenie o różnym zwarciu pochodzi stąd, że brano pod uwagę tylko jeden typ lasu bukowego lub dębowego. Nieco różny okres rozwoju ulistnienia poszczególnych drzew nie może mieć na runo znaczącego wpływu i na krawędzi Podola istotnie go nie wykazuje. Najbardziej bowiem „bukowe“ gatunki roślin rosną właśnie przeważnie w lasach dębowych i mieszanych. Szczegółowe

przeliczenie współczynników skojarzenia roślin runa z poszczególnymi drzewami żadnej wyraźnej zależności od nich nie wykazuje. Mamy zaś tu mniej więcej tyle zdjęć w lasach bukowych co i w dębowych.

Stopień ocienienia nie wywiera zresztą, według moich spostrzeżeń, zbyt dużego wpływu na runo, przynajmniej w lasach o pierwotnym składzie i zagęszczeniu. Przypisywane często prześwietleniu obumieranie runa w młodnikach ma inne powody, a mianowicie zubożenie gleby w okresie zrębu. Wyraźne osłabienie runa zauważyłem tu tylko w lasach dębowo-grabowych o naruszonym składzie piętra drzew, gdzie wycięcie dębów spowodowało nadmierne zwarcie grabów i prawie zamroczenie lasu. Nie można również mówić ogólnie o wpływie ocienienia na poszczególne gatunki bylin i ziół. Wyniki analizy zależności każdego gatunku runa od stopnia ocienienia omawiam w części szczegółowej pracy. Zwróciłem jednak uwagę już w czasie prac polowych na rozmieszczenie kilku roślin, znanych powszechnie jako bardzo ceniolubne. Stwierdziłem naocznie, że *Scopolia carniolica*, *Scolopendrium vulgare*, *Allium ursinum*, *Aspidium Braunii* a nawet *Arum maculatum* rosną równie dobrze w miejscach bardzo ocienionych, jak i zupełnie widnych, w półcieniu, a nawet w bardzo widnych miejscach lasów, o zwarciu koron zaledwie 30%, niezależnie od składu piętra drzew, a niekiedy na skraju lasów. Znaczna ilość cieniostych niewątpliwie roślin leśnych, jak *Galanthus nivalis*, *Aconitum moldavicum*, *Cypripedium calceolus*, *Scilla bifolia*, *Gymnadenia conopea* i tak pozornie wrażliwe na naświetlenie cienkolistne paprocie, rosną bez żadnej dla siebie szkody w pełnym naświetleniu, niekiedy na stepowych zboczach. Nie można tu mówić o reliktach poleśnych, gdyż siedliska te są bezdrzewne niewątpliwie od setek lat, podczas gdy byliny żyją stosunkowo niedługo, według moich doświadczeń w ogrodzie rzadko dłużej niż kilka albo kilkanaście lat. Na odwrót, tak pozornie szukające światła rośliny stepowe rozwijają się zupełnie dobrze przy mocnym ocienieniu, nawet w lesie o zwarciu 60—70%. Stopień ocienienia, jakkolwiek ważny, ustępuje więc wobec innych czynników na daleki plan.

Wpływ naświetlenia mogą bardzo dobrze wyrównywać warunki nawodnienia podłoża. Ocienienie jest ważne na podłożu suchym dla roślin hygrofilnych, a na wilgotnym dla kseroofilnych, nie można zaś nawet mówić o ogólnym znaczeniu ocienienia, oczywiście poza skrajnymi przypadkami.

Ciekawie przedstawia się na badanym obszarze wpływ opadzin liści z drzew. Na podstawie dokładnej analizy tablicy zdjęciowej, uzupełnionej spostrzeżeniami w przyrodzie, dochodzimy do wniosku, że skład ściółki i próchnicy nie zależy od składu gatunkowego liści, a przynajmniej nie odczuwa go roślinność runa. Wynik ten jest już tak zastanawiający, że wypowiadam go z pewną obawą. Należy go jeszcze szczegółowo zbadać przy baczym uwzględnieniu czynników glebowych, nawodnienia, ocienienia i miejscowego klimatu. Nie zdołałem wszakże stwierdzić różnicy

w runie w zależności od ściółki z liści bukowych, dębowych, mieszanych i olchowych. W kilku wypadkach stwierdziłem nawet, że ściółka ze szpilek sosnowych przemienia się w zwykłą leśną próchnicę, zupełnie odmienną od próchnicy borowej. Runo zielne miało w tych wypadkach typowy choć mocno zubożały skład leśny. Wynikałoby z tego, że potężniejszy wpływ od składu opadzin, a więc i piętra drzew, wywiera podłoże. We wspomnianych wypadkach miało ono odczyn prawie obojętny (pH 6.5—7).

W poprzednim rozdziale doszliśmy do wniosku, że skład runa zależy od czynników glebowych. Runo ma prawie ten sam skład, jak widzimy na tablicy zdjęć, w lesie bukowym, dębowym, mieszanym liściastym, olchowym a nawet sosnowym. To samo zachodzi, przy swoistym składzie runa, w obrębie wszystkich borów i w niektórych płatach stepowych. Lasy łęgowe zbudowane z czarnej olchy, dębu i wiązu polnego, mają w zbliżonych warunkach glebowych runo podobne. Pod tymi zaś samymi drzewami, lecz w innych warunkach nawodnienia, składu gleby, zakwaszenia jest runo zupełnie inne. Widocznie rozmieszczenie drzew zależy od innych czynników, a od innych skład runa. Na krawędzi Podola wykazują drzewa uderzającą zależność od sposobu nawodnienia podłoża. Być może, że zależność ta jest tu tak prosta na skutek znacznej żyźności i dużego nawapnienia wszystkich gleb na głębokości korzeni drzew. Drzewa, jako głęboko zakorzenione, związane są z głębszymi warstwami gleb, nie wykazują więc zgodności w rozmieszczeniu z płytko zakorzenionymi roślinami runa. Pełna niezależność poszczególnych pięter roślinności jest więc ekologicznie zupełnie uzasadniona.

Pozostaje jeszcze do rozpatrzenia zagadnienie, dlaczego jednak najczęściej powtarzają się odpowiednie układy, runo leśne w lasach liściastych, borowe w szpilkowych, sosnowych i świerkowych, łęgowe w olchowych. Bór dębowy i bukowy jest na tle całości tych lasów zjawiskiem stosunkowo rzadkim, podobnie jak las olchowy lub sosnowy. Odpowiedź na to pytanie jest, na tle znajomości ekologii roślin z jednej, a rozkładu czynników w glebie z drugiej strony, nietrudna. Na glebach, sprzyjających leśnej roślinności runa, układają się z natury rzeczy, na skutek budowy fizycznej gleby i warunków krążenia wody, stosunki nawodnienia odpowiadające właśnie bukom i dębom, zaś na przepuszczalnych, gruboziarnistych, łatwo ulegających ługowaniu — a więc borowych — układ nawodnienia, odpowiadający warunkom dogodnym dla sosny lub świerka. Przy odpowiednich warunkach krążenia wody układa się najczęściej pewien sposób ługowania. Inne układy spotyka się tylko wyjątkowo. Do takich wyjątkowych zjawisk należy gleba gliniasta, a więc oporna na ługowanie, a o suchym podglebiu lub podłożu marglowe z ułatwionym wsiąkaniem wody w głąb — siedlisko odpowiednie dla sosny i runa leśnego. Rzadkim wypadkiem jest piasek w głębi nieco nawapniony i z poziomem wodnym, który to układ sprzyja występo-

waniu dęba, a wierzchem wylugowany, odpowiadający roślinności borowej. Zupełnie wyjątkowo napotykamy u nas glebę w głębi suchą i wapnistą a z wstępującym prądem wody glebowej, który to układ odpowiada lasowi bukowemu ze stepowym runem. Częstsze jest podłoże w głębi suche a na wierzchu mocno wapniste, stąd niezbyt rzadkie są na krawędzi Podola sośniny z roślinami stepowymi w runie. Najczęściej jednak są gleby wapniste w głębi dość wilgotne, stąd roślinność stepowa nierzadko osiedla się w lasach dębowych. Na krawędzi Podola jest układ taki, wobec wyrzeźbienia stoków, zjawiskiem wyjątkowym, a więc roślinność stepowa w lesie dębowym jest tu rzadkością. Na obszarze Europy środkowej i północnej odgrywają ogromną rolę osady polodowcowe, moreny, piaski, glinki nawiane, a zawile w nich stosunki wodne, różnorodne sposoby lugowania i ruchów wody powodują nader urozmaicony układ warunków w glebie i podglebiu. Stąd właśnie tak trudno się dopatrzeć prawidłowości i zależności między runem a piętrzem drzew. Trudności geobotaniki wywołał u nas lodowiec. Gdzie go nie było, tam stosunki te są bez porównania prostsze.

Przytoczone tu twierdzenia odnoszą się nie tylko do zespołów ale i do gatunków roślin. Nie wykazują one żadnego przywiązania do poszczególnych drzew ani do żadnych zespołów. W części szczegółowej przytoczę dowody, że prawie wszystkie rośliny, uważane za towarzyszy buka, sosny lub lasów dębowych, bynajmniej nimi nie są. Ogólny wniosek naszych rozważań jest tego rodzaju, że pod nazwą lasu bukowego, dębowego, sosnowego czy każdego innego, można rozumieć tylko jego piętro drzewne. Podciąganie pod nazwę drzewa jakiegokolwiek zespołu runa jest niedopuszczalne, nawet w ujęciu statystycznym. Tym bardziej niedopuszczalny jest podział zbiorowisk roślinnych według piętra drzew. Przy łącznym bowiem ujęciu runa, podszycia i piętra drzew mnożymy tylko „zespoły” i ich nazwy, a nigdy się nie uporamy z przyczynowym wyjaśnieniem zjawisk.

Zupełnie niezależne rozmieszczenie od piętra drzew i runa wykazują krzewy. Lasy dębowe, bukowe, sosnowe czy inne, mają albo bardzo bujne piętro krzewów albo, w innych miejscach, są prawie bez podszycia lub mają tylko jego ślady. Poszczególne gatunki krzewów zachowują się przy tym różnie. Jedne z nich wykazują duże przywiązanie do lasów bukowych, zresztą tylko na krawędzi Podola, jak *Viburnum lantana* lub *Staphyllea pinnata*, inne rosną w różnych lasach. Bliższe rozpatrzenie zależności od czynników ekologicznych wykazuje, że rozmieszczenie prawie wszystkich krzewów jest zależne od stosunków nawodnienia, jako też od żyzności gleby i jej nawapnienia. Zajmują one więc stanowisko niejako pośrednie pomiędzy bylinami i drzewami. Wobec średnio głęboko zakorzenienia jest takie zachowanie się krzewów zupełnie zrozumiałe.

Piętrowy układ zaznacza się również wyraźnie, choć mniej się rzuca w oczy, w obrębie roślinności zielnej i drobnych krzewinek. Jest to zjawisko zupełnie oczywiste, gdyż poszczególne rośliny zakorzeniają się niejednakowo głęboko, a gleba wykazuje zwykle zróżnicowanie na poziomy glebowe. Rośliny płytko zakorzenione są uzależnione od składu wierzchniej warstwy gleby, a zakorzenione głębiej, w poziomie wymywanym, są oczywiście przywiązane do tego poziomu. Niektóre rośliny o długich korzeniach mogą dosięgać poziomu napływowego. Przy innym układzie poziomów glebowych jest i skład roślinności runa innego rodzaju. Zależność tę łatwo byloby wykazać na tle dokładnej znajomości zakorzenienia poszczególnych roślin w danych warunkach glebowych. Rozpatrywanie sposobu zakorzenienia jako takiego, bez uwzględniania stosunków glebowych, ma dla geobotanika małą wartość, albowiem rośliny wykazują duży stopień przystosowania się w ukorzenieniu do stosunków glebowych. Tymczasowo musimy się zadowolić ich znajomością przybliżoną, oprzeć się na słusznej niewątpliwie zasadzie, że rośliny większe, zwłaszcza o wzniesionej łodydze, szczególnie zaś duże byliny, zakorzeniają się głębiej od drobnych roślinek. Należy oczywiście uwzględniać w każdym wypadku zachowanie się poszczególnych roślin i ich grup, a przede wszystkim zbierać dla naszych celów odpowiednie spostrzeżenia.

Zależność rozmieszczenia roślinności od stosunków siedliskowych jest łatwo stwierdzić przy uwzględnieniu i ujęciu stosunków glebowych na powyżej omówionych zasadach, a więc stopnia żyzności i ruchu wód glebowych. Na glebach ługowanych układają się poziomy w warstwy o różnym stopniu żyzności. Na wierzchu warstwa próchniczna, pod nią poziom głodny, ługowany, a jeszcze głębiej żyźniejszy poziom napływowy. Miąższość poszczególnych warstw zależy od wielu czynników, pokrótce wyżej wspomnianych. Jest rzeczą oczywistą, że roślinność odczuwa nie tylko układ ale i miąższość poszczególnych warstw. Na glebach płytkich dosięgają duże byliny poziomu napływowego, żyznego, nie możliwe jest to zaś na glebach głębokich. Ponieważ wierzchnie warstwy są zawsze obecne i w nich się zakorzeniają mniejsze rośliny, główny zrząd gatunków składa się zwykle z nielicznych, mało wybrednych, drobnych roślin, zakorzenionych w poziomie wymywanym. Obecność dużych bylin i urozmaicony skład gatunkowy ma miejsce prawie zawsze na siedliskach o płytkim poziomie napływowym, albo w glebach żyznych aż po powierzchnię. Przy przekroju gleby bardzo skróconym spotykamy mieszaninę formacji lub zespołów, gdyż poziom żyzny odpowiadać może całkiem innej roślinności niż wierzchnie warstwy. Stąd pochodzi domieszka roślin łąkowych na stepach a stepowych i błotnych w borach. Im bardziej jednostajny jest układ stosunków glebowych, tym bardziej wyrównana jest szata roślinna. Ponieważ wyrównany układ stosunków glebowych ma miejsce najczęściej na obszarach płaskich i równinnych, skład roślinności

jest tam prawie zawsze mało urozmaicony. Rzadsze rośliny napotyka się wyjątkowo, ilość formacji jako też zespołów roślinnych jest nieduża. Wobec wyrównania stosunków glebowych zaznaczają się w nich mocniej wpływy klimatu i roślin na siebie.

W obszarach górzystych, a także na glebach młodych i niewyrównanych, z zaburzeniami w układzie poziomów glebowych, są warunki życiowe dla roślin o wiele bardziej urozmaicone. Wkładowi skalne, żyły wodne, miejscowe namywanie, namulanie, niejednakowe nagrzewanie gleby przez słońce, okresowe podtapianie, nagromadzanie się ściółki, utrudnione lub ułatwione ługowanie albo napływ żyznych składników i inne czynniki, wywołane przez nierówności podłoża, stwarzają dużo „szczególnych siedlisk”. Jedne miejsca są żyzniejsze, inne bardziej jałowe, suchsze lub wilgotniejsze, wapniste i zakwaszone, głębsze i płytsze, z podglebiem skalnym, piaszczystym, suchym lub podmokłym. Różnorodność warunków glebowych jest w tych warunkach bardzo znaczna. Nic więc dziwnego, że główny zręb gatunków zaznacza się w tych warunkach słabiej a gatunki szczególnych siedlisk odgrywają dużą rolę, niekiedy wysuwają się nawet na pierwszy plan. Zróżnicowanie szaty roślinnej jest tu daleko idące. Na tle tych stosunków powstała i wypracowała swe metody szwajcarsko-francuska szkoła geobotaniczna. Jak szkoła skandynawska odpowiada wyrównanym siedliskom skandynawskim, tak ta urozmaiconym stosunkom górskim. Każda z nich ujęła zespoły właściwie dla swych stosunków.

Niezależność składu gatunkowego poszczególnych pięter nie dowodzi jednak, że one na siebie nie wpływają. Na czym ten wpływ jednak polega, wiemy dotychczas bardzo mało, a utartym zwyczajem dedukcji snujemy przypuszczenia i wyprowadzamy ogólnikowe twierdzenia. Jedne z nich mogą być słuszne, inne są niewątpliwie zawodne. Znanych rzeczy z tego zakresu zjawisk nie ma celu tu powtarzać, nowe są jeszcze w stanie dużej niepewności i wyciąganie z nich wniosków byłoby przedwczesne. To tylko można już powiedzieć, że dopiero uporządkowanie zjawisk w świecie roślinnym, przyporządkowanie właściwych czynników do poszczególnych objawów, poznanie szczegółowej ekologii roślin, umożliwi nam badanie tych zagadnień. Będzie to dopiero właściwa socjologia roślin, w ujęciu Paczoskiego, jako nauka wyjaśniająca, oparta na metodzie indukcyjnej, ważna teoretycznie i gospodarczo. Ona dopiero wyświetliła nam na przykład dostatecznie jasno takie dziwne zjawiska, jak wykluczanie się w jednym wypadku dębu i sosny a w drugim ich ścisłą wzajemną zależność. Tą drogą udało mi się wyjaśnić już wiele innych zjawisk, które omówię na właściwym miejscu.

Zagadnienie istoty zespołu roślinnego.

W rozdziałach poprzednich nasuwało się nam ciągle zagadnienie, czym jest właściwie zespół roślinny. Dość już dużo o nim dowiedzieliśmy

się przy omawianiu poszczególnych zagadnień, nie mniej zachodzi potrzeba rozważenia tego zagadnienia jeszcze raz. Pojęcie zespołu jest tak dziś powszechnie używane, że musimy się zastanowić nad jego istotą. Musimy też rozpatrzyć porównawczo, co poszczególne szkoły socjologiczne pod tym mianem rozumieją. Nie jest to oczywiście żadna krytyka tych szkół, lecz zupełnie rzeczowe porównanie. Wobec ścisłości metody Czekanowskiego będzie wartość naszych zespołów w odniesieniu do omawianych szkół dla nas jednak miarodajna. Nie posiadamy jeszcze co prawda ścisłych porównań z innymi szkołami, opartych na przeliczeniu współczynników podobieństwa, wydaje się jednak, że poważniejszych błędów uda nam się przy tym porównaniu uniknąć.

Każdy płat roślinności, o ile nie jest jednogatunkowy, jest właściwie kompleksem tak w kierunku poziomym jak i pionowym. Dopiero na tle takiego ujęcia zrozumiemy istotę zespołu.

Przy omawianiu tablicy współczynników podobieństwa stwierdziliśmy, że zespoły wyróżniają się bardzo słabo, że są one niejednakowego rzędu, zachodzą na siebie, tworzą raz grupy, to znowu ciągi zdjęć. Zachodzi nawet pytanie, czy ich wyróżnianie, opisywanie, nazywanie jest naukowo uzasadnione, a przynajmniej oplacalne. W dalszym ciągu przekonaliśmy się, że jednak podobieństwo pomiędzy zdjęciami jest wyższe, niżby wynikało ze współczynników podobieństwa. Wiemy, że zdjęcia zbliża do siebie główny zrąb gatunków, natomiast współczynnik podobieństwa obniża nierównoległość poszczególnych pięter roślinności oraz domieszka gatunków rzadkich. Należy teraz bliżej rozpatrzyć przyczyny obniżające współczynniki podobieństwa i ocenić znaczenie każdej z nich.

Na współczynnik podobieństwa wpływają do pewnego stopnia błędy przy ocenie pokrycia poszczególnych roślin, wielkość rośliny i sposób jej wzrostu. Ponieważ jednak błąd rzadko przewyższa 10% pokrycia, a więc jedną jednostkę zdjęciową, znaczenie tych pomyłek nie może być duże, w każdym razie nie wpływa na zaliczenie zdjęcia do danego zespołu. W dużym materiale zdjęciowym błędy te znikają, jak w każdej metodzie statystycznej. Wiadomo wreszcie, że ocena pokrywania jest u różnych pracowników na ogół zgodna.

Pewną rolę przy współczynniku podobieństwa odgrywa niewątpliwie przypadkowość w układzie roślinności. Poszczególne gatunki nie zawsze się osiedlą nawet na miejscu im dogodnym, nie zawsze się znajdzie na danym miejscu nasienie i nie zawsze w czasie dla kiełkowania odpowiednim. Może też roślina ulec zagładzie, zostać spasiona, zdeptana, ulegnie chorobom i pasożytom. Na podstawie szczegółowej analizy tablicy zdjęciowej i przy dokładniejszych badaniach polowych dochodzimy coraz bardziej do przekonania, że przypadkowość odgrywa w przyrodzie rolę niedużą. Wspominałem powyżej, a wykażę w części szczegółowej, że rośliny wynajdują odpowiednie dla siebie stanowiska z niewiarygodną

wprost szybkością. Nawet rośliny o ciężkich i niedoleźnych nasionach znajdujemy na odpowiednich siedliskach, niekiedy przy bardzo małych ich rozmiarach, prawie stale. Przy małych odległościach, w pobliżu owocujących okazów, wśród roślin pospolitych odgrywa przypadek rolę znikomą. W miarę swych badań dochodzę coraz mocniej do przekonania, że bodaj każda roślina rośnie na danym miejscu nie na skutek przypadku, lecz ściśle określonych przyczyn. Gdyby mi przyszło oceniać rolę przypadkowości przy rozmieszczeniu roślin, a więc i wyróżnieniu zespołów, to nie przypisałbym jej nie więcej wpływu na współczynnik podobieństwa niż parę procent.

Niewiele wpływają na wysokość współczynników podobieństwa stosunki ilościowe, zwłaszcza zaś wielka ilość jakiegoś gatunku. Wiemy już, że panowanie danego gatunku nie tworzy jeszcze osobnego zespołu roślinnego. Jeśli w pewnej ilości zdjęć zmienia się, nawet bardzo mocno, pokrycie tylko jednego gatunku, to powoduje to różnice we współczynnikach podobieństwa zaledwie o kilka jednostek, a więc zwykle tylko o jakieś 10%,. Nie przesądza to jeszcze przynależności do zespołu, choć powoduje już zakłócenie w układzie zdjęć. Ponieważ panowanie, czy też obfity pojaw jednego gatunku, wynika ze sprzyjających mu warunków, a zachodzących w jednym tylko poziomie gleby, obniżenie współczynnika obrazuje w sposób właściwy stosunek danego zdjęcia do innych. O ile zwiększeniu ilości jednej rośliny towarzyszą zmiany ilościowe przy innych gatunkach, to odbija się to na stosunkach podobieństwa dość mocno. Same stosunki ilościowe przy określonym składzie nie stwarzają jednak na ogół jeszcze zespołu czyli, że na tej podstawie, zwłaszcza na zasadzie panowania jednego gatunku, wyróżnione zespoły nie mają dostatecznej podstawy. Wyróżnianie zespołów na podstawie stosunków ilościowych jest jednak w socjologii roślin dość rozpowszechnione. Ustawiając zdjęcia według stosunków ilościowych u kilku roślin, można nawet w stosunkowo dobrze wyrównanym zbiorowisku roślinnym wyróżnić kilka zespołów. Opieranie się na ścisłej analizie całości szaty roślinnej pozwoli nam na wydatne zmniejszenie ilości i połączenie z sobą wielu opisanych dotychczas zespołów.

Bardzo małe okaże się, przy metodzie statystycznej, znaczenie gatunków o osobliwym geograficznym rozmieszczeniu, endemitów, roślin rzadkich, właściwych dla pewnych obszarów. Wyróżnianie na tej podstawie osobnych geograficznych odmian zespołów roślinnych nie jest najczęściej niczym uzasadnione, bo chodzi tu o całkiem inne zagadnienie, poprostu o obecność pewnej rośliny na ograniczonym obszarze. Może to być zagadnienie epiontologiczne i ekologiczne, ale nie musi, i zwykle nie może, być ważne dla zbiorowisk roślinnych. Uważamy je poprostu za gatunki rzadkie i najczęściej właściwe dla szczególnych siedlisk; zajmujemy się nimi jak każdym innym gatunkiem. Socjologia nie jest systematyką, gdzie każda nowa cecha jest podstawą do wyróżnienia nowej jednostki.

Znaczny wpływ na obniżenie współczynników podobieństwa mają rośliny szczególnych siedlisk, czyli gatunki rzadsze. Ilość ich może być w zdjęciu dość duża, a w całości formacji ilość ich przewyższa znacznie sumę gatunków głównego zrębu. Ponieważ gatunki rzadsze są, jak wiemy, słabo wzajemnie skojarzone, nie sprzyjają one łączeniu się zdjęć w zespoły. Powodują one bowiem zmniejszenie się sumy wspólnych gatunków, a podwyższają sumy jednostek zdjęciowych w poszczególnych zdjęciach. Należałoby te gatunki, jako właściwie dla zespołu obce, pomijać; to samo należałoby zrobić z gatunkami innych formacji. Ponieważ jednak pomiędzy gatunkami rzadkimi a głównym zrębem jest stopniowe przejście, jest to prawie niewykonalne. Zresztą pominięcie gatunków rzadszych uszczupliłoby podstawy analizy ekologicznej. Należy je zatem zawsze uwzględniać, a tylko pamiętać o ich roli przy ujęciach statystycznych. W pewnych wypadkach mogą te gatunki obniżyć współczynnik podobieństwa nawet o 20—30%. Nie wystarcza zatem przy wyodrębnianiu zespołów sama analiza tablicy współczynników, podstawą musi być tablica zdjęć.

Największy wpływ na wysokość współczynników ma jednak łączne ujmowanie wszystkich pięter roślinności w jedną całość. Piętro drzew daje w zbiorowiskach leśnych zwykle co najmniej 5 jednostek zdjęciowych, podszycie zwykle również podobną liczbę, razem średnio 10 jednostek. Ponieważ zbiorowiska leśne są na ogół dość ubogie w gatunki — ilość jednostek zdjęciowych wynosi średnio 50 — wpływają same drzewa w około 20% na współczynniki podobieństwa. Ponieważ krzewy wywierają zbliżony wpływ, zwłaszcza przy większej ich ilości na danym miejscu, wpływają drzewa, krzewy i podszycie na wzrost sum podobieństwa o 30 a nawet 40%. Łączne ujmowanie wszystkich pięter roślinności da więc, o ile piętra te sobie nie towarzyszą, wyniki dalekie od ścisłości. Przy bardzo zbliżonym nawet składzie runa a odmiennym składzie piętra drzew i krzewów, mogą się dane zdjęcia znaleźć w różnych zespołach. Piętro drzew i krzewów może nawet przeważać nad składem runa i połączyć zdjęcia dość między sobą różne w jeden zespół, albo też zbiorowisko o jednolitym składzie runa rozbić na części. Stąd zdjęcia z lasów bukowych, dębowych, grabowych i innych, o bardzo zbliżonym piętrze drzew a różnorodnym runie, ustawiają się obok siebie i tworzą, statystycznie rzecz biorąc, osobne zespoły. Dopiero bardzo duże różnice w runie rozdzielają lasy o tym samym piętrze drzew i rozrzucają je po tablicy. Muszą to być jednak różnice znamionujące formacje roślinne.

Podobne zjawisko zachodzi również przy piętrowym układzie roślinności runa. Obecność dużych bylin, wskazująca z reguły na płytkość żywnego poziomu, zakłóca stosunki podobieństwa, mimo tego samego zrębu głównego. To samo powodują rośliny głodne, płytko zakorzenione przy podobnym składzie roślin większych, głębiej zakorzenionych.

Wobec niewątpliwej niezależności składu gatunkowego poszczególnych pięter roślinności należy opierać obliczenie współczynników podobieństwa na samym tylko runie. Właściwie należałoby to zrobić dla każdego piętra oddzielnie. Łączne ujmowanie wszystkich pięter jako jedna całość, jest możliwe tylko przy tym samym piętrze drzew; wówczas piętro zielne określa las całkiem ściśle. Obliczanie podobieństwa samego piętra drzew jest w naszych warunkach rzadko potrzebne, gdyż drzewa są u nas nieliczne i rosną zwykle masowo. Natomiast w krajach tropikalnych nie będzie się można obejść i tutaj bez metod statystycznych. Piętro drzew i krzewów możemy u nas poddać analizie wprost, bez wyróżniania zespołów. Nie możemy się jednak ograniczyć przy zdjęciach i analizie do samego runa, gdyż wówczas nie mielibyśmy podstaw do badania stosunków zależności od siebie poszczególnych pięter: drzew, bylin i krzewów. Pozostajemy zatem zasadniczo przy dawnych metodach zdjęcia, wnoszeniu ich w całości na tablicę. Przy starannie przeprowadzonej analizie tablicy zdjęciowej wystarczą nam zresztą współczynniki podobieństwa, oparte na całości szaty roślinnej. Tylko dla pewnych celów możemy jeszcze zbadać osobno stosunki podobieństwa na podstawie składu samego runa.

Po rozdzieleniu poszczególnych pięter, a więc kompleksu pionowego, i wyłączeniu roślin rzadszych z kompleksu poziomego, otrzymamy w każdym piętrze roślinności obraz nader przejrzysty, stosunkowo najbardziej złożony w runie. Okazuje się teraz, że zespoły mogą być jednak nader ostro zarysowane i łatwe do określenia. Uderza nas przede wszystkim niewielka ich ilość. W tak urozmaiconych lasach krawędzi Podola da się wyróżnić tylko kilka zespołów leśnych i kilka borowych, podczas gdy innymi metodami można by ich wyróżnić kilkadziesiąt. Po rozdzieleniu zespołów złożonych, ilość ich jeszcze bardziej się zmniejsza. Wobec niewielkiej ich ilości i jasnych zależności od stosunków ekologicznych jest opanowanie naukowe szaty roślinnej Europy Środkowej zadaniem dość łatwym. Socjologia roślin odpowiednio ujęta, oparta na ścisłych podstawach, dała nam więc właściwą metodę do zbadania i wytłumaczenia większych, zbiorowych zjawisk geobotanicznych. Chodzi teraz o pogłębienie i opracowanie zjawisk mniejszych, zachodzących w zespołach lub na ich tle.

Mimo możliwości ścisłego wyróżnienia zespołu, istota jego nie jest jeszcze całkowicie jasna. Poszczególne zdjęcia wykazują mimo wszystko jeszcze zbyt mały współczynnik podobieństwa. Poza tym jest pojęcie zespołu zawsze względne, słuszne tylko na tle zbadanego materiału. Tablica współczynników podobieństwa dowodzi nam, że jedne zespoły są ostro zarysowane i wyraźnie oddzielone od innych, inne zachodzą na siebie, a jeszcze inne tworzą ciągi zdjęć. W pierwszym wypadku mamy do czynienia ze skokową zmianą czynników ekologicznych a w drugim z ciągłą, stopniową. Właściwie zależy to jednak wszystko od doboru zdjęć. W miarę zwiększania się ich ilości, przerwy między zespołami co-

raz bardziej się zacierają. Gdybyśmy mieli zdjęć bardzo dużo i odpowiednio dobranych, to prawdopodobnie tworzyłyby wszystkie jeden jednolity ciąg. Otrzymalibyśmy wszystkie stadia przejściowe w obrębie formacji, przy czym skrajne zdjęcia byłyby od siebie zupełnie różne. Ułożenie w jeden ciąg zachodzi zresztą tylko przy przewadze jednego czynnika ekologicznego a małym zróżnicowaniu innych. Możemy się do tego układu zbliżyć, gdy czynnik ten jest bardzo silny i on przede wszystkim układa gatunki w przyrodzie. Gdy czynników tych jest więcej i jednako-wo wpływowych, można by ułożyć zdjęcia tylko w układzie wielowymiarowym.

Wyróżnienie zespołów na obiektywnej, ścisłej podstawie jest więc ostatecznie niemożliwe, nie istnieją one w rzeczywistości; możliwe jest to natomiast w obrębie konkretnie posiadanego materiału zdjęciowego. Zespoły można by w przybliżeniu porównać do wielokrotnych mieszańców o wielu niezależnych cechach dziedzicznych, zespół zaś konkretny do odmiany czy rasy. W pewnym zakresie materiału da on się wyodrębnić i taką jednostką możemy się z korzyścią posługiwać, pamiętając jednak, że jest on tylko jednostką statystyczną. Ostro odgraniczyć można zespoły tylko przy założeniu odpowiednio dobranych cech. Możemy je wyróżnić bardzo ostro i naszą metodą, dobierając poprostu zdjęcia a usuwając inne, „nietypowe“. Przy stosownym ich doborze możemy otrzymać pięknie zarysowane pola wysokich współczynników. Usuwanie zdjęć nietypowych byłoby jednak czynnością bardzo mało celową, gdyż te właśnie zdjęcia są bardzo potrzebne do ostatecznego celu geobotaniki, a mianowicie analizy przyczynowej. Zyskałaby na tym socjologia opisowa, ale straciłaby geobotanika.

Wobec braku ścisłej metody wyróżniania zespołów, stosowano dotychczas metody w dużej mierze subiektywne. Znane jest powiedzenie R ü b l a, że „badany zespół roślinny trzeba uprzednio znać“. Znaczy to, że trzeba tak dobierać zdjęcia, by wyróżnić zespoły. Również D u R i e t z domaga się „zmysłu socjologicznego“, twierdzi, że miejsce na zdjęcie socjologiczne musi być odpowiednio dobrane. Twierdzenia te odpowiadają istotnie stanowi rzeczy. Zwolennik określonej szkoły socjologicznej przechodzi przy wyborze miejsca na zdjęcie cały proces myślowy, przedstawiony w mniejszej rozprawie, analizę i syntezę znanej mu szaty roślinnej i rozważa stosunek do niej badanego płatu. Wobec ogromu materiału przeprowadza ten proces myślowy w sposób bardzo skrócony, uproszczony i z konieczności płytki. Ponieważ natrafia przy tym na niezmiernie złożony splot czynników, ułatwia sobie zadanie. Dobiera do zbadania takie płaty roślinne, które odpowiadają jego subiektywnym lub sugerowanym poglądom o zespołach, inne płaty roślinności uważa za „nietypowe“. Takie postępowanie jest naukowo niesłuszne. Wprawdzie nic ono nie szkodzi, ale daje mało naukowego pożytku. Geobotanik wi-

nien brać pod uwagę każdy poszczególny płat roślinności i umieć go wytłumaczyć przyczynowo. Dopóki nie mieliśmy do tego celu metod ścisłych, musieliśmy się ograniczać i opierać na uproszczeniach; dzisiaj nie powinno to już mieć miejsca. Wielkie, istotnie głębokie pomysły twórców poszczególnych szkół socjologicznych swe zadania już spełniły i dały, co dać mogły. Na ich tle wynikły poza tym przerosty, które się bardzo ujemnie odbijają na naszej nauce. Na podstawie odpowiednich a dowolnych założeń, można dowieść każdego twierdzenia. W socjologii można tak dobrać płaty roślinne, że zespoły, wyróżnią się ostro, wykażą gatunki wierne lub stałe. Będzie to jednak w najlepszym wypadku cel sam dla siebie. Osobliwą jest, choć zrozumiałą rzeczą, że tak ujmuje swe zadanie dzisiejsza socjologia roślin, że uważa się za odrębną naukę, a za swój cel uważa wyróżnianie zespołów.

Przy zastosowaniu metody Czekańskiego wyłoniły się nam inne jednostki geobotaniczne, wyższe od zespołu, mianowicie formacje roślinne. Na krawędzi Podola zarysowują się one nader ostro, zespoły są tylko pewnymi odchyleniami w obrębie formacji. Czy jednak tak jest zawsze, trudno powiedzieć bez szczegółowych badań. Na naszym obszarze układ roślin w zespoły powodują przede wszystkim stosunki nawodnienia, natomiast w formacje wielkie zjawiska glebowe. Nawodnienie może się zmieniać w sposób ciągły, natomiast zjawiska glebowe zdają się zachodzić raczej skokowo. Tu prawdopodobnie leży powód ostrego wyróżnicowania się formacji.

Jest rzeczą zastanawiającą, choć oczywistą, że formacje wyróżniono wcześniej od zespołów roślinnych. Asocjacje Humboldta były jeszcze pojęciami słabo określonymi, natomiast Grisebach zdawał sobie ze swych formacji „dobrze sprawę”. Szkoła francusko-szwajcarska wyróżniała pierwotnie jednostki odpowiadające formacjom, a przynajmniej do nich zbliżone. *Brometum erecti* na przykład jest jednostką bardzo zbliżoną do formacji stepu, bór sosnowy jest głównym zespołem formacji borów, las bukowy jednym z głównych zespołów formacji leśnej. Przy porównywaniu tych jednostek między sobą, jako też niższych jednostek, to jest zespołów, z zespołami innych formacji, łatwo jest wykazać istnienie gatunków wiernych, albowiem formacja właściwie odgraniczona składa się cała z wiernych sobie gatunków. Im jednostka wyróżniana bardziej się zbliża do formacji, tym lepiej odpowiada pojęciu zespołu szkoły francusko-szwajcarskiej.

W każdej formacji wyróżniono jednak najpierw jakąś jej część, jakiś zespół, najczęściej jej zespół główny albo do niego zbliżony. W miarę rozwoju badań wydzielano coraz to nowe jednostki podstawowe, do zespołu głównego równoległe albo jego odchylenia. Równocześnie z tym zagadnienie wierności gatunków stawało się coraz trudniejsze, albowiem zespoły w obrębie jednej formacji rzadko się wyróżniają wiernymi gatunkami. Zastosowano więc pojęcie gatunków wyróżniających. Ponieważ roś-

liny rzadkie związane są z jakimś czynnikiem dodatkowym albo z pewnym odchyleniem czynników ekologicznych w obrębie formacji, rosną one tylko w pewnych ich miejscach pospoliciej, albo nawet prawie wyłącznie, w pewnych tylko zespołach. Są to więc istotnie gatunki wyróżniające. Gatunki te mogą, jak już wiemy, znamionować zespół ale bynajmniej nie muszą. Zespół ma często gatunki stałe, wierne, wyróżniające, ale ich mieć nie musi. Na udowodnienie zasady, że zespoły mają jednak gatunki wierne, zużyto wiele czasu, trudu i papieru. Wyróżniano tak właśnie zespoły, aby odpowiadały one z góry założonym warunkom. Nieszkodliwe to w zasadzie, ale i mało pożyteczne, zajęcie odbiło się jednak bardzo ujemnie na właściwej geobotanice, na przyczynowym badaniu zależności szaty roślinnej od czynników ekologicznych.

W miarę, jak oddaliliśmy się od pojęcia formacji przez wydzielanie coraz to nowych zespołów, zaczęto odczuwać brak tej wyższej jednostki, albowiem istotny stan rzeczy nakazuje nam ich wyróżnienie. Braun-Blanquet wyróżnił więc związki zespołów, Durietz powraca do formacji Grisebacha. Obaj ci przywódcy swych szkół wyróżniają zresztą tych jednostek wyższych więcej. O stosunku jednostek Braun-Blanquet'a do formacji trudno mówić ogólnie bez ich szczegółowego porównania, przepracowania ich metodami ścisłymi. Pomijam tu też zagadnienie ich mianownictwa. Nie mogę jednak pominąć uwagi, że nie można nazywać jednostek geobotanicznych według gatunku drzew, jako roślin od formacji niezależnych. Bardzo też trudno nazywać je pochodną nazwy jakiejś rośliny. Najlepiej dla nich stworzyć mianownictwo zupełnie nowe. W języku polskim mamy na nasze szczęście na formacje nazwy ludowe; naukowe, międzynarodowe trzeba będzie dopiero ustalić. Istnienie nazw ludowych: step, łąka, las, bór, łęg i bagno potwierdza z jednej strony słuszność wyróżnienia omawianą metodą tych jednostek, z drugiej strony dowodzi ścisłości nauki ludowej, która dawno już wyróżniła formacje roślinne. Wprost zdumiewająca jest przy tym okoliczność, że nasz lud nie wiąże nazwy formacji z żadną nazwą roślin, poza borówką. Nazwy brzeziny, dębiny i innych używa nasz lud zupełnie niezależnie od formacji, boru, lasu i łęgu. Powszechnie używane, a już przez Linneusza stosowane nazwy *Pinetum*, *Ericetum* i inne należy pojmować w ujęciu Linneusza i ograniczyć do określania skupień danej rośliny.

Wobec wyrazistości formacyj należy rozpocząć badania geobotaniczne od ich wyróżnienia. Możliwe jest to, jak już wiemy, dopiero na tle ścisłych badań statystycznych. Po zapoznaniu się wszakże z nimi można formacje przy pracy polowej rozpoznawać jednym rzutem oka, dają się one więc z łatwością nanosić na mapę. Granice pomiędzy formacjami są przeważnie bardzo ostre, bardzo się też wyraźnie zaznacza ich zależność od czynników ekologicznych. Również do celów gospodarczych jest

wyróżnienie formacji pierwszym zadaniem geobotaniki. Dopiero po rozpoznaniu formacji możemy podjąć owocną pracę w zakresie opracowania niższych a bardziej nieuchwytnych jednostek, przystąpić do opisu i badania zespołów. Zadanie to jest już znacznie trudniejsze. Wyróżnianie zespołów w pracy polowej jest nieraz niemożliwe lub niepewne, wymaga bowiem dość długich działań rachunkowych. Można by się posługiwać przy tym metoda pomocniczą, porównywać płyty roślinności do zespołów opracowanych syntetycznie albo do dobranych zdjęć wzorcowych; możliwe jest to tylko przy zespołach już uprzednio wyróżnionych. Wnoszenie zespołów na mapy jest bardzo utrudnione. Przy badaniach szczegółowych trzeba pokryć badany teren zdjęciami a później dopiero dokładnie wyróżnić zespoły. Przy mniej szczegółowych wystarcza zaznaczenie dokładne miejsca zdjęcia i ograniczenie się do zbadania pewnych miejsc, wzorcowych. Wobec dużej zmienności i płynności zespołów jest ich kartowanie możliwe dopiero na bardzo szczegółowej mapie.

Doszliśmy powyżej do wniosku, że obie najczynniejsze dziś w Europie szkoły socjologiczne opierają się — odnośnie do swej roślinności — na dostatecznie słusznych podstawach metodycznych i bynajmniej się nie wykluczają. Należałoby jeszcze rozpatrzyć dokładniej stosunek ich do naszej metody, określić, jaką mają wartość zespoły i inne jednostki przez te szkoły wyróżniane. Czy nasza mozolna metoda jest konieczna, czy oplaca się naukowo, czy nie wystarczają metody dotychczasowe. Wiemy już, że istotną część zespołu tworzy główny zręb gatunków, ten zaś jest złożony z gatunków stałych. Wynika z tego, że najważniejsze są stale rosnące w danym zespole rośliny, że więc właściwą podstawę przy wyróżnianiu zespołów obrała szkoła skandynawska. Zespoły przez tę szkołę wyróżnione odpowiadać by winny zatem rzeczywistości. Słuszności tego poglądu dowodzi Kulczyński drogą przeliczenia współczynników podobieństwa zdjęć R. Nordhagena dla obszaru Sylene w Norwegii, co prawda na razie tylko dla bardzo nielicznych zespołów. Prawdopodobnie a jednak, nawet niemal na pewno, w innych wypadkach nasze zespoły ze skandynawskimi się nie pokrywają. W jednych wypadkach jest ujęcie zespołów u socjologów skandynawskich w stosunku do naszego za szerokie, w innych za wąskie. Przy oparciu się na stałości gatunków można wyróżnić ogromną ilość zespołów. Na naszym kwietnym stepie moglibyśmy ich wyróżnić, zależnie od panujących gatunków, kilka, a nawet kilkanaście. Byłyby to co prawda tylko socjacje w ujęciu Du Rietz'a, a ich wyróżnienie i powiązanie z czynnikami ekologicznymi przyniosłoby napewno dużą korzyść naukową ale tylko naszą metodą analizy. Prawdopodobnie częściej jednak zespoły szkoły skandynawskiej są zbyt duże i musielibyśmy je podzielić. Nasz siny step posiada bardzo stałe gatunki, tak że musielibyśmy uważać to zbiorowisko według szkoły skandynawskiej za jeden zespół. Na podstawie metod

statystycznych udaje się wszakże na sinym stopie wyróżnić zbiorowiska drobniejsze.

W pewnych wypadkach musielibyśmy do jednego zespołu skandynawskiego zaliczyć nawet płaty roślinne różnych formacyj. Doświadczony geobotanik tego uniknie, lecz tylko przy łamaniu zasady. Jeśli gatunki stałe przesądzą sztywne zaliczenie płatu do odpowiedniego zespołu, to wyróżnianie zespołów musi być sztuczne. Istotnie widzimy w tablicach zdjęciowych autorów skandynawskich poza gatunkami stałymi bardzo dużą różnorodność w składzie reszty roślinności. Współczynnik podobieństwa będzie wówczas nader niski. W żadnym wypadku nie możemy się zgodzić na połączenie w jeden zespół na przykład wszystkich płatów roślinności z panującą borówką, a nawet z borówką i sosną, gdyż stanowią one w pewnych wypadkach tylko część zespołu, jego jedną, w tym wypadku wierzchnią, warstwę. Inne warstwy roślinności mogą być zupełnie różne, albo ich może nie być. Pojęcie stałych gatunków jest też u nas innego rzędu niż u autorów skandynawskich. U nas wynika z zestawienia zdjęć dokładnie porównanych i na innych podstawach wyróżnionych zespołów, w szkole skandynawskiej jest ono założeniem, podstawą wyróżnienia zespołów.

W szkole skandynawskiej nie mamy sposobu ułożenia zespołów w grupy i szeregi ekologiczne, nie umiemy też w ten sposób ułożyć zdjęć w obrębie zespołu. Nie można więc przy nich zastosować analizy przyczynowej. Stąd niewątpliwie pochodzi twierdzenie Du Rietz'a, że zespoły niezupełnie zależą od czynników ekologicznych. Lipmaa zauważył słusznie, że zespół ma mniejszą rozpiętość ekologiczną niż pojedyncze budujące go gatunki, stąd rosną one z reguły w kilku zespołach. Twierdzenie to jest jednak słuszne tylko przy sztywnym i dedukcyjnym pojmowaniu zespołów. We właściwym ich ujęciu ekologia zespołu pokrywa się z jego składem florystycznym.

To samo co o zespołach szkoły skandynawskiej, można by powiedzieć o szkole szwajcarsko-francuskiej. W pewnych wypadkach jednostki wyróżniane prawie się pokrywają, w innych ująć je musimy odmiennie. Nawet przy podobnym wyróżnieniu jednostek geobotanicznych tylko nasza metoda pozwala na podjęcie badań dalszych, przyczynowych, ekologicznych i socjalnych. Ostatecznym naszym wnioskiem musi być przekonanie, że jednostki geobotaniczne dadzą się wyróżnić jedynie i wyłącznie na podstawie statystycznej i ścisłym porównaniu, i że tylko tak wyróżnione, a zwłaszcza uporządkowane, nadają się do dokładnej analizy i mogą być podstawą do dalszych badań geobotanicznych. Ponadto metoda Czekańskiego jest nader prosta, łatwa i bezwzględnie obiektywna. Może pracować nią każdy, kto zna rośliny i podstawowe działania rachunkowe.

Szczegółowa analiza ekologiczna gatunków.

Za zasadniczą jednostkę przyjęliśmy w geobotanice gatunek, a za główną przyczynę określonego rozmieszczenia każdego gatunku uważamy czynniki ekologiczne. Znajomość ekologii każdego gatunku musi mieć podstawowe znaczenie w każdej gałęzi geobotaniki. Pierwszą podstawą do poznania ekologii gatunku daje nam podział roślinności na formacje. Ekologia formacji musi się bowiem w zasadniczych podstawach pokrywać z ekologią ją budujących gatunków. Wiemy jednak, że żaden gatunek nie rośnie we wszystkich płatach danej formacji, a niekiedy przekracza jej ramy. Widocznie gatunki wybierają sobie odpowiednie siedliska w obrębie formacji, wykorzystują jej zróżnicowanie, przywiązane są mniej lub więcej do pewnych jej zespołów. Dalsze dane o ekologii gatunków winnoby dać zatem badanie ekologii zespołów. Badając warunki występowania zespołu gromadzimy z samej istoty rzeczy dalsze dane do ekologii gatunków dany zespół tworzących. Ponieważ jednak wyróżnienie dokładne zespołu jest trudne i nie zawsze możliwe, droga ta daje nam stosunkowo niewiele. Wiemy też, że zespół nie jest zupełnie jednolity, ekologia jego nie może więc nam dać dostatecznie ścisłych danych. Musimy więc szukać innych dróg, które by możliwie łatwym sposobem doprowadziły do poznania ekologii gatunku.

Do poznania szczegółowej ekologii roślin dążyć musimy wszelkimi dostępnymi nam metodami a więc drogą bezpośrednich spostrzeżeń w czasie prac polowych, gromadzenia danych z piśmiennictwa, doświadczeń w czasie uprawy roślin, analizy morfologii rośliny, i to tak części jej nadziemnej jak podziemnej, fizjologicznych jej właściwości, pomiarów pobierania i parowania wody, składu chemicznego rośliny, wreszcie ścisłych doświadczeń. Musimy przy tym obrać drogi jak najprostsze, najłatwiejsze, a jednak pewne. Mało celową metodą byłoby mozolne doświadczenie, jeżeli odpowiedź da nam zwykłe spostrzeżenie. Doświadczenie ograniczyć należy do zagadnień inną drogą niemożliwych do rozwiązania i do sprawdzenia wątpliwości. Pamiętać musimy, że mamy przed sobą pracę olbrzymią i wszelkie marnowanie czasu i sił jest nie na miejscu. Wreszcie, że zagadnienia najwłaściwiej jest rozwiązywać w kolei ich ważności.

Zagadnienie szczegółowej ekologii roślin nie jest w nauce ani w życiu gospodarczym nowe. Zajmuje się nim człowiek od czasów niepamiętnych, odkąd zaczął trudnić się pasterstwem i gospodarstwem rolnym. Mamy z nim do czynienia na każdym kroku w botanice. Widocznie jednak nie jest to zagadnienie łatwe, gdyż wiemy z tego zakresu bardzo niewiele, nawet u najważniejszych i najpospolitszych roślin. Wspominałem powyżej, że flory nie podają tym względem prawie żadnych danych, lub podają wiadomości bez większej wartości lub zupełnie niejasne,

niemal strzępy wiadomości. Pisze się na przykład, że roślina dana rośnie w zaroślach, podczas gdy taka formacja zdaje się nie istnieć w całej niżowej Europie środkowej. Nie zwrócono uwagi na najważniejsze nawet zależności, zwłaszcza od stosunków nawapnienia, od typów gleb, a nawet co do stosunków nawodnienia dane są bardzo ogólnikowe. Całe zatem zagadnienie opracować trzeba od początku.

Dokładniejszych metod badania ekologii roślin posiadamy właściwie niewiele i to przeważnie pośrednie. Jedną z najpospoliciej stosowanych metod jest wnioskowanie o ekologii rośliny z jej wyglądu. Rośliny o liściach małych, zwiniętych, owłosionych, pokrytych woskiem lub zanikłych uważamy w krótkiej drodze za suchorośla, o liściach dużych, cienkich, nagich za higrofity. W tym wnioskowaniu zachodzi dwojakiego rodzaju dowolność założenia. Jedną z nich jest dopatrywanie się związku przyczynowego między morfologią a fizjologią bez jego uprzedniego zbadania, druga to wysuwanie na pierwszy plan gospodarki wodnej. Pomijano przy tym okoliczność, że obok siebie, w bezpośrednim sąsiedztwie, rosną często rośliny o różnorodnym wyglądzie, o różnych typach budowy liścia, różnej jego wielkości, owłosieniu i innych własnościach. Dziś wiemy już, że pogląd o zależności wyglądu rośliny w stosunku do warunków życia jest tylko częściowo słuszny i że z kształtu rośliny niewiele jeszcze i nie zawsze możemy powiedzieć coś o jej ekologii.

Często ocenia się rośliny według własności ich siedliska. Rośliny miejsc suchych uważa się za kserofity, wilgotnych za higrofity. Podział taki jest też nie zawsze właściwy. Jedne rośliny potrafią pobrać dużo wody nawet z podłoża suchego, inne niewiele nawet na miejscach wilgotnych. Rośliny zakorzeniają się niejednakowo głęboko, a poziomy glebo-we mogą mieć różne nawodnienie. Roślina nie zachowuje się biernie i ma różne sposoby i różną zdolność ssania wody z gleby. Na tym samym miejscu pobiera jedna roślina wodę w małej ilości, inna obchodzi się z nią wcale nieoszczędnie. Przyjmowano powszechnie, że rośliny stepowe są kserofitami, a leśne higrofitami; dziś wiemy, że nie zawsze jest to słuszne. Wreszcie ocena wilgotności podłoża jest rzeczą bardzo złożoną i trudną. Podłoże fizycznie suche może dostarczać dostatecznej ilości wody a wilgotne, nawet podmokłe, może być dla roślin fizjologicznie suche. Przy omawianiu czynników glebowych przekonaaliśmy się, że pomiar statyczny nawodnienia jest przy badaniach ekologicznych zupełnie niewystarczający.

Najbardziej nadużywaną metodą oceny ekologii roślin jest opieranie się na ich zasięgach. Rośliny z ośrodkiem rozmieszczenia na wschodzie Europy uważa się powszechnie za kserofity, na zachodzie za higrofity. W rzeczywistości rzecz ma się raczej odwrotnie. Jeżeli za miarę higrofityzmu uważamy ilość pobranej i wyparowanej wody, to prawdopodobnie rośliny zachodnie są higrofitami. Muszą one chłonać dużo wody, by na

jałowej i wylugowanej glebie pobrać nieco soli odżywczych. Jeżeli jednak za kserofity uważamy rośliny odporne na suszę, to stosunek ten może być wręcz odwrotny. Najbardziej ucierpią podczas suszy rośliny pobierające dużo wody, a więc rosnące na jałowej glebie, podczas gdy na glebie suchej a żyznej zmniejszenie się ilości wody może spowodować stężenie roztworu wodnego w glebie i być dla rośliny nawet korzystne. O takim układzie stosunków przekonuje nas codzienne spostrzeżenie. Przecież bez porównania bardziej kserofilny wygląd ma roślinność torfowisk wysokich od niektórych stepów. Całe zagadnienie zależności roślin od wody jest więc niesłychanie zawile i łączy się z całym szeregiem innych korelacji.

Przytoczony tu zarys rozumowania, oparty na badaniach polowych i doświadczalnych oraz inne rozważania, tu pominięte, dowodzą, że badania ekologii roślin obciążone są dużymi błędami już w samym postawieniu zagadnienia. Musimy więc cały nasz sposób patrzenia na roślinę przestać, szukać dróg, które by pomogły nam ocenić wymagania ekologiczne roślin i czynniki ekologiczne z roślinnego niejako punktu widzenia. Zasada tego badania jest nader prosta. Należy stwierdzić na jakie czynniki ekologiczne jest dana roślina czuła, jakie ma wymagania odnośnie do poszczególnych czynników, w jakich warunkach rośnie a jakich unika, a więc poprostu wykazać zależność pomiędzy określonym układem czynników a rozmieszczeniem rośliny. Z poprzednich rozdziałów wynika, że zależności te są bardzo zawile i dla każdego gatunku inne. Klucz do ich znalezienia da nam jednak badanie rozmieszczenia roślin na tle tablicy zdjęć ostatecznie uporządkowanej. Podstawowe wiadomości o ekologii gatunku określa, jak już wiemy, przynależność jego do formacji a zwłaszcza do głównego zrębu jej gatunków. Ponieważ bór jest formacją gleb bielicowych, więc gatunki jego głównego zrębu są niewątpliwie głodne i kwaśne. Gatunki stepowe są wapieniowe, bo step osiedla się wyłącznie na podłożu wapnistym, rośliny łąkowe muszą należeć do higrofitów. Zasada ta zawodzi jednak przy dokładniejszym badaniu. Gatunki rzadkie nie wykazują większego skojarzenia a zależność ich od układu czynników ekologicznych nie jest prosta i musimy jej szukać w każdym wypadku z osobna; jest to wszakże dość łatwe na uporządkowanej tablicy zdjęciowej, na tle formacji i uszeregowanych zespołów. Wystarczy zbadać stosunek rośliny w odniesieniu do czynników dodatkowych lub odchylenia od zwykłego układu warunków w danym zespole i to w możliwie licznych wypadkach. O ile zachodzi równoległość między tymi czynnikami a roślinnością, mamy przygotowaną drogę do dalszego badania.

Do analizy szczegółowej potrzebna nam jest tablica zdjęciowa, tablica współczynników skojarzenia gatunków i możliwie dużo wiadomości o budowie, sposobie życia, zakorzenieniu każdej rośliny, okresowości jej zjawisk życiowych w stosunku do pory roku, o mikorhizie i innych właściwościach fizjologicznych a więc możliwie wszystkie dane o niej. Wobec bra-

ku tychże wiadomości w piśmiennictwie musimy je sobie najczęściej opracować sami na podstawie własnych spostrzeżeń. Również ważną rzeczą jest możliwie wyczerpujący opis siedliska poszczególnych zdjęć. Musi on być jak najbardziej dokładny. Z omówienia czynników glebowych wiemy, że ważny jest właściwie każdy szczegół, największą wszakże uwagę zwrócić należy na czynniki wpływające na żyzność gleby, a więc obok budowy fizycznej i chemicznej w miarę możliwości na przekrój glebowy, przede wszystkim zaś na ruch wody i kierunek jego w glebie oraz skutki z tym ruchem związane jak też na czynniki zakłócające ogólny kierunek działalności tych wód. Im dokładniej zbadamy wszystkie czynniki wpływające na siedlisko, tym owocniejsza będzie nasza analiza przyczynowa i dane co do ekologii szczegółowej. Na tle takiego opisu przekonamy się, że obok siebie stojące na tablicy naszej zdjęcia są bardzo zbliżone pod względem warunków ekologicznych, mimo zewnętrznych różnic w siedliskach. Tą drogą uczymy się bardzo ważnej czynności, a mianowicie wyróżniania czynników dla roślin ważnych a pomijanie nieistotnych. Czynnici te są tego samego rodzaju co przy analizie ogólnej, lecz bardziej szczegółowe

Po zestawieniu opisów zdjęć przechodzimy do analizy składu szaty roślinnej. Na uporządkowanej tablicy zdjęć rozdzielają się gatunki na główny zręb, na rośliny szczególnych siedlisk i gatunki dla zespołu i formacji obce. Analizę rozpocząć jest najlepiej od gatunków obcych. Próbuje wytlumaczyć przyczynowo ich obecność. Prawdopodobnie sprzyja im tu wpływ czynnika istotnego dla właściwej ich formacji. Domieszka roślin stepowych wynika niewątpliwie z obecności wapna, błotnych z nawodnienia, borowych z wylugowania, łąkowych z rozrzedzenia piętra drzew w lesie a z lugowania gleby na stepie, hydrofilnych od wpływu żył wodnych i t. d. Jeśli w kilku zdjęciach danej formacji czy zespołu powtarzają się te same gatunki, a równolegle pojawia się ten sam dodatkowy czynnik ekologiczny, mamy prawo przyjąć, że obecność tych roślin i odpowiednich czynników ekologicznych jest z sobą przyczynowo związana. Obecność w borze, przy płytkim podłożu wapiennym, roślin wapniowych stoi z sobą w niewątpliwym związku, podobnie jak obecność roślin borowych na miejscach mocniej lugowanych w lesie. Spostrzeżenie to daje nam już pewne dane o ekologii tych roślin, a równocześnie naświetla ekologię innych obecnych w zdjęciach gatunków w stosunku do zachodzącego czynnika ekologicznego. Następnie rozpatrujemy rośliny szczególnych siedlisk. Często udaje nam się stwierdzić wprost równoległość między rozmieszczeniem tych roślin i określonych siedlisk. Domieszce roślin borowych w lesie towarzyszą często pewne rzadsze rośliny leśne. Jeśli zakorzeniają się one płytko, to mamy prawo uważać je za ekologicznie zbliżone do borowych, a więc za głodne i kwaśne. Przy domieszce w borze, obok roślin stepowych, również rzadszych gatunków borowych, ma-

my prawo te ostatnie uważać za nieco wapienne i stosunkowo wybredne, — w skali borowej — na warunki żyzności gleby. Domieszka roślin łąkowych jest bardzo często stowarzyszona z helio- i kserofilnymi roślinami danej formacji czy zespołu. Każde takie stwierdzenie zależności między jakimś czynnikiem a roślinnością jest krokiem do poznania ekologii poszczególnych gatunków i całego płatu roślinnego.

Po rozpatrzeniu domieszek i ich przyczyn, przystępujemy w każdym zdjęciu do analizy jego głównego zrębu. Zdjęcie bez obcych domieszek mamy prawo uważać za typowe, a skład głównego zrębu w nich również za typowy. Na tle kilku takich zdjęć możemy sobie wyrobić przeciętny obraz określonego zespołu. Możemy też wziąć za wzór zdjęcie do takiego idealnego najbardziej zbliżone. Do takiego zdjęcia porównujemy teraz zdjęcia mniej typowe. Ponieważ w tych mniej typowych zdjęciach są właśnie obce domieszki, możemy szukać związku między odchyleniami w głównym zrębie a domieszkami obcymi. Jest to sposób bardzo owocny, stąd po każdej analizie zwiększa się nasz zasób wiadomości z zakresu ekologii gatunków. Gdy przechodzimy do formacji następnej, posiadamy już znajomość ekologii pewnej ilości gatunków. Dotychczasowe domieszki należą teraz częściowo do głównego zrębu gatunków. Rozpatrujemy znów w podobny sposób zdjęcie po zdjęciu, uzupełniając i poprawiając poprzednio uzyskane dane o ekologii gatunków i zespołów. O ile jakiś pogląd okaże się niesłuszny, musimy odpowiednie zagadnienie przepracować na nowo, tak by zgodność między układem czynników a rozmieszczeniem gatunku była zupełna. Niekiedy nam się to nie udaje, a wówczas ekologia rośliny pozostaje niejasna. Wówczas konieczne są badania dodatkowe, może nawet innymi metodami,

Po przeanalizowaniu w ten sposób paruset zdjęć zbieramy ogromny materiał spostrzeżeniowy. Możemy teraz określić w jakich warunkach ekologicznych dany gatunek występuje najczęściej, a więc najlepiej się czuje, w jakich usiłuje się osiedlić, a w jakich brak go zupełnie, jakie czynniki układają się do takiego rozmieszczenia rośliny równolegle. Stwierdzamy na przykład, że jedne rośliny unikają wapna, inne ławicy skalnej w podłożu, inne wody stojącej, inne wody wapnistej, inne zakwaszonej. Jedne gatunki muszą mieć nawodnienie wodą słabo wapienną a ruchomą, inne ruchomą ale mocno wapienną lub stojącą wapienną, jedne muszą mieć poziom wody w glebie, a inne go unikają, jedne zależą od domieszki skalnej, inne od rodzaju próchnicy, od domieszki gliny, piasku, związków azotowych i innych. Stwierdzamy zależności zupełnie nieprzewidywane, od czynników, na które nie zwracaliśmy dotąd zupełnie uwagi, które nawet by nam nie przyszły na myśl przy innych metodach pracy. Nierzadko dochodzimy do wniosku, że nasz dotychczasowy pogląd na ekologię rośliny był błędny lub nieściśły. Od spostrzeżeń bez-

pośrednich w czasie pracy polowej różni się ta praca, poza stroną techniczną, lepszymi warunkami psychicznymi, brakiem gorączkowości i pośpiechu, przede wszystkim zaś możliwością uwzględnienia dużej ilości czynników z osobna a jednak równocześnie, rozpatrywania każdego układu czynników, ich obecności i braku. W polu zaś braków zwykle nie spostrzegamy. W każdej chwili możemy swoje spostrzeżenia rozszerzyć, pogłębić i uzupełnić. Wszystkie dane otrzymujemy wprawdzie tylko w skali porównawczej, względnej. Tą drogą jednak stwierdzamy strony wrażliwe i obojętne u poszczególnych roślin. Nie będziemy już badać wrażliwości na naświetlenie lub na nawodnienie, gdy wiemy, że roślina jest czuła na domieszkę skalną w glebie. Zwróciliśmy szczególną uwagę na czynniki istotne. Przy każdej roślinie zwięźa się bardzo zakres szczegółowych badań. Możemy teraz ten zakres zjawisk poddać badaniom dalszym dowolnymi metodami, w przyrodzie, w pracowni, w uprawie ogrodowej, rozważyć jej rozmieszczenie na tle mapy z nakreślonym na niej odnośnym czynnikiem ekologicznym. Dopiero teraz możemy rozmieszczenie i zasięg roślin badać przyczynowo, poprawiać, sprawdzać lub zarzucać pewne poglądy już nie tylko ekologiczne ale ogólnie geobotaniczne. Wnioski wysnute na tle takiej analizy są oczywiście dopiero hipotezą roboczą. Stwierdzona zależność może być przypadkowa, mogliśmy powiązać obecność rośliny z czynnikiem niewłaściwym, może tylko równoległym z nim lub towarzyszącym. Mamy wszakże od razu możliwość, poza innymi metodami, sprawdzenia tych poglądów. Polega ono na rozpatrzeniu rozmieszczenia poszczególnych gatunków na tle zdjęć.

Przy analizie szczegółowej poszczególnych zdjęć rozpatrywaliśmy skład szaty roślinnej na tle warunków ekologicznych. Możemy jednak rozpatrywać stosunek zdjęć do każdego gatunku. Różnica postępowania zdaje się być nieduża, a jednak jest dość istotna. Przy rozpatrywaniu rozmieszczenia roślin na tablicy zdjęć łatwo jest stwierdzić, że poszczególne gatunki zachowują się różnie, z zasady wykazują jednak skupienie w obrębie jednej formacji. O ile gatunek wychodzi poza swoją formację, to rozpatrujemy szczegółowo, w których zdjęciach i w jakich warunkach ma to miejsce. Czy stanowi stadium sukcesyjne, czy jest następstwem zniekształcenia płatu roślinnego, czy jest rośliną szczególnych siedlisk, czy rośnie tam samotnie, czy w towarzystwie innych roślin tej samej formacji. W każdym wypadku staramy się wyszukać przyczyny ekologiczne. Jeśli roślina ma na tablicy zdjęć, a więc i w przyrodzie, rozmieszczenie rozprószone, jest prawdopodobnie gatunkiem „szczególnych siedlisk“, jeśli układa się na tablicy zwartym szeregiem, jest głównym gatunkiem formacji lub zespołu. Wyszukujemy znów, w każdym poszczególnym wypadku, przyczyny tego zjawiska, równoległości z czynnikami ekologicznymi, z każdym po kolei, dopóki nie wykryjemy czynnika to-

warzyszącego stale danej roślinie. Badamy też, czy w odpowiednim układzie czynników zawsze się dana roślina osiedla.

Najlepiej rozpocząć rozpatrywanie ekologii gatunku od zdjęć z obfitym występowaniem danej rośliny, gdyż ma tam niewątpliwie najlepsze warunki życia, następnie rozpatrujemy zdjęcia tego gatunku pozbawione. Bierzymy też szczególnie pod uwagę luki w zwartym szeregu jego występowania, zdjęcia lub zespoły danego gatunku nie zawierające; oczywiście tylko te wypadki, gdzie brak danego gatunku jest zastanawiający, a nie sam przez się zrozumiały. Nie badamy na przykład przyczyn braku roślin leśnych lub błotnych na stepie, zastanowi nas natomiast brak pospolitych paproci w lesie lub borówki w borze. Każdy taki brak staramy się znów przyczynowo rozważyć. Jest to praca mozolna a jednak bardzo zajmująca, coraz to bowiem stwierdzamy wypadki rzucające nader ważne światło na ekologię poszczególnych roślin. Zauważymy na przykład, że pospolite paprocie leśne nie są bynajmniej higrofitami, rosną bowiem często na miejscach suchych, nie zawsze zaś są obecne na miejscach wilgotnych i że mało są one również wrażliwe na naświetlenie. Uderza nas natomiast stale omijanie przez te rośliny podłoża wapiennego. Na miejscach wilgotnych rosną one dlatego często, że te są z natury rzeczy najczęściej wylugowane z wapna. Stwierdzamy, że *Mercurialis perennis* jest wybredny na żyzność gleby a mało jest czuły na inne czynniki, że *Aspidium Braunii* występuje tylko na wycieku słabo wapiennej wody. Przy każdej prawie roślinie robimy jakieś mniejsze lub większe odkrycie ekologiczne. Gromadzimy sobie materiał do szczegółowej ekologii roślin coraz obfitszy i dokładniejszy.

Jest rzeczą oczywistą, że tego rodzaju analiza ekologiczna jest możliwa tylko na tle uporządkowanego materiału zdjęciowego; w każdym innym układzie zdjęć praca taka byłaby mrzonką. Byłoby to zadanie podobne do pracy systematyka w zbiorze bezładnie złożonym, lub gdzie rośliny byłyby ułożone według barwy kwiatów albo według wielkości czy innej dowolnej cechy, a gdzie nie mielibyśmy podstawy lub możliwości uporządkowania roślin na właściwych zasadach systematycznych.

Przy przeprowadzaniu szczegółowej analizy możemy zauważyć jeszcze jeden dość niespodziewany szczegół, natury zresztą bardziej metodycznej niż istotnej. Przy rozpatrywaniu zdjęć typowych możemy wysnuć tylko niewiele wniosków o ekologii gatunków i zbiorowisk roślinnych. Typowy, niejako prawidłowy, skład płatu roślinnego zdaje się być sam przez się zrozumiały, mało daje materiału do analizy przyczynowej. Natomiast zdjęcia nietypowe, o niezwykłym układzie pięter roślinnych, z domieszką roślin rzadkich i obcych dla formacji, musimy w każdym kierunku i wypadku wyjaśnić, a przynajmniej starać się tego dokonać. Ponieważ mamy tu do czynienia z osobliwym układem czynników ekologicznych, musimy rozważyć dużo możliwości. Widzimy z tego, że zdjęcia nietypowe

mogą być cenniejsze od typowych, co prawda dopiero na tle tych ostatnich, gdyż one dopiero pozwalają określić nietypowość innych. Zdjęcia te nie dają się zwykle zestawić w zespoły, gdyż osobliwe układy czynników ekologicznych nie często się powtarzają. Uwzględnianie więc tylko „typowych“ zdjęć byłoby bardzo szkodliwym ograniczeniem zakresu badań geobotanicznych.

* * *

Na tle naszej dość mozolnej i długiej, ale nader zajmującej pracy analitycznej możemy sobie wreszcie zdać sprawę, czym jest formacja, zespół, jaką rolę odgrywa poszczególne gatunki w danym zbiorowisku, jaką jego skupienie, o czym on świadczy na danym miejscu. Dochodzimy do wniosku że socjologia roślin jest, we właściwym ujęciu, bardzo cenną metodą geobotanicznego badania. Czy jest ona nauką samoistną, czy istnieją zespoły, i inne zagadnienia szczegółowe to jest dla nas teraz mało ważne. Badanie zbiorowisk roślinnych umożliwia w geobotanice duży krok naprzód. Możliwe to jest jednakowoż tylko przy pomocy metod ścisłych, prostych a przy ograniczeniu postępowania intuicyjnego. Gatunki roślin przestają być przy ścisłej analizie tajemniczymi składnikami całości szaty roślinnej, stałymi czy wiernymi, tracą swe nieco transcendentalne znaczenie ale zyskują dużo jako wskaźniki czynników ekologicznych, dające się w każdym wypadku wytłumaczyć. Żaden gatunek nie jest nam obojętny; tak jego obecność i ilość, jak i brak daje nam podstawę do naukowego badania.

Analiza geograficzna szaty roślinnej.

Na podstawie analizy socjologicznej i ekologicznej możemy zbadać przyczyny występowania czy też braku rośliny na danym miejscu. Po zdobyciu wiadomości z zakresu ekologii rośliny możemy przystąpić do zbadania przyczyn jej geograficznego rozmieszczenia. Zadanie nasze jest już teraz bardzo proste. Wystarczy nam zbadać rozmieszczenie siedlisk dla rośliny odpowiednich oraz rozmieszczenie rośliny. Jeśli rozmieszczenie odpowiednich siedlisk i odpowiadających im roślin się pokrywa, to możemy uważać zadanie nasze za spełnione. Jest to dziś zadanie bardzo jeszcze dalekie, gdyż nie znamy dostatecznie rozmieszczenia roślin, a o rozmieszczeniu poszczególnych siedlisk mamy zaledwie wstępne pojęcie.

Analiza geograficzna jest bez znajomości ekologii roślin zwykłą łamigłówką. Tymczasem dotychczas ekologię w geografii genetycznej pomijano a raczej, ponieważ całkowicie pominąć jej nie można, wnioskowano o niej z zasięgu gatunku, biorąc głównie pod uwagę czynniki klimatyczne. W dalszym ciągu tego rozumowania z obecności roślin w pewnym miejscu lub w stanie kopalnym wysnuwano wnioski o klimacie da-

nego okresu. Wręcz osobliwa była przy tym lekkomyślność, z jaką ujmowano współczesną zależność rośliny od klimatu. Gdy zachodziła przy tym niezgodność już zbyt rażąca, przyjmowano wpływ czynników historycznych i to w wysokim stopniu dowolnie lub opierając się na bardzo, a nawet zupełnie, wątpliwych podstawach. Stworzono zawiłą konstrukcję pojęć, wniosków i twierdzeń o przemianach klimatu na podstawie kopalnych szczątków roślinnych, wędrowki roślin tłumaczono zmianami klimatycznymi, a z rozmieszczenia roślin wnioskowano znów o zmianach klimatu w przeszłości. Tymczasem wszystkie te twierdzenia wiszą w próżni i ani udowodnić ich ani im zaprzeczyć nie można. W istocie rzeczy rozmieszczenie roślin a przede wszystkim najważniejszych przy badaniach geograficznych drzew, nie da się w szczegółach powiązać z czynnikami klimatycznymi. Buk rośnie dziś od zachodniej Norwegii po Bessarabię i Sycylię a brak go na ogromnej większości siedlisk nawet w środku jego zasięgu i nie da się on tu uprawiać. To samo można powiedzieć o każdej prawie roślinie, o świerku, jodle, sośnie, krzewach i roślinach zielnych. Nie można u nas rozmieszczenia roślin wiązać tylko z klimatem, ani dziś ani w przeszłości. Tymbardziej nie można określać wymagań klimatycznych roślin w sposób dotychczasowy.

Zachodzi zatem konieczność oparcia analizy geograficznej na znajomości ekologii. Przy zmianach zasięgu roślin, ich wędrowkach, stanowiskach reliktowych musimy rozważyć możliwości ekologiczne. Roślina wapieniowa nie może w żadnych warunkach klimatycznych wędrować po podłożu kwaśnym, borowa po podłożu wapiennym, błotna po suchym piasku a skalna po glinie. Przy rozważaniach tych musimy brać pod uwagę czy odpowiedni dla danej rośliny rodzaj podłoża istniał i czy w ogóle w danym czasie mógł istnieć. Gleby powstają w drodze długotrwałej ewolucji, ta zaś w wielu wypadkach nie znosi przerw i zaburzeń. Nasuwa się nam więc konieczność całkowitej niemal przebudowy w tym dziale naszej nauki i oparcie rozumowania naukowego na nowych podstawach. Wszelkie wnioski opracowane w epiontologii bez oparcia o ekologiczną podstawę musimy poprostu z nauki wykluczyć jako zbyt niepewne.

Badania socjologiczne dowodzą nam, że rośliny wykazują zasadniczo przywiązanie do właściwych sobie formacji. Z natury rzeczy najlepiej więc będzie opracować rozmieszczenie rośliny na tle rozmieszczenia formacji. Zwęża nam to zakres pracy, przede wszystkim zaś ułatwi syntezę zasięgów. Jest bowiem rzeczą oczywistą, że większość roślin danej formacji ma podobny zasięg i rozmieszczenie. Uniknie się więc na przykład przy omawianiu gatunków stepowych, które określa się zwykle nie na podstawie ich ekologii ale na zasięgach, włączania do nich roślin typowo leśnych, co jest rzeczą nierzadką. Z drugiej strony z rozmieszczenia pewnych roślin możemy wnioskować o rozmieszczeniu formacji i to tak teraz jak i w przeszłości. Nasuwa się więc, jako pierwsze duże zadanie,

opracowanie poszczególnych formacji, ich rozmieszczenia, ekologii, składu gatunkowego, podziału na zespoły, ich zmienności w obrębie zasięgu. Jest to niewątpliwie praca ogromna i najeżona trudnościami, zwłaszcza w zakresie analizy ekologicznej. Ponieważ jednak mamy do tego celu odpowiednią i dostatecznie ścisłą metodę, chodzi tylko o odpowiedni wysiłek i organizację pracy.

Nieco inną drogą postępować będziemy przy analizie rozmieszczenia roślin szczególnych siedlisk. Należą do nich u nas drzewa, krzewy i znaczna ilość roślin zielnych. Musimy tu zastosować analizę indywidualną, zbadać z osobna rozmieszczenie rośliny i warunków ekologicznych dla każdej rośliny koniecznych. O ile w danym układzie czynników pojawia się roślina badana zawsze, to całe jej rozmieszczenie ma podkład ekologiczny. Zagadnienie jest wyczerpane. Przy przeprowadzaniu analizy geograficznej pozostaje jednak wiele zagadnień, które czynnikami ekologicznymi nie dają się wytłumaczyć. Istnieje wiele roślin bez szczególnych wymagań co do gleby i klimatu, zupełnie łatwych do uprawy w ogrodzie, a o rozprószonym lub ściśle ograniczonym rozmieszczeniu. Nie ma ich na wielu miejscach mimo obfitości odpowiednich siedlisk. Na północnej krawędzi Podola brak wielu roślin częstych już w Miodoborach lub na Podolu południowym, nie rosną tu też niektóre rośliny rozpowszechnione na Wyżynie Małopolskiej. Trudno wprawdzie powiedzieć, czy i tu nie wchodzi w grę czynniki ekologiczne, w wielu wszakże wypadkach raczej nie one są tego przyczyną. W znacznej mierze chodzi tu o czynnik historyczny.

Do zakresu historycznych zaliczamy więc zagadnienia i zjawiska geobotaniczne, które nie dadzą się wyjaśnić działaniem czynników dziś istniejących. Omawianie tego działu geobotaniki nie leży w zakresie niniejszej pracy, gdyż opracowanie jednego obszaru nie daje dostatecznych ku temu podstaw. Trudno się jednak oprzeć wrażeniu, że wpływ czynnika historycznego zbyt się przesadza, zjawiska całkiem proste i oczywiste tłumaczy domniemanymi wędrówkami w różnych okresach klimatycznych, stanowiska wielu roślin uważa bez dostatecznego powodu za reliktowe. Niemniej, przy uwzględnieniu nawet największej rozsiewności roślin, przenoszeniu nasion przez wszystkie możliwe czynniki, pozostają zjawiska, dające się wytłumaczyć tylko przeszłością geologiczną.

Nasuwa mi się w świetle omówionych danych krytyczne rozpatrzenie okresów klimatycznych i zmian szaty roślinnej w okresie polodowcowym. Ponieważ nie mogę tu przytoczyć całego, bardzo obszernego, materiału analitycznego, odkładam to do innej pory. Ograniczę się tylko do paru uwag, które, zdaniem moim, nie ulegają wątpliwości.

Wiek roślin na danym obszarze rozpatrzyć należy przede wszystkim pod kątem wieku odpowiednich siedlisk. Na niżu naszym najstarsze są niewątpliwie siedliska skalne, stąd roślinność tychże musimy uznać rów-

niez za najstarszą. Mają one często dalsze swe stanowiska w górach i innych obszarach skalnych. Rośliny te nie mogły w żadnych warunkach klimatycznych wędrować po podłożu gliniastym ani piaszczystym, ani w lasach ani nawet na stepie. Mogły one przetrwać na swych stanowiskach, zwłaszcza na ciepłych południowych zboczach, nawet duże zmiany klimatyczne. Łatwo też stwierdzić, że te właśnie rośliny naskalne mają prawie wszystkie porozrywane zasięgi; stąd też wzbudzają ciekawość epiontologów. Przeważnie są to rośliny wapniowe, gdyż wapienne są przeważnie skały na naszym nizu. Zasięgi tych roślin były ongiś ciągle, porozrywały je dopiero osady gliniek i gleb borowych.

Drugą grupę stanowią u nas rośliny leśne. Mogły one do nas wędrować po okresie lodowym, ale mogły też w rozprószonych, albo też rzadszych, stanowiskach żyć tu od dawna również na obszarach skalnych, na rędzinach i namuliskach. Większego, a nawet dominującego dziś, znaczenia nabrały one jednak dopiero po osadzeniu się gliniek nawianych i moren. Rośliny te mają na ogół zwarte rozmieszczenie. Gatunków o porozrywanych zasięgach spotykamy w tej grupie bardzo mało. Należy przy tym wyłączyć z nich rośliny skalno-leśne i przywiązane do płytkiego podłoża rędzinnego, gdyż te należy zaliczyć raczej do skalnych i na badanym obszarze od dawna zamieszkałych. Wobec rozpowszechnienia odpowiednich siedlisk, mogą rośliny leśne posiadać na naszym obszarze granice klimatyczne. Taka granica zasięgu winna wykazywać wyraźną zależność od czynników klimatycznych, a więc i od rzeźby podłoża, zjawiska osłabienia rośliny, karlenie i powolne jej zanikanie. O ile granice zasięgu są ostre i nie wykazują związku z klimatem i rzeźbą powierzchni ziemi, mają swe przyczyny przede wszystkim w glebie.

Za stosunkowo najmłodszą — poza przywleczoną przez człowieka — należy uważać roślinność borową. Nie jest znów wykluczone, że poszczególne rośliny borowe mogły żyć tu od dawna, nawet na obszarze przedlessowym, skalnym, na wylugowanych piaskach i skałach bezwapiennych, na ogół jednak są to rośliny północne i zachodnie, przybyłe, a przynajmniej rozpowszechnione dopiero, od niedawna po wylugowaniu gleb. Znamienną rzeczą jest brak tych roślin na ogół w szczątkach kopalnych okresu lodowcowego mimo sztywnych i trwałych liści. Widocznie tundra składała się u nas z roślin raczej wapniowych. Wśród roślinności borowej nie napotykamy też prawie zupełnie roślin o zasięgach porozrywanych. Czy do niej należy zaliczyć rośliny arktyczne, tego na razie nie można na pewno określić.

Przytoczone tu uwagi i zupełnie wstępny podział roślinności według wieku i pochodzenia musi przejść w każdym wypadku przez ścisłą analizę, stąd też żadnych dalszych wniosków, nawet hipotetycznych, nie należy na razie wysuwać. Wydaje się wszakże, że na takich przekonujących zasadach, na tle znajomości ekologii gatunków i przeszłości geolo-

gicznej badanego obszaru oparta epiontologia zyska dużo na jasności i nabierze mocy przekonywującej. Wyjaśni zagadnienie pochodzenia naszej flory w sposób bardzo prosty, w głównych oczywiście zarysach. Najbardziej pociągająca dziedzina geobotaniki straci również swój transcendentalny nieco charakter a stanie się nauką dostatecznie ścisłą.

Z e s t a w i e n i e .

Metoda Czekanowskiego nie wprowadza do geobotaniki żadnych zasadniczych nowości, wnosi tylko ścisłość w naukowe badanie myślenie. Pozwala ona nam na uporządkowanie na zupełnie obiektywnej i do naukowego materiału dostosowanej zasadzie nawet bardzo dużego zasobu spostrzeżeń i faktów, poddanie ich wielostronnej, przenikliwej, ścisłej analizie i zestawienie wyników w jednolitą całość. Bez obawy przecenienia jej doniosłości możemy mieć nadzieję, że spowodować ona może taki rozwój geobotaniki, jak opracowanie w chemii podstaw analizy chemicznej przez Liebiga lub praw dziedziczenia przez Mendla w nauce o zmienności i rozwoju. Stawia geobotanikę w rząd nauk wyjaśniających przyczynowo każde zjawisko.

Przy opracowaniu zagadnień omawianą metodą staje się geobotanika nauką jednolitą i zwartą, Kierunki idące dotychczas odrębnymi drogami, florystyczny, ekologiczny, socjologiczny i historyczny stają się tylko metodami badania tego samego kompleksu zagadnień. Widzieliśmy, że florystyka lub epiontologia bez ekologii szczegółowej, a ekologia bez florystyki są na dalszą metę, o ile chcą uchodzić za naukę, właściwie nie do pomyślenia. Zwiększa to wprawdzie i tak już duży zakres naszej pracy, lecz daje wyniki wszechstronne, o dużej wadze naukowej. Poszczególne kierunki geobotaniki nie tylko nie mogą się zwalczać, czy pozostawać obojętne na wyniki innych, ale są od siebie najściślej uzależnione. Każde zagadnienie geobotaniczne musimy badać na tle całości, a z poszczególnych osiągnięć budować jednolity i wszechstronny gmach tej wiedzy. Do tej budowy możemy teraz użytkować w pełni każde spostrzeżenie, każdy pomiar z zakresu fizjologii każdy przyczynek florystyczny, każde zdjęcie socjologiczne, każdy opracowany zasięg nabiera teraz nowej wartości. Dotychczasowy sposób gromadzenia materiału naukowego w sposób dość beładny, bezplanowy, bez opracowania analitycznego i choćby próby syntezy powinienby się już skończyć. Przede wszystkim zarzucić nam pozwoli dedukcyjne ujmowanie zagadnień.

Niniejsze krytyczne rozpatrzenie metod i osiągnięć poszczególnych kierunków i szkół geobotanicznych, choć oparte na szczupłym jeszcze materiale, dowodzi, że każdy z dotychczasowych kierunków ma rzetelne podstawy i bardzo cenne wyniki. Przeciwwstawianie się więc szkół, drobne spory i polemiki wynikły często z nieporozumień. Na tle ściślejzego rozpatrzenia dorobku naukowego musi każdego z nas ogarnąć

przede wszystkim podziw i szacunek dla naszych wielkich twórców nauki i poprzedników. Potrafili oni w niesłychanie zawitym splocie zjawisk, nie mając ściślejszych metod pracy, stwierdzić wiele praw i zależności. Zanim zastosujemy krytykę musimy, najpierw oddać hold wielkim uczonym i wielkiej pracy. W każdej metodzie i kierunku da się wprawdzie wykazać przesadę i tu i owdzie nieścisłość, ale pamiętać należy, że wynikają one z ogromu zadania i mnogości zjawisk. Po zestawieniu szczególnych poglądów, usunięciu pewnych przerostów i przedwczesnych uogólnień, harmonizują one w sposób przez nikogo może nie przewidywany.

Ogrom zagadnienia i zawilość zjawisk geobotanicznych a brak metody dostatecznie ścisłej i możliwie wszechstronnej musiały doprowadzić do wyprzedzania faktów przez hipotezy, górowania osobowości badaczy nad zagadnieniem, dedukcji nad indukcją. Tak było we wszystkich naukach, tak musiało być i w geobotanice. Po okresie hipotez, teorii i przekonania przychodzi i u nas czas na analityczne, ilościowe, indukcyjne badanie. Z opisów przechodzimy do badań wyjaśniających. Hipotezy albo znajdują potwierdzenie, albo ustępują wobec rzeczywistości, albo przerosty ich zostają stępione. Jeśli nawet muszą one ustąpić, to nie były one bez wartości, bez nich nie byłoby zagadnień i podstawy do badań ścisłych.

Geobotanika była dotychczas dostępna na skutek swej zawilości tylko dla umysłów wyjątkowych, o szerokich horyzontach myślowych, o dużym przygotowaniu naukowym i dużej... odwadze. Wobec braku sprawdzianów umysły wybitne wywierały nadmierny wpływ, stąd poglądy przeważały nad zakresem obiektywnych spostrzeżeń. Wywierało to niejednokrotnie ujemny wpływ na rozwój naszej nauki, brakło nierzadko odwagi na przeciwstawienie się pewnym poglądom. Prace oceniano często nie według wyników, ale stosowanej metody lub zgodności z utartymi poglądami. Przy metodzie C z e k a n o w s k i e g o ta trudność odpada. Za słuszością poglądów muszą przemawiać dowody a bez dowodów nie wolno nam przyjąć żadnego wniosku. Osobowość pracownika ustępuje niejako na drugi plan tak, jak jest w każdej ścisłej nauce. Oczywiście, że więcej wydobędzie z danego materiału naukowego umysł wybitniejszy, nie mniej może owocnie pracować w geobotanice każdy pracownik i śmiało wysnuwać wnioski. Zmniejszy się więc tak znamiona w geobotanice dla umysłów ścisłych powściągliwość, ostrożność a nawet brak wiary w siebie. Jeśli zaś wnioski nie są dostatecznie poparte dowodami, to metoda sama je usunie, a przynajmniej pozwala wynaleść błąd, jak w równaniu matematycznym.

Prace geobotaniczne można omawianymi metodami przeprowadzać na każdym płacie roślinności, na każdej łące i polu, wszędzie można stwierdzić wiele cennych prawidłowości, niemniej doniosłych, niż w obszarach uprzywilejowanych pod względem bogactwa i osobliwości w szacie roślinnej. Zmniejszy się może dzięki temu przerost opracowań na obsza-

rach o osobliwej roślinności. Zaczniemy dzięki temu opierać nasze poglądy geobotaniczne nie na wyjątkach ale na zjawiskach powszechnych.

Metoda Czekanowskiego przynosi wreszcie ogromne możliwości w dziedzinie geobotaniki stosowanej. Całe dziedziny leśnictwa, łąkarstwa, gospodarki pastwiskowej, melioracji a nawet właściwego rolnictwa zyskują wygodną, prostą a bardzo ścisłą metodę badania swych zagadnień. Stwierdzamy coraz wyraźniej, że istnieje ścisła zależność między roślinnością a czynnikami ekologicznymi. Jeśli poznamy zbiorowiska roślinne pod każdym względem, to gospodarowanie w ich obrębie jest prostym wyciąganiem wniosków. Musimy albo dostosować szatę roślinną do warunków, albo też przeinaczyć w odpowiedni sposób te warunki. Zaprzestaniemy wymuszać na przyrodzie stosunki niewłaściwe albo niemożliwe dla danej roślinności i podłoża. Unikniemy takich poczynań, jak sadzenie lasów, a raczej pewnych drzew, i sadów na niewłaściwym podłożu niecelowego niejednokrotnie i schematycznego osuszania dla celów rolniczych łąk i torfowisk, zwłaszcza gdy grozi to zakłóceniami stosunków glebowych, zaburzeniami w zakresie krążenia wód glebowych i wglębnych, które mają tak ogromny wpływ na całość szaty roślinnej; wyrzucania pieniędzy na zalesianie tak zwanych nieużytków, na które wszystkie siły przyrody nie zdołały drzew wprowadzić przez tysiąclecia albo zalesiania ich niewłaściwego; sadzenia takich lasów, które na pewno w danym miejscu rósć nie będą. Już dzisiaj możemy powiedzieć, dlaczego las w każdym miejscu ma taki właśnie a nie inny skład gatunkowy, dlaczego w pewnych wypadkach las wyrąbany musi być zasadzony przez inne drzewa. Zyskaliśmy też wiele innych wiadomości. Czekają nas jeszcze bardzo wiele pracy, prób, doświadczeń i niepowodzeń, ale droga do badania przyczynowego jest w dużej mierze opracowana. Możemy też powiedzieć, że chodzi nam obecnie już tylko o możliwość pracy. Jeżeli robić się będzie błędy w gospodarstwie, które kosztują nas choćby w samym leśnictwie olbrzymie sumy, nie naszą to będzie winą. Mniej zaś kosztuje nie tylko dokładne naukowe zbadanie, ale nawet instytut geobotaniczny, niż niewłaściwa gospodarka w jednym tylko nadleśnictwie lub niewłaściwe zmeliorowanie kilku tysięcy hektarów łąki.

* * *

Piśmiennictwo, wykresy, liczne przykłady i dalsze szczegóły przytoczę w pracy głównej o roślinności krawędzi Podola.

R É S U M É

Ces notes ont pour but de donner quelques renseignements, au sujet de la partie méthodique de ma monographie géobotanique, des contrées qui bordent la Podolie et la Volhynie. J'ai pris comme base de mes recherches, la méthode de l'analyse différentielle, élaborée par J. Czekanowski. Comme en la suivant, j'ai pu réussir à traiter assez à fond, certains problèmes géobotaniques, et que je la considère comme étant à peu près la seule, qui soit suffisamment précise et objective, afin d'attirer l'attention de ceux qui recherchent des méthodes rigoureuses, j'ai pensé qu'il était utile d'en donner une analyse exacte. Mon ouvrage a pour sujet la description de cette méthode, des résultats, que j'ai pu obtenir en la suivant, comparés à ceux qui ont été obtenus, par les méthodes propres aux différentes écoles, ainsi que l'analyse des diverses opinions, actuellement émises à ce sujet. Il était indispensable aussi, de s'occuper des nombreux problèmes essentiels, qui sont à la base de cette étude, ainsi que des méthodes suffisamment précises d'analyses sociales et écologiques, qui bien qu'assez laborieuses constituent d'après moi, l'avenir de la géobotanique.

Actuellement, la botanique en pleine évolution, est surtout caractérisée par les recherches de géobotanique, ainsi que par la nécessité, d'étudier la nature dans son milieu, et non plus dans les laboratoires où l'on ne peut résoudre beaucoup de problèmes essentiels. Il faut constater aussi, que ces recherches présentent une grande importance au point de vue économique.

Abandonner les recherches dans les laboratoires, pour se transporter dans les sites naturels, présente d'assez nombreux inconvénients. D'habitude, on ne procède aux recherches géobotaniques qu'à la hâte, et en étant plus ou moins fatigué. On ne dispose pour ce travail que d'une partie de l'année; on l'effectue surtout quand on est jeune, et que l'on n'a encore que peu d'expérience. La fatigue causée par le voyage, ajoutée aux autres difficultés, provoque un affaiblissement de nos sens, et de nos facultés intellectuelles, diminuant ainsi, l'étendue de nos observations. Pour toutes ces raisons, les résultats des recherches géobotaniques, renferment beaucoup d'erreurs, d'omissions, et de conclusions par trop insuffisantes. Pour rationaliser ces études, il est donc indispen-

sable, de supprimer les efforts inutiles sur le terrain, d'éviter la lassitude, et d'économiser ses forces et le temps.

L'étude de la géobotanique exige de grandes connaissances scientifiques, principalement au sujet des plantes. La géographie des plantes basée uniquement sur l'écologie, est plutôt un malentendu au point de vue scientifique, et à vrai dire, une chose impossible. D'un autre côté, la géographie floristique sans l'écologie, conduit souvent à des théories, et à des affirmations inadmissibles au point de vue de cette dernière. La préparation scientifique pour ces études est longue, et doit être suffisamment universelle. La connaissance de la pédologie est particulièrement importante, et il est nécessaire aussi, d'adapter au but que l'on poursuit, les différentes sciences indispensables aux études écologiques.

Mais ce sont la complexité et l'impossibilité de séparer les divers facteurs de la géobotanique, qui présentent le plus de difficultés. Nous ne pouvons pas isoler ces divers problèmes, qui doivent rester groupés, car c'est leur ensemble seul, qui constitue la géobotanique. Il est de même impossible, de fonder un système en se basant sur les recherches effectuées par divers auteurs, et d'étudier en même temps, tous ces différents problèmes. Nous sommes obligés de les diviser mentalement en plusieurs parties, sans pourtant en rompre l'ensemble, ce qui est dû à la faiblesse de notre intelligence, qui est incapable, de séparer des faits extrêmement compliqués, et aussi dépendants les uns des autres; toutes ces difficultés augmentent avec la nombre des éléments qui entrent dans leur composition.

Le nombre immense des observations qu'il faut effectuer, fait que les uns les rassemblent, les autres les analysent, tandis que d'autres encore, en font la synthèse. Par conséquent, les conclusions synthétiques ont le plus souvent un caractère personnel, et portent l'empreinte des méthodes employées dans la systématique, ou dans l'étude écologique des plantes.

Les difficultés des recherches géobotaniques augmentent encore par suite du manque des méthodes précises; elles sont actuellement très primitives ou encore par trop incomplètes. On applique les méthodes les plus diverses, mais aucune d'elles n'est suffisamment rigoureuse; et elles conduisent le plus souvent à des conclusions erronées. Les plus grandes erreurs, proviennent du fait que l'on aborde les problèmes par déduction, que l'on néglige de baser les analyses sur des observations suffisamment étendues, que l'on veut adapter les conclusions tirées de certains faits à d'autres qui leur sont seulement voisins, que l'on conclut par analogie, sans raisons suffisantes, que la synthèse n'est pas exactement en rapport avec l'analyse, et surtout que l'on ne

possède pas les connaissances fondamentales, et les notions précises qui sont indispensables.

On peut citer à ce sujet les exemples suivants: On a continué à suivre l'ancienne méthode, qui consistait à rechercher le dépendance des plantes d'après leur habitat et le climat, sans avoir examinée suffisamment auparavant, les relations qui existent entre elles et le climat. On a admis la notion de la steppe, qui est très vague, et comprise de différentes manières, sans l'avoir d'abord étudiée d'une façon inductive.

En se basant sur l'analyse des plantes arctiques, dans les montagnes de l'Holarctique, on a établi aussi une hypothèse au sujet de changements de climat, pour la période postglaciaire, sans connaître préalablement les migrations et l'écologie des plantes. Pour la sociologie de celles-ci, on a admis trop vite beaucoup de généralisations, au lieu d'analyser d'abord chaque cas, et d'établir des hypothèses seulement ensuite.

Les anciennes habitudes scientifiques, exercent une influence très forte, et presque toujours nuisible pour la géobotanique. On se sert de méthodes employées en systématique, pour la description et la classification des phénomènes, en négligeant la recherche des causes qui peuvent les élucider. L'écologie étudie souvent la végétation, au même point de vue que pour l'écologie des animaux, sans se rendre compte, qu'il existe parfois une différence essentielle par rapport par exemple au climat. On se sert des laborieuses méthodes expérimentales, pour résoudre des problèmes dont la solution est très simple, quand on recourt à l'analyse directe, et on néglige les méthodes comparatives qui conduisent directement au but. En suivant cette méthode, on peut facilement constater qu'un agent isolé n'exerce aucune influence déterminante sur la végétation, tandis que c'est leur ensemble qui a une extrême importance. On ne doit examiner et vérifier à l'aide de la méthode expérimentale, que les problèmes qui ont d'abord été posés, d'une manière suffisamment claire. Le premier but de la géographie des plantes, doit consister dans l'étude strictement inductive de l'écologie de chaque espèce.

Il existe une grande ressemblance entre la systématique des plantes et la géobotanique, surtout pour la sociologie des plantes, mais elle ne va pas au-delà des procédés de recherches. La méthode employée pour la distinction des unités géobotaniques, est très semblable à celle qui sert dans les genres critiques que: *Rosa*, *Rubus*, *Hieracium* etc. Les difficultés qu'il faut surmonter, sont particulièrement très grandes ici, et les résultats obtenus, portent directement l'empreinte des opinions personnelles, ou sont au contraire très confus. Les différences consistent dans la recherche des relations des caractères distinctifs entre eux, et dans les

rapports qu'ils ont avec les unités que l'on examine. Il est beaucoup plus difficile par exemple, de distinguer une association de plantes que de reconnaître une espèce de rose ou d'*Hieracium*, car le plus souvent, nous n'avons pas d'individus bien nettement distincts. Les systématiciens sont liés par l'uniformité du problème tandis que ceux qui s'occupent de géobotanique, le sont par l'uniformité de la méthode; s'il en autrement, les résultats ne seraient pas comparables. La but de la géobotanique, est plus étendu que celui de la systématique, car il doit tendre à expliquer chaque phénomène, sans se borner aux descriptions et au système. L'élaboration d'une méthode uniforme, facile, autant que possible universelle, et surtout strictement objective et propre à expliquer les phénomènes, est une condition indispensable pour le développement de la géobotanique.

Elle n'est dotée ni de méthodes universellement acceptées, ni de buts suffisamment définis, ni même d'indications précises, sur l'ordre à suivre dans les recherches. Nous commençons souvent nos recherches d'une manière illogique, par l'étude des problèmes les plus difficiles, et les plus embrouillés, tels, l'épiontologie, et la géographie historique, les rapports entre les grandes associations végétales, et les agents écologiques, et cela, sans posséder les connaissances fondamentales indispensables. Ceci est du en grande partie, à ce que nous employons les mêmes méthodes qu'en systématique, et que nous pensons d'une manière déductive.

La partie floristique de la géographie botanique, est basée sur la systématique, qui mène à la recherche des aires occupées par les plantes, et ensuite à l'étude des liaisons qui existent entre elles et les conditions climatiques. On compare tous ces agents, avec l'ensemble complexe des aires des plantes; d'après celles-ci, on en présume l'écologie, et on la détermine ainsi que la climat, avec ses modifications dans le passé, en se basant sur leur distribution. On trace les contours de ces aires sur des cartes, ce qui ne permet pas de les analyser assez longuement et suffisamment; on ne tient pas compte de l'influence du relief du sol, et en premier lieu du substratum. On étudie d'abord les grands phénomènes, on omet ceux qui sont spéciaux à des petites étendues, et on réglige la dépendance des plants envers des agents écologiques qui sont différents. Il est très difficile de comparer des aires, et d'en déduire des conclusions synthétiques; l'épiontologie ne peut en général résoudre à elle seule les problèmes géobotaniques ni les mettre en ordre d'après leur importance.

Pour la partie écologique de la géographie des plantes, on a commencé de même les recherches, par l'observation des grands phénomènes, et ensuite, par déduction, on a appliqué les mêmes méthodes de travail aux plus petits, qui dans la nature, sont parfois très différents.

On étudie en même temps, l'influence de tous les agents écologiques sur l'ensemble si complexe du tapis végétal, sans tenir compte de l'action de certains d'entre-eux, sur des plantes particulières. On étudie donc souvent, et parfois même on suppose à l'avance, des dépendances qui n'existent pas, ou qui sont pour la plupart indirectes et embrouillées, et par analogie, on en déduit et on en conclut généralement de même. La collaboration avec la partie floristique de la géobotanique est souvent insuffisante. Nous nous servons de données simples du climat, tandis que les mêmes plantes, peuvent en dépendre de façons très différentes, suivant les modifications variées du sol. On se fait une idée fautive de la dépendance du sol, car on classe les types ou les différents sols d'après des groupements de plantes qui ne sont pas suffisamment précisées, on compare un ensemble d'agents à ces groupements complexes, et les unités géobotaniques — associations de plantes — ainsi rattachées improprement ou trop superficiellement aux conditions variées et mal définies du sol. Les recherches écologiques sont à la base de la géobotanique, mais elles doivent être basées sur des méthodes appropriées avec une juste conception des problèmes à résoudre.

La partie sociologique consiste dans l'étude des groupements synthétiques, des associations de plantes qui existent dans la nature. Sans doute, elle a aussi pour but final, la précision des relations qui existent entre les groupements des plantes, et les agents écologiques et sociaux. Ces recherches sont évidemment beaucoup plus appropriées pour les recherches géobotaniques, parce qu'on a affaire à un petit nombre des unités, car il y a naturellement moins d'associations que d'espèces de plantes. Pourtant, la sociologie rencontre dès le début, de grandes difficultés, quand il s'agit de distinguer d'une manière suffisamment précise les groupements de plantes. Cette distinction objective et exacte, est inaccessible à l'intelligence humaine d'une manière directe, de même d'ailleurs que la distinction des espèces difficiles — au point de vue systématique. L'intellect humain cherche à éviter ces difficultés, et à établir la distinction de ces groupements, sur une base plus étroite, sur une partie seulement des espèces prépondérantes, constantes ou fidèles, qui constituent les composantes de l'association. Aucun de ces principes n'est suffisamment fondé, au point de vue méthodique, et par la même, ils mènent forcément à des distinctions d'associations de plantes, en partie fausses et sans valeur. On ne peut les comparer entre elles, avec une précision suffisante, et ainsi, l'analyse écologique rencontre de très grandes difficultés. La recherche inductive des agents écologiques est presque impossible, car on a distingué un trop grand nombre d'associations de plantes, et les méthodes spéciales qui les concernent ne font que peu de progrès.

L'école scandinave décrit les associations des plantes d'une façon trop mécanique et elle les range comme les espèces dans un système artificiel. L'école franco-suisse, se rapproche du système naturel. Il s'en suit, que si l'on distingue convenablement les groupements, avec une précision suffisante, ces données ne peuvent cependant pas servir à en élucider les causes. Nous ignorons ce qu'est une association, quels sont les agents qui agissent sur les plantes, pour les grouper en séries distinctes, et provoquer ainsi leur différenciation. C'est pourquoi, la sociologie des plantes, se sépare des autres branches de la géobotanique, ne dépasse pas les limites qui lui sont propres, et demeure ainsi isolée et indépendante. Il faut ajouter cependant, qu'on ne peut pas encore créer une science à part, qui se bornerait à la seule distinction et à la description des associations des plantes, et la comparer à une science véritable, comme celle qui est en systématique, quand elle a pour but la seule description des espèces.

La géobotanique a pour but de reconnaître la distribution des plantes sur la terre et d'en rechercher les causes, et ce n'est que le jour où ces recherches auront abouti, que nous pourrons présumer d'après celles-ci, l'aspect et la composition du tapis végétal, et d'après la végétation, les causes qui lui ont donné naissance. Pour l'étude de la géobotanique, il faut connaître la distribution des plantes, la nature et la distribution des agents écologiques, et les relations qui consistent entre les plantes particulières, et leur association avec les agents écologiques, historiques et sociaux, séparés ou réunis. Il faut encore, savoir reconnaître l'action de certains agents déterminés, sur certaines plantes, indiquer ceux qui sont les plus importants, et pouvoir les classer chaque fois suivant ces données. Comme l'espèce doit être à la base de la géobotanique, il faut d'abord étudier la distribution de chacune d'elles, ainsi que les causes spéciales dont elles dépendent, pour passer ensuite à la distribution des unités collectives des associations des plantes. Les moyens qui nous permettent d'y parvenir, sont indifférents, et nous pouvons tout aussi bien commencer nos recherches par les unités collectives. La méthode de Czekanowski, nous permet seule, d'aborder ces problèmes avec succès.

La méthode de l'analyse différentielle, a été fondée par le mathématicien Pearson; elle a été employée avec beaucoup de succès par J. Czekanowski pour différencier les races humaines, et St. Kulczyński l'a adoptée aux études géobotaniques. Cette méthode permet de ranger avec ordre, et avec une grande exactitude, un nombre donné d'individus d'après leurs ressemblances, en tenant compte, d'une quantité déterminée de caractères

distinctis variables. Elle consiste à additionner des ressemblances dans le cadre des caractères choisis à notre gré. Il s'agit simplement de calculer ce que Jaccard nomme le coefficient de communauté. L'essentiel de cette méthode consiste à comparer entre-eux, en même temps, la totalité des relevés sociologiques, à les ranger d'après leurs ressemblances floristiques, pour les répartir ensuite en groupes, et distinguer ainsi des associations, d'une manière entièrement objective, exacte, et très facile, au moyen de simples calculs.

Bien que cette méthode nous permette seulement, de classer les unités étudiées d'après le degré de leurs ressemblances floristiques, et de distinguer ainsi des associations de plantes, elle nous est extrêmement utile, car nous pouvons ainsi baser principalement nos recherches sur des considérations de causalité, et nous possédons pour cela, des unités géobotaniques classées d'une façon tout-à-fait certaine, claire et convaincante. Si nous connaissions les agents écologiques, climatiques et sociaux de chaque station, étudiée de la même manière, nous pourrions étudier les relations de dépendance entre ces dernières et la végétation, d'une manière exacte, et entièrement précise. En nous basant seulement sur le classement objectif des relevés sociologiques, nous possédons une méthode certaine, qui nous permettra, dans chaque cas, de découvrir et d'évaluer les agents écologiques, d'après le degré de leur importance. Cette méthode nous permettra d'aborder tous les problèmes de la géobotanique. Comme elle est uniquement basée sur le calcul, nous pourrons grâce à elle, classer les relevés qui nous sont personnels, ainsi que ceux d'autres spécialistes de la sociologie des plantes, et en entreprendre ainsi, plus complètement, l'analyse et la synthèse. Il nous sera possible alors, d'examiner d'une manière entièrement objective, la base de l'association, le problème des espèces constantes, fidèles et dominantes, et elle nous prouvera que les études antérieures, nous ont donné une idée exacte des grands phénomènes, mais nous serons déçus, en constatant qu'à mesure que les difficultés augmentaient, et surtout quand il s'agissait de phénomènes en moindre échelle, nos prédécesseurs ont cherché à les expliquer uniquement par déduction.

Enfin, la méthode de l'analyse différentielle, précisée par Czekanowski, nous permet de réunir en une seule unité, toutes les règles à suivre dans la géographie des plantes, et d'envisager sur une large base, chacun des phénomènes géobotaniques. La géographie floristique, écologique, sociologique, et même historique des plantes ne sont que des parties d'une même science, et les diverses branches qui la composent, prennent grâce à cette méthode, un nouvel essor; les études en deviennent plus précises et inductives, on élimine par le fait, les résultats sans valeur des vaines déductions, ainsi que les exagérations si souvent émises dans cette science.

Cette méthode est cependant, très laborieuse; elle exige un grand nombre de calculs, d'ailleurs fort simples, mais pour utiliser comme il convient, il faut auparavant, se défaire des idées et des convictions préconçues, même quand elles paraissent exactes; en la suivant, on sépare facilement, les opinions qui sont justes, de celles qui sont fausses.

Il est préférable d'appliquer cette méthode en commençant par la sociologie des plantes, telle qu'on la conçoit habituellement en Europe, et de prendre comme base des recherches, les relevés sociologiques pris d'après les règles ordinairement suivies. Pour notre travail, nous avons pris comme surface à relever, 625 m carrés, soit un carré de 25 m de côté. Au centre nous traçons un carré plus petit, de 4 m de côté. Le plus petit de deux carrés, forme l'espace proprement dit du relevé; le plus grand, ne sert qu'à suppléer le premier. Nous avons accepté l'échelle de 10 degrés de couverture, proportionnelle. Nous indiquons la présence d'une espèce, seulement au-delà du plus petit carré, c'est-à-dire dans le plus grand, par le signe „x”; au delà, nous pouvons encore désigner les autres espèces de la même association par le signe „x”. Nous ne tenons compte que de la présence de couverture — c'est à dire la surface recouverte par les plantes — bien qu'il soit possible de noter encore d'autres caractères, par exemple, la sociabilité que nous ne considérons d'ailleurs comme importante. Par contre, il est indispensable dans une analyse écologique, de tenir compte de la vitalité des plantes; de savoir, si elles fleurissent, fructifient, se resément, se multiplient par voie végétative etc. Il faut noter très exactement, les données écologiques, ainsi que toutes celles qui concernent les relations et la constitution du sol. Plus ces données seront exactes, et plus satisfaisants seront au point de vue écologique, les résultats qu'on obtiendra en analysant les plantes d'un relevé.

Nous inscrivons tous les relevés sur un seul tableau, en réunissant autant que possible les relevés des associations présumables, par exemple, les relevés de prairies, des steppes et des forêts à côté, c'est-à-dire d'après leur ressemblance floristique; nous facilitons ainsi, et abrégons de beaucoup notre travail. Il est très important aussi, de ranger les diverses espèces de plantes, d'après leurs ressemblances écologiques et leur distribution géographique, séparément les espèces propres aux forêts, aux prairies, aux steppes, aux marais etc. On dispose séparément chaque étage: les arbres, les arbustes, et les plantes herbacées. Comme il s'agit d'un travail assez long sur ce tableau, nous employons un papier qui soit suffisamment résistant.

Nous procédons ensuite au calcul des sommes de ressemblances entre les relevés. Dans ce but, nous comptons sur chaque relevé, le total des unités qu'il contient, c'est-à-dire, le nombre des différentes espèces, multiplié par leur quantité, c'est le chiffre qui signe

la couverture de chaque espèce. Ensuite, nous calculons le nombre des espèces communes qui existent dans les deux relevés, que nous comparons, en tenant compte de leur quantité. Si la somme des unités des relevés se chiffre par (a) dans le relevé 1 et par (b) dans le relevé 2, et la somme des espèces présentées dans les deux par (w), alors le chiffre „w“ définit la somme des ressemblances entre les deux. Nous inscrivons sur un autre tableau, divisé en carrés, les sommes des ressemblances entre chaque relevé. Nous marquons dans une colonne verticale et dans une autre horizontale, formant les côtés d'un carré, les numéros, d'ordre désignant les relevés, et à l'endroit où les colonnes correspondantes se croisent, les sommes de ressemblances. Après avoir calculé toutes les valeurs, nous pourrions relire sur ce tableau, le chiffre de la somme des ressemblances, entre chaque couple particulier des relevés.

Ces chiffres ne sont pas encore comparables, car les sommes des unités des relevés particuliers ne sont pas égales. Il faut ensuite indiquer le pourcentage de ces sommes, en nous servant de la formule suivante: $\Sigma = (w/a + w/b) \cdot 0.50$. Nous inscrivons ces résultats de pourcentage sur un nouveau tableau semblable au premier, et nous avons ainsi les coefficients de la communauté entre chaque couple des relevés, qui sont comparables entre eux. Il est préférable pour les calculs, de recourir encore à un autre tableau, sur lequel on trace exactement tous les produits des nombres de 1 à 100. En se servant de ce tableau, le calcul des pourcentages, s'effectue très vite. Le coefficient de communauté renferme généralement une erreur, qui résulte du total des espèces dans les relevés différents, ainsi que par des rapports qui existent entre eux. Un relevé peut être plus pauvre qu'un autre, ou encore, chacun d'eux contient parfois des plantes qui lui sont propres; on peut habituellement ne pas tenir compte de cette erreur.

Il faut maintenant transformer le tableau des coefficients, en un tableau graphique, car il serait impossible de s'y reconnaître autrement. Dans ce but, il est préférable de se servir de traits, en employant une échelle de 10 degrés, marquée de hachures de plus en plus accentuées à chaque 10%; sous cet aspect, la lecture du tableau sera beaucoup plus facile.

Le problème essentiel qui se présente maintenant, consiste dans l'arrangement des relevés de ce tableau, d'après leurs ressemblances. Au premier abord, les coefficients paraissent ordinairement rangés sans ordre; nous devons maintenant les ordonner de telle façon que les hauts coefficients, marqués par les hachures denses, soient disposés à côté de la diagonale sur le tableau graphique, et que les „angles“ du tableau soient dégagés des coefficients, qui signent une plus haute ressemblance entre les relevés. Nous rangeons ainsi les relevés à des coefficients plus

hauts les uns près des autres. Nous y parvenons, par la transposition des colonnes. C'est un travail assez long, et très fatiguant, mais cependant le plus important; pour l'exécuter, il est préférable de changer de places des colonnes entières, pour les ranger dans des endroits plus appropriées. Enfin, souvent après de centaines, et parfois même milliers de changements, nous pouvons arriver à trouver la meilleure disposition; il est important de savoir qu'il n'y en a qu'une. Comme elle est très difficile à déterminer, il faut se contenter de l'arrangement approximatif qui paraîtra le meilleur. Il est avantageux de répartir ce travail, en rangeant les relevés sur le tableau principal en grandes lignes, et en améliorer les détails secondaires sur des tableaux plus petits, qui comprendront des groupements de relevés exactement délimités sur le tableau principal.

Les tableaux des coefficients rangés de cette façon, serviront de base au travail suivant, qui consiste à revoir de nouveau le tableau principal des relevés, en les classant d'après les coefficients de communauté; les relevés qui se ressemblent le plus, sont maintenant placés les uns près des autres.

L'analyse du tableau des coefficients de communauté, nous démontre que le degré de ressemblances entre les relevés est extrêmement faible. Il s'élève très rarement à 70%, rarement à 60%, et ce n'est qu'en prenant comme base des coefficients de 50%, que nous pouvons distinguer des groupements de relevés un peu plus importants. Ces groupements qui correspondent aux associations de plantes, ont pourtant aussi, des coefficients de 40% et même moindres encore. Ces groupements, à savoir les associations, ont des limites peu précises, et parfois, s'ordonnent en rangées, c'est ainsi qu'on peut classer certains relevés dans deux et même dans trois associations. Plus nous examinons de relevées, et plus celles-ci nous paraissent diminuées, ce qui fait qu'il est par la même très difficile de les distinguer et de les limiter d'une manière objective et précise et qu'on ne peut les placer sur un même rang. Certains relevés n'ont en général de coefficient plus élevés, et ne peuvent pas être groupés en associations; ce qui montre bien, que dans la nature les associations ne sont que faiblement marquées.

Par contre, de plus grands groupements de relevés, nettement séparés et correspondants à la notion de formations, telle que l'entend A. Grisebach, se remarquent distinctement sur notre tableau; ce sont eux, qui constituent en substance, les unités géobotaniques proprement dites.

Chaque formation, est composée en principe d'espèces fidèles entre elles, et c'est seulement, dans le cas de succession, de disposition des plantes en mosaïque, ou encore par suite de

l'influence de l'homme, que l'on y rencontre des composants appartenant à d'autres formations.

Nous avons ainsi, des unités géobotaniques de deux ordres : les formations qui distinctement délimitées, appartiennent à un ordre supérieur, et celles qui mal définies par les méthodes statistiques, les associations, d'un ordre inférieur.

Cette règle ne regarde que la végétation herbacée; la distribution des arbres et des arbustes en est indépendante, ainsi que de l'association et même de la formation. Leur habitus cependant, le mode et la rapidité de leur croissance, varient souvent, pour la même espèce, dans les diverses formations.

Les formations sont caractérisées par les espèces fidèles, et les associations par la stabilité de leur composition. Il n'est donc pas étonnant, que ces dernières conçues d'une façon plus large, par l'école franco-suisse, comprennent des espèces fidèles, tandis que l'école scandinave note avant tout, les espèces constantes. Par conséquent, la définition de l'association, d'après les règles du Congrès Botanique de Bruxelles, correspond parfaitement à la formation, que nous éliminons par le méthode de l'analyse différentielle de Czekanowski. Les associations distinguées tout objectivement, et d'une façon précise, en se basant sur la statistique, se rapprochent des conceptions de l'école franco-suisse, parfois aussi, de l'école scandinave, mais il est exceptionnel qu'elles s'accordent complètement, avec les premières ou les secondes.

Il existe des causes qui font que les relevés se rangent en associations, en formations, et même en un ordre nettement défini; l'analyse écologique a pour but de les rechercher. Elle consiste à trouver les agents écologiques, qui varient parallèlement avec la végétation. C'est la quantité de chaux contenue dans le sol, qui chez nous, distingue essentiellement les formations; quant aux associations, elles sont dans les mêmes circonstances, définies d'après les relations qui existent entre l'irrigation du sol, et sa teneur en calcium. Les autres agents écologiques, n'ont pas une grande influence sur les différenciations de la végétation, sauf dans le cas, où leur intensité est supérieure à la normale. Un climat très sec ou l'inondation, peuvent annihiler considérablement l'influence des agents du sol.

Il est très important pour les recherches définitives, de disposer bien en ordre les différentes espèces, sur le tableau des relevés, ce qui permet, d'examiner et d'apprécier les relations qu'elles ont entre elles, ainsi que leur dépendance vis-à-vis des agents écologiques. On peut distinguer ainsi exactement et plus facilement les unités géobotaniques, comparer les relevés et les analyses écologiques. Je sépare les plantes différentes d'après le degré de leur sociabilité, c'est-à-dire, selon

la fréquence de l'apparition sur les relevés de deux espèces, par comparaison avec la fréquence générale de chaque espèce que nous comparons. Le calcul de cette corrélation, se fait de la même façon que celui des coefficients de ressemblances dans les relevés. La valeur (a) correspond à la somme des unités de la plante en question, sur tous les relevés, la valeur (b) la somme des relevés avec d'une autre espèce, et (w) indique le nombre des relevés sur lesquels on a trouvé les deux plantes que l'on a comparées. Malgré les difficultés qui résultent de la présence plus ou moins fréquente des plantes examinées à ce point de vue, on réussit pourtant à les classer d'une façon satisfaisante, d'après le degré de leur sociabilité. Seules les plantes rares, se trouvent alors placées d'une façon totalement indépendante d'elles-mêmes, et des espèces plus communes. Ce classement des espèces d'après leur degré de sociabilité, fournit une base très précieuse, pour les analyses sociologiques et écologiques, car les groupes d'espèces correspondants aux formations particulières se distinguent de suite très clairement, tandis que les associations ne s'y remarquent qu'à peine ou pas de tout. Comme les espèces qui se rangent les unes près des autres, ont évidemment les mêmes ou semblables exigences écologiques, et qu'ainsi toute la végétation en dépend, ces données nous serviront de base pour la comparaison et l'appréciation des divers agents écologiques, pour l'écologie des espèces spéciales, et pour l'étude de leur groupement dans la nature.

Dans chaque formation, il existe un groupe principal d'espèces auquel j'ai donné le nom de „charpente principale“ et des espèces supplémentaires ordinairement assez nombreuses mais peu communes, qui jouent un rôle peu important dans la formation des plantes. Les contours de la „charpente principale“ se trouvent sur le tableau des coefficients de sociabilité; ils sont peu distincts sur le tableau des relevés. Par conséquent, la limite entre le groupe principal des espèces et les espèces supplémentaires, n'est pas très nettement tracé. Généralement la somme des coefficients de sociabilité n'est pas élevée, ce qui prouve que d'habitude, la sociabilité des espèces n'est pas très grande. Les plantes communes, mais non dominantes, et qui ne forment pas de colonies étendues, ont les coefficients de sociabilité les plus élevés. Celles qui sont abondantes et dominantes, n'acusent pas de hauts degrés de sociabilité avec aucune des autres espèces; de même que pour les plantes rares, nous voyons donc que les espèces se rangent dans un ordre déterminé.

Cela permet de répartir la végétation de chaque relevé d'après la place occupée par les différentes espèces dans des formations particulières. Un relevé fait dans une formation pure, n'indiquera seulement que les espèces fidèles qui se présentent en groupes assez denses.

Dans un relevé à végétation complexe, les espèces seront disposées sur le tableau des relevés d'après leur appartenance à des formations particulières; ils se rangent par la méthode même, séparément les espèces propres à la formation principale, ainsi que celles qui sont en supplément, et ceci également, d'après leur appartenance aux formations particulières. Sur un relevé de steppe comprenant en plus des plantes propres aux prairies et aux forêts, se rangent séparément les espèces des steppes, celles des prairies et celles des forêts.

Un tableau sur lequel les relevés sont disposés d'après leur coefficient de communauté, et les espèces d'après le coefficient de sociabilité, présente une image extrêmement claire, qui se prête à une analyse complète, au point de vue de la sociologie, de l'écologie, des phénomènes de succession, de l'influence de l'homme, du rôle des différents arbres, de leur influence sur les étages inférieures de la végétation, ainsi que des autres relations qu'ils peuvent encore avoir. Comme ce tableau est disposé d'une façon complètement objective, nous pourrions procéder à cette analyse, avec une grande objectivité.

Le but principal que nous poursuivons, consiste dans l'analyse de la distribution des unités vraiment essentielles, c'est-à-dire des différentes espèces; elle sera basée sur nos conclusions synthétiques. Si l'analyse est exacte, la synthèse doit correspondre aux unités collectives qui existent dans la nature, et en donner l'explication. Nous rencontrons cependant dans ces recherches une difficulté très sérieuse, notamment à cause de notre ignorance au sujet de l'écologie spéciale aux différentes espèces, et sans cette connaissance, nous ne pouvons qu'élaborer un travail sans intérêt. L'étude de l'écologie des espèces, rencontre de grandes difficultés, car il s'agit de corrélations très complexes, qui varient presque avec chacune d'elles. En premier lieu, il faut rechercher parmi des agents déterminés, celui auquel la plante donnée est le plus sensible. Dans les conditions habituelles des recherches, c'est une tâche impossible, parce que la distinction des associations est une entreprise très difficile et subjective que nous ne pouvons même pas évaluer et il nous est aussi impossible de nous rendre compte de l'action des agents écologiques suivant les différentes stations. Seuls, les groupements de plantes déterminés avec une précision absolue, peuvent être coordonnés avec les agents écologiques dont ils dépendent. Nous considérons comme étant essentiel pour chaque groupement, l'agent qui lui est absolument nécessaire et qui varie parallèlement avec les variations de la végétation. L'agent qui change bien que le tapis végétal ne soit pas modifié, ou qui varie en même temps que celui-ci, mais d'une façon différente, n'a guère d'importance dans ce cas. Pour chaque agent nous devons tenir compte de son intensité, de son optimum, de son maximum et de son minimum, et il est aussi néces-

saire de connaître les agents écologiques spéciaux, et la façon dont ils agissent sur certaines plantes. Nous manquons donc de renseignements, au sujet de l'écologie des plantes, et des agents qui les influencent. Une mauvaise conception des agents écologiques est une des causes qui rendent tout travail sérieux absolument impossible. Pourtant, comme nous avons découvert d'une manière incontestablement objective, la façon dont sont groupées les plantes et que celle-ci dépend sans aucun doute de leur écologie, et la présence des agents écologiques, nous pouvons d'une manière strictement inductive, rechercher les dépendances qui existent entre l'écologie et la distribution des plantes. J' ai donné à cette façon de procéder, le nom de méthode d'analyse causale.

Le sol et le climat constituent les agents écologiques; on ne sait jamais d'avance, comment chacun d'eux agit dans les différents cas, mais pour de nombreuses raisons, on admet que le climat est celui qui est le plus important pour la végétation. On a donc d'une manière déductive, posé le problème suivant: quelles sont les relations qui existent entre le tapis végétal, et le climat, aussi pour l'Europe centrale. Un examen plus approfondi, de la dépendance qui existe entre les plantes et le climat dans les contrées limitrophes, entre la Podolie et la Volhynie, au centre de l'Europe, sur les limites des steppes et des forêts, ainsi que de l'habitat d'un grand nombre de plantes, principalement du Hêtre et du Pin, au leurs limites de distribution démontrent que la dépendance entre les groupes de plantes, la distribution des espèces spéciales, et le climat est très faible. Il est bien visible ici, que sur certaines pentes, le climat est très différent, et pourtant, la dépendance des groupes de plantes envers celui-ci, n'est qu'indirecte, et elle n'est pas marquée dans les aires des plantes spéciales, surtout pour les arbres. L'uniformité de la végétation dans les plaines, et sa grande différenciation dans les localités montagneuses et très accidentées, dépend moins du climat que de l'irrigation du sol. Le climat exerce une grande influence sur la végétation, mais dans notre pays, ce n'est en premier lieu que par son influence au sol. Dans les localités en question, il n'y a à proprement parler aucun rapport entre la végétation et le climat qui y est très différencié. Malgré cela, si nous dessinions sur les cartes géographiques, les contours qui limitent les habitats des plantes, les lignes climatiques, et les formations ou les associations des plantes, la concordance entre ces lignes serait très distincte. Dans la partie spéciale de ce travail, je reparlerai plus longuement de cette question.

En se servant des méthodes employées jusqu'à présent, on ne peut établir aucune relation directe entre les diverses espèces de plantes et leurs groupements, avec les différents types et genres de sol, distingués par la pédologie. Mais, si nous coordonnons les groupements de

plantes classés objectivement, d'après un classement spécial du sol, en rapport avec son action sur les plantes, cette relation nous paraîtra extrêmement distincte. Le classement habituel des différents sols n'a pas une grande importance pour la géobotanique, par suite de la difficulté qu'on éprouve généralement à ce sujet, par celui même, que la pédologie considère avant tout, les terres labourables. La morphologie et la composition physique et chimique du sol, ne sont pas essentiellement indispensables pour la végétation. C'est la composition des substances nutritives contenues dans le sol, qui constitue l'agent principal pour les plantes, car c'est la seule chose qui agisse sur elles. Pourtant, les états chimiques et physiques exercent une influence sur substances nutritives renfermées dans le sol, car bien que d'une façon indirecte, ils agissent sur la végétation. Pour l'étude de la géobotanique, il est alors nécessaire de connaître la composition de l'eau dans le sol; elle est cependant très difficile à analyser, car une fois extraite, elle perd ses propriétés essentielles. Ce que l'on peut conclure de la composition de l'eau, d'après l'analyse chimique et physique du sol, ne nous renseigne pas suffisamment, surtout, parce que dans le sol, elle est continuellement en mouvement, ce qui dépend en grande partie de la végétation elle-même. Il faut donc prendre en considération, non tant la quantité de l'eau dans le sol, mais bien son affluence, et l'irrigation qui en résulte, et se rendre compte comment elle s'accomplit et quelle est sa provenance.

Dans le processus de podsolation du sol, l'eau provient le plus souvent de pluies, elle est peu nutritive, et entraîne l'acidité du sol. Le processus de la podsolation du sol, dépend de sa composition, de son relief et du climat; il s'effectue le plus rapidement, dans les terrains formés d'éléments à gros grains, c'est-à-dire, dans les sables, sur des sols dépourvus de calcaire, dans un climat froid et humide. Sur les sols podsolés, la végétation ne dispose que de peu substances nutritives, et est d'ordinaire oligotrophe. Par suite de cette rareté de produits contenus dans l'eau, elle est très sensible au manque d'humidité, et par le fait, elle présente ordinairement, un aspect xérique. A ce groupe, appartiennent les forêts oligotrophes formées ordinairement de Pins, les tourbières et aussi sans nul doute, les bruyères, que nous considérons chez nous, comme rattachées à la végétation atlantique.

Les sols formés de petits grains, principalement les argiles, gardent bien l'eau, entravent sa circulation, et par le fait, sa podsolation. Ce sont des terrains le plus souvent, d'une fertilité moyenne, bien que leur surface puisse être aussi podsolée. Ils sont couverts de forêts mésotrophes, ou de prairies, suivant l'éclairage, et aussi d'après certains autres agents climatiques. Cette végétation est en rapport avec une irrigation stable, et avec des variations peu importantes du sol; elle est par le

fait même, très sensible à changement du sol, au climat, ainsi par exemple, qu'à la coupe des forêts.

Dans un climat sec et chaud, le mouvement ascendant de l'eau, l'emporte sur celui de sa pénétration dans le sol, du moins, quant à son action sur sa composition, car si le sous sol est fertile, il amène à la surface des substances nutritives. Sur ces sols, s'étendent des steppes, ou se développe une végétation halophile ou désertique. Par suite de la présence dans l'eau, d'une quantité suffisante d'éléments nutritifs, les plantes qui poussent dans ces conditions, sont relativement peu sensibles à la sécheresse, car la diminution de l'évaporation, n'entraîne pas pour elles, un besoin de nutrition. C'est la raison pour laquelle, beaucoup de plantes spéciales aux steppes, ne possèdent pas une structure adaptée à la sécheresse. La disparition totale de l'eau dans le sol, comme on l'observe justement dans les steppes, détermine des changements brusques, tels que la mort des parties aériennes de la plante.

La classification des sols en podsoles oligotrophes, en mésotrophes, et enrichis par suite de l'évaporation de l'eau, correspond très bien à la division de la végétation: en forêts oligotrophes formées de conifères, en forêts mésotrophes composées d'espèces foliacées, et en steppes. Le climat, exerce une très grande influence sur la formation du sol, et la végétation se ressent de sa constitution. Une étude plus approfondie de la constitution du sol, de ses différents niveaux, de sa fertilité, de son irrigation aux différents mois de l'année, et la végétation qui le recouvre, démontre qu'il existe aussi, même dans les détails, une relation très étroite entre la végétation et la constitution du sol. Dans le cas, où la structure du sol est étagée, par exemple, dans les terres qui sont podsolées à la surface, et fertiles en dessous d'elle, ou encore qui irriguées par une eau fertile, on observe une végétation particulière, qui correspond à toutes ces conditions. Ceci nous explique, comment on peut alors observer, un mélange inattendu de plantes, les unes spéciales aux steppes, les autres aux prairies, tandis que d'autres encore, sont particulières aux forêts, où ne se rencontrent que dans les marécages. L'étude de la végétation, et l'analyse du sol, constituent la méthode la plus féconde, pour les recherches causales de la géobotanique. Les sols uniformes, surtout ceux qui sont oligotrophes, produisent une végétation monotone, tandis que ceux qui sont étagés, ou disposés en mosaïque, sont recouverts d'une flore riche et variée.

L'appréciation des influences diverses que peut avoir le sol, n'est possible qu'à la condition de connaître le sens de l'écoulement de l'eau, sa provenance, et les conséquences qui en résultent, toutes circonstances qui dominent la géobotanique. Nous pouvons souvent, nous faire une

idée de la circulation de l'eau d'une manière indirecte, en nous basant sur la structure géologique et pétrographique, sur l'hydrologie, le relief du terrain, les variations du climat, ainsi que sur les sciences fondamentales, chimiques et physiques. Il est important aussi, de se rendre compte du parcours suivi ensuite par l'eau, surtout si elle a été filtré à la surface, de savoir si en s'évaporant, elle abandonne les substances dont elle est chargée, si elle est absorbée par les plantes, ou bien, si en s'écoulant, elle entraîne avec elle les éléments qu'elle a dissout, et peut-être même, en lavant le sol. En nous basant sur ces données, nous pouvons, commencer à comprendre d'une manière exacte, l'écologie des plantes, oligotrophes, des prairies, des forêts, des steppes et de marécages. Nous nous apercevons ainsi, que nos notions sur l'écologie des plantes, et sur l'importance du sol, étaient jusqu'à présent trop superficielles. Nous commençons à nous rendre compte, pourquoi la steppe possède souvent une végétation si riche et si variée, comment elle change au cours des diverses saisons, et pourquoi, la forêt oligotrophe et la tourbière, sont d'ordinaire si pauvres sous ce rapport; le problème de la distribution des formations se résout ainsi d'une façon très claire et très simple.

Pour des recherches plus détaillées, il faut encore tenir compte des mouvements de l'eau, parallèlement à la surface de la terre suivant les circonstances, et les changements qu'elle peut subir dans son parcours. Ils varient, produisent des effets différents, dans les plaines et sur les pentes des collines, où l'eau s'écoule d'une façon différente que sur les hauteurs qui sont planes. La quantité de calcaire contenue dans le sol, joue un rôle très important dans les divers modes d'irrigation. Les ions du calcium, ont une influence spécifique sur la structure du sol, et sur ses propriétés physiques, telles l'hydrophobie, la perméabilité, et d'autres encore. Il n'est donc pas étonnant, que la teneur du sol en chaux exerce une si grande influence sur la végétation, bien qu'elle ne soit surtout qu'intermédiaire. Comme cette teneur dans le sol, est à peu près parallèle à son degré d'acidité, c'est la quantité de calcium qui détermine au plus haut point sa fertilité. Quand le calcaire a été entraîné par l'eau, le sol se modifie rapidement, de là, les différences si prononcées qui existent entre les diverses formations végétales. L'humus entre aussi, pour une grande part, dans les réactions du sol; sa quantité évaluée seule, n'a presque aucune importance pour la végétation, mais c'est le degré de son impregnation par la chaux ou par d'autres substances alcalines ou acides, qui a pour les plantes, une importance primordiale.

Nous voyons donc, que pour la géobotanique, l'examen des substances qui entrent dans la composition du sol — qui diffère à un certain degré de celui qui est pratiqué dans la pédologie — est aussi important, que l'étude du tapis végétal.

Sans l'examen du sol, la géobotanique, n'est qu'une accumulation de faits dépourvus de réelle valeur scientifique. Ce n'est qu'en nous basant sur ces recherches combinées, que nous pouvons apprécier à leur juste valeur les phénomènes de la succession, de la valeur réelle de l'association, de la repartition des groupements de plantes ainsi que la connaissance de celles qui les caractérisent. Comme les associations de plantes dépendent, au moins dans le terrain exploré, des conditions de l'irrigation, et que celles-ci changent continuellement, il n'est pas étonnant que ces associations ne peuvent pas se délimiter exactement. L'étude du climat, n'est donc utile que si elle est basée sur ses relations avec le sol.

Nous sommes donc parvenus, à distinguer d'une façon précise, les groupements de plantes, et les agents écologiques, mais seulement dans leurs grandes lignes. Il s'agit maintenant, de connaître ce qu'il faut faire, pour les étudier en détail. Avant de décrire la méthode à employer dans ce but, nous devons encore donner des renseignements au sujet de quelques faits, avant tout, pour élucider la raison de la rareté ou de l'abondance de plantes, ainsi que de leurs groupements et de leurs variations suivant les étages.

Un examen plus complet de causes de la rareté des plantes, ou de leur abondance, sur les limites de la Podolie, démontre que ni leur vitalité, ni leurs moyens de multiplication et d'ensemencement, ne peuvent être invoqués pour expliquer leur rareté, pas plus que les agents historiques et sociaux ne peuvent en être la cause. La cause essentielle consiste dans le fait que certaines plantes ne peuvent se développer que dans des milieux écologiques spéciaux auxquels elles sont étroitement adaptées. Si l'ensemble de tous les agents favorables à une plante se rencontre rarement, elle sera rare par le fait, malgré l'abondance de ses semences et des moyens de leur dissémination. Les plantes communes sont simplement celles qui s'accommodent des agents les plus répandus dans le sol. La „charpente principale“ de la végétation est liée aux types de sol les plus répandus et qui occupent de vastes étendues, tandis que les espèces rares, ne végètent que sur des sols que l'on rencontre rarement. Une affluence d'eau souterraine, un apport d'éléments rocheux, la fertilisation par le fumier des animaux etc., favorisent l'apparition d'espèces très ou assez rares. Ces diverses circonstances, nous permettent en général, de séparer les espèces rares de l'ensemble de la végétation, et elles nous fournissent des données très précieuses, pour déterminer les conditions qui dominent dans la localité en question, et elles nous serviront pour une analyse détaillée des groupements et des espèces particulières.

Les groupements de plantes disposés par étages, principalement les forêts, sont ordinairement considérés comme uniformes et l'on

croit même, que différentes espèces herbacées caractérisent certains types de forêts; celles des Hêtres, des Chênes, des Pins, ou qui encore, sont formées de différents arbres. Cependant, la concordance des opinions à ce sujet, est surtout due au hasard. Il n'y a le plus souvent, que certains ensembles de forêts, qui ont été conservés jusqu'à notre époque, pour la plupart, dans des endroits impropres à l'agriculture; on y rencontre ordinairement une végétation spécifique, aussi bien pour les arbres que pour les herbes. Sur le terrain étudié par moi, on rencontre des forêts différentes sur des sols variés dans des conditions et des situations diverses. Une étude plus approfondie de ces forêts, faite aussi bien dans la nature, qu'en prenant comme base le tableau des relevés nous prouve d'une façon incontestable, qu'il n'existe aucune dépendance entre la végétation des arbres et celle des herbes, et de plus, on trouve un ensemble identique de plantes, sous des arbres d'essences différentes. Dans le cas évidemment, où nous ne considérons pas la forêt en général, mais la dépendance des herbes en rapport avec les espèces de divers arbres, la litière des feuilles de divers arbres, de l'intensité de la lumière, ainsi que certains autres agents.

C'est d'ailleurs une chose évidente, puisque la végétation dépend du substratum, et que celui-ci comprend différents niveaux. Chaque étage de végétation, est d'après la profondeur de son enracinement, lié à un niveau différent du sol. On observe plus souvent, certaines dispositions particulières d'étages de plantes, par le seul fait que le niveau qui leur correspond dans le sol, est le plus fréquent, et qu'il en est ainsi, à cause des substances qu'il renferme. Quand un arrangement spécial du terrain occasionne une disposition anormale de ces éléments, les étages de la végétation sont modifiés dans le même sens. On rencontre donc rarement un herbage de steppe dans une forêt de Hêtres, tandis qu'il est un peu plus fréquent, dans les forêts de Chênes ou de Pins. La steppe est rare dans la forêt, car le sol y est rarement très calcaire jusqu'à sa surface. Sous l'ombrage des Pins, on trouve le plus souvent une végétation oligotrophe, car la constitution du sol qui leur est le plus favorable, l'est de même pour ce mode de végétation. Pour le Pin, c'est la perméabilité du sol qui la constitue, et elle contribue en même temps à acidifier le sol. L'étage des arbustes, ne dépend ni des arbres, ni de l'herbage. Les arbres atteignent le niveau le plus profond, les arbustes un étage moindre, et la végétation herbacée ne descend pas en dessous du niveau supérieur. Les sols podsolés, ont par suite de cette disposition, une différenciation prononcée des niveaux du sol, avec des étages de végétation bien stabilisés. Dans les terres où les niveaux ne se distinguent pas bien nettement, les relations entre les étages de végétation, sont beaucoup plus variées. Dans les steppes,

le sol n'a ordinairement, pas de niveaux différenciés, aussi il n'existe pas de dépendance entre les divers étages de végétation. Nous trouvons là cependant souvent une dépendance prononcée de l'irrigation.

La disposition en étages, se remarque aussi très nettement, dans les plantes herbacées; elle dépend aussi, bien distinctement, des conditions du sol, car les unes s'enracinent près de la surface, les autres plus profondément. La végétation des plaines, est plus monotone, et plus pauvre, par suite des conditions plus uniformes du sol. Par contre, dans les contrées montagneuses, où le sol est variable, la végétation est aussi plus variée. Les relations entre les divers étages, et certaines plantes, exigent, si l'on veut entrer dans les détails, des recherches précises et rigoureusement inductives, à l'exclusion d'opinions préconçues, alors même, qu'elles paraissent évidentes.

Il est important pour la géobotanique contemporaine, surtout, si on l'étudie d'après les méthodes employées dans la sociologie des plantes, de comprendre, ce qui est en réalité une association. Quand on emploie la méthode statistique, les associations s'inscrivent très distinctement sur le tableau des relevés, bien que les coefficients de ressemblances, soient peu élevés; nous devons donc en rechercher les causes. Il est évident que le hasard ne joue pas un grand rôle dans la distribution des plantes. Les relations de quantité, telles celles des espèces différentes, n'ont pas non plus, une grande influence sur le niveau de ces coefficients. Ils se trouvent avant-tout diminués grâce aux espèces étrangères aux associations, aussi, à cause des plantes plus rares, adaptées à des substratum spéciaux, et surtout, quand on étudie en même temps, tous les différents étages de la végétation. Les arbres, par suite de leur abondance, peuvent réunir en un seul, des associations de relevés assez différents, quant aux herbages; on peut les considérer comme uniformes ou comme formant des associations différentes, car l'association, est un complexe à construction verticale. Pour ces recherches, il faut s'occuper séparément de chaque étage, mais il est cependant nécessaire, de les indiquer tous sur le tableau, pour beaucoup de raisons, entre autres afin d'étudier leurs relations réciproques. De plus, la plus grande partie des relevés de végétation, sont des complexes pour une construction horizontale, car les plantes spéciales à certaines substratum, se joignent à la charpente principale; l'association à vrai dire n'existe pas. Une distinction précise, est donc impossible, et elle n'est que faiblement établie dans la méthode statistique. Il est cependant possible et très utile, de distinguer des associations concrètes pour l'ensemble d'un terrain donné. Donc, les associations n'existent pas d'une manière abstraite et générale, bien qu'on les observe dans des cas concrets. On pourrait comparer les associations de plantes, à un métier

très complexe, et l'association concrète, à une race, ou encore à une population, qui pour des raisons quelconques serait composée d'une foule des divers méteils possibles. On rencontre certains groupements des plantes, plus souvent que d'autres, mais dans les cas particuliers, il est possible qu'il se forme une association d'espèces rencontrées exceptionnellement. Ce n'est qu'à l'aide des méthodes statistiques, qu'on peut distinguer avec une précision suffisante, les associations de plantes. Les méthodes subjectives, simplifiées par toutes sortes de schèmes, sont inadmissibles et même nuisibles à notre science.

Dans la géobotanique, la formation seule, paraît-être une unité réelle; il est aussi facile de la distinguer par les méthodes statistiques, que de la reconnaître dans la nature, et c'est par là qu'il faut commencer les recherches géobotaniques. Les associations, ne sont que des déviations des formations ou des groupements d'espèces communes avec les plus rares, qui appartiennent parfois, à d'autres formations. L'école franco-suisse, distingue des associations qui se rapprochent des formations, et c'est ainsi, qu'elle y signale les espèces fidèles, mais il est impossible par cela même, de reconnaître des unités plus petites. L'école scandinave, conçoit l'association d'une façon plus restreinte, au moyen d'une méthode plus spéciale, et plus précise mais schématique. C'est pourquoi, la méthode de l'analyse différentielle de Czekanowski, est la seule qui soit exacte, pour l'étude de la géobotanique.

Il nous reste encore, à étudier l'écologie, et la distribution des espèces particulières. L'écologie d'une espèce, est définie par la place qu'elle occupe, dans une formation déterminée, puis qu'elle doit être contenue dans la sphère de l'écologie de cette formation. Parfois cependant, l'espèce dépasse les limites, ou encore, elle s'en détache, comme on le voit pour les arbres et pour les arbustes; de plus, la plupart des espèces ne se rencontrent que dans une partie de la formation. La présence d'une plante dans une association, nous fournit encore d'autres indications sur son écologie, mais elles sont moins certaines déjà, pour la seule raison, qu'il est difficile de délimiter l'association. Nous sommes donc obligés d'avoir recours à d'autres méthodes.

On se trompe souvent, quand on se base sur l'aspect de la plante et sur son aire, quand on décrit son écologie, et même, quand on donne une analyse exacte du sol. Nous savons déjà, qu'on ne peut se baser sur la sécheresse d'une station, pour affirmer qu'une plante est xérophile, pas plus qu'on ne peut dire que celle qui végète sur un terrain humide, appartient aux hygrophiles. L'accès de l'eau à la plante, dépend non seulement de son abondance, mais aussi de sa réaction, de ses mouvements, de la composition des substances nutritives qu'elle ren-

ferme, et de la température: enfin, placées dans les mêmes conditions, quelques plantes ne réagissent pas de la même façon.

Une assez bonne méthode pour l'étude de l'écologie des plantes spéciales, consiste dans la recherche de leur distribution, en se basant sur un tableau de relevés, convenablement disposés, c'est-à-dire, en employant la méthode de l'analyse détaillée. Comme nous possédons des relevés où les espèces sont classées conformément à leur distribution dans la nature, et que cet arrangement, résulte du classement des agents écologiques, d'après leur importance pour les plantes, il n'y a plus qu'à noter les particularités que présente une disposition aussi régulièrement établie. Il faut d'abord rechercher quel est l'agent qui accompagne chaque espèce, et savoir s'il est parallèle à sa distribution et à son abondance, ou bien, chose très importante, s'il fait défaut en même temps qu'elle, tandis qu'un agent qu'on ne observe pas toujours avec elle, n'en a certainement qu'une très faible. Nous pouvons maintenant comprendre pourquoi, l'étude détaillée des agents écologiques dans les diverses stations, possède une si grande importance.

Dans l'analyse détaillée des relevés, nous considérons d'abord les espèces accessoires, étrangères à l'association; elles se rangent sur le tableau des relevés, ordonné d'après la méthode que je viens de décrire, sur les ailes des groupes principaux de plantes, et nous essayons d'expliquer la présence de celles qui sont étrangères, d'après l'influence des agents écologiques qui leur correspondent. Ces agents ne sont évidemment ordinaires dans la localité en question, car ils amènent la présence des plantes étrangères à l'association; et ils exercent certainement aussi une influence sur le reste de la végétation. Celle-ci se trouve probablement indiquée dans la composition de la charpente principale, et avant tout, dans les notes concernant la présence des espèces plus rares. Nous examinerons ces espèces à part, et nous tâcherons aussi, d'expliquer leur apparition, par la présence d'agents qui leur sont favorables, et c'est dans la charpente des espèces que nous pouvons nous rendre compte de leur influence. En procédant ainsi, nous notons beaucoup de données importantes, par rapport aux diverses espèces. Comme nous analyserons de même chaque relevé, et chaque espèce, chacun des relevés suivants, contrôlera pour ainsi dire les données obtenues auparavant, et cela pour chaque espèce, aussi présente qu'absente sur le relevé.

Ce contrôle se poursuit, en examinant la place de chacune d'elles sur l'ensemble de tous les relevés. Nous comparons de nouveau, la façon dont chacune se comporte à l'égard des divers agents que nous connaissons par la description des

relevés que nous avons déjà examinés, en analysant les espèces qui les composent, et nous rassemblons ainsi, un matériel considérable d'observations.

Les données que nous avons obtenues, n'ont évidemment qu'une valeur relative pour les comparaisons. Il s'agit ensuite de les confirmer, de les approfondir ou de les modifier, à la suite des recherches poursuivies en employant d'autres méthodes, avant tout, par l'expérimentation. Toutefois, l'étendue de ces expériences est nettement limitée, et elle est relativement restreinte. Nous n'étudierons pas, par exemple, l'influence de la lumière sur une plante qui y est peu sensible, et qui est au contraire, très sensible à l'irrigation du sol où à un de ses composants, provenant de la destruction d'une roche. Pour les plantes qui sont profondément enracinées dans le sol, nous ne analyserons que ses couches profondes.

Dans une analyse détaillée, les relevés qui ne sont pas „typiques", ont souvent plus d'intérêt que ceux qui le sont; ils ne forment évidemment pas d'associations, si nous les comparons à ces derniers. L'élimination de ces relevés, est utile dans la sociologie descriptive des plantes, mais très nuisible dans la géobotanique comprise dans un sens plus large.

La connaissance de l'écologie des plantes, nous permet maintenant, de faire une synthèse, de poursuivre les recherches géobotaniques, et avant tout, d'entreprendre une analyse géographique des aires des plantes. Les hypothèses inadmissibles et parfois sans fondement, vont être écartées, et des problèmes nouveaux souvent très importants, vont surgir. Nous allons considérer l'aire de l'espèce, avant tout, par rapport au sol, aussi bien dans le présent que dans le passé, en envisageant la distribution des groupements de plantes qui y correspondent, en rapport avec la disposition des agents écologiques. Ce n'est que dans le cas où malgré une large distribution des agents qui correspond à une espèce, celle-ci est cependant absente, que nous devons chercher s'il existe des influences historiques. Nous devons aussi, envisager les modifications de la végétation et dans le temps et dans l'espace, en nous basant principalement sur les changements dans la constitution du sol, dus à l'influence directe du climat. Ces données nous permettent d'expliquer très clairement, aussi bien la distribution générale de la végétation, que de plantes particulières, non seulement actuellement, mais encore très approximativement dans le passé.

Là méthode de l'analyse différentielle de Czekanowski, appliquée et étendue comme il faut, peut servir de base à la renaissance et au développement de la géobotanique. Fondée sur cette méthode, elle devient une science exacte, qui tend à expliquer les problèmes qu'elle nous pose, et bien souvent, elle y réussit. Elle supprime les

exagérations et les opinions uniquement personnelles, et unit les diverses branches de cette science. Elle est accessible à tous ceux qui possèdent une connaissance suffisante des plantes et des notions mêmes élémentaires de l'ensemble des méthodes employées dans la pédologie et dans l'écologie des plantes. Enfin, elle fournit une base solide pour la géobotanique appliquée, dont elle devient une science fondamentale, pour ses applications à l'économie des forêts, des prairies et des pâturages.



ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. I.

SECTIO C

1946—47

1. H. Raabe: Aparat jądrowy *Urostyla grandis* Ehrbg. Część I. Aparat jądra małego.
L'appareil nucléaire d'*Urostyla grandis* Ehrbg. Partie I. Appareil micronucléaire.
 2. N. Nicewicz, W. Nicewicz i R. Kowalik: Opis drobnoustrojów stwierdzonych drogą analizy bakteriologicznej w przewodzie pokarmowym pluskwy domowej, muchy domowej i karaczana wschodniego.
Description of microorganisms supported on the bacteriological analysis in the alimentary tracts of the bed bug, house fly and cockroach.
 3. J. Urbański: Równonogi (*Isopoda*) Województwa Poznańskiego.
Les Isopodes du district de Poznań.
 4. Zdz. Raabe: Recherches sur les ciliés Thigmotriches (*Thigmotricha* Ch. & Lw.) Sur un genre nouveau de la famille *Conchophthiridae* Kahl.
Badania nad wymoczkami z podrzędu *Thigmotricha* Ch. & Lw.
Nowy rodzaj wymocзка z rodziny *Conchophthiridae* Kahl.
 5. J. Mydlarski: Mechanizm ewolucji w odniesieniu do filogenezy człowieka.
The mechanism of evolution concerning human phylogeny.
 6. H. Raabe: Aparat jądrowy *Urostyla grandis* Ehrbg. Część II. Aparat jądra dużego.
Appareil nucléaire d'*Urostyla grandis* Ehrbg. Partie II. Appareil macronucléaire.
 7. J. Urbański: *Truncatellina claustralis* (Gredl) 1856. (*Moll. Pulm. Vertiginidae*) na Podolu.
Truncatellina claustralis (Gredl) 1856 (*Moll. Pulm. Vertiginidae*) en Podolie.
 8. W. Steślicka: Uzębienie Naczelných.
The dentition of Primates.
 9. J. Motyka: Lichenum generis *Usnea* studium monographicum. Pars generalis.
- Supplementum.
- J. Motyka: O celach i metodach badań geobotanicznych.
Sur les buts et les méthodes des recherches géobotaniques.

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWICZ
LUBLIN—POLONIA

VOL. II

SECTIO C

1947

1. J. Urbański: Krytyczny przegląd mięczaków Polski.
Revue critique des mollusques en Pologne.
2. W. Stęślicka: Stanowisko systematyczne człowieka z Ngandong.
The systematic position of Ngandong-Man.
3. Zdz. Raabe: Recherches sur les ciliés Thigmotriches (*Thigmotricha* Ch. & Lw.)
II. Espece nouvelle d'eau douce du genre *Ancistrina* Cheissin.
Badania nad wymoczkami z podrzędu *Thigmotricha* Ch. & Lw.
II. Nowy gatunek słodkowodny z rodzaju *Ancistrina* Cheissin.
4. K. Strawiński: Z badań nad biologią i występowaniem w Polsce *Neurotoma nemoralis* L. (*Hymenoptera, Lididae*).
Recherches sur la biologie et l'apparition en Pologne de *Neurotoma nemoralis* L. (*Hymenoptera, Lididae*).
5. T. Łaczyńska: Wpływ hormonu pyłkowego na rozwój owoców i nasion *Lilium regale*.
The role of the pollen hormone in the development of the fruit and the seeds in *Lilium regale*.
6. J. Urbański: Materiały do znajomości wyrosli okolic Gdyni.
Contributions à la connaissance des zoocécidies des environs de Gdynia.

Supplementum II.

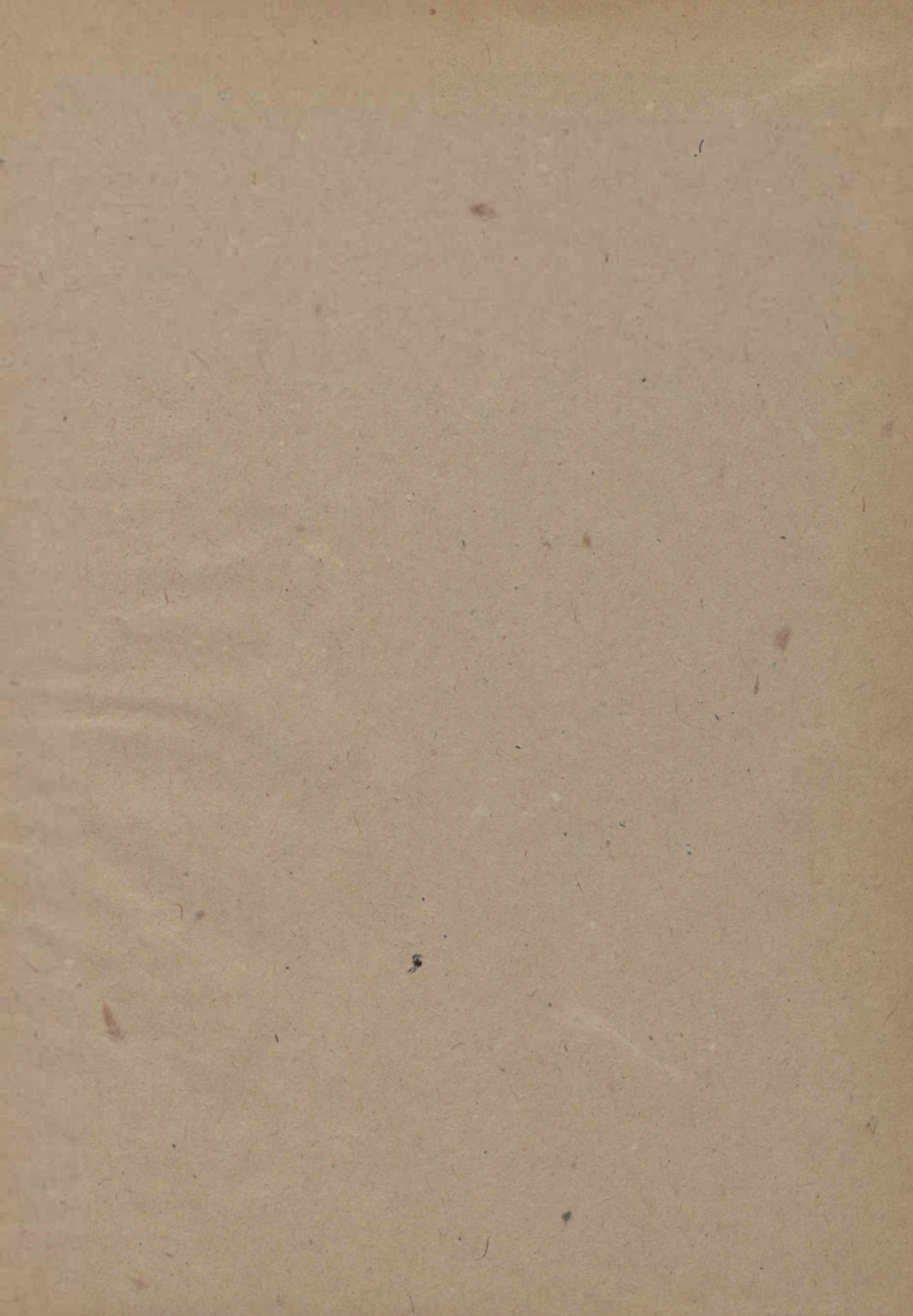
- G. Brzęk: Historia zoologii w Polsce do roku 1918 część I. i II.
History of Zoology in Poland till 1918. Part I. and II.

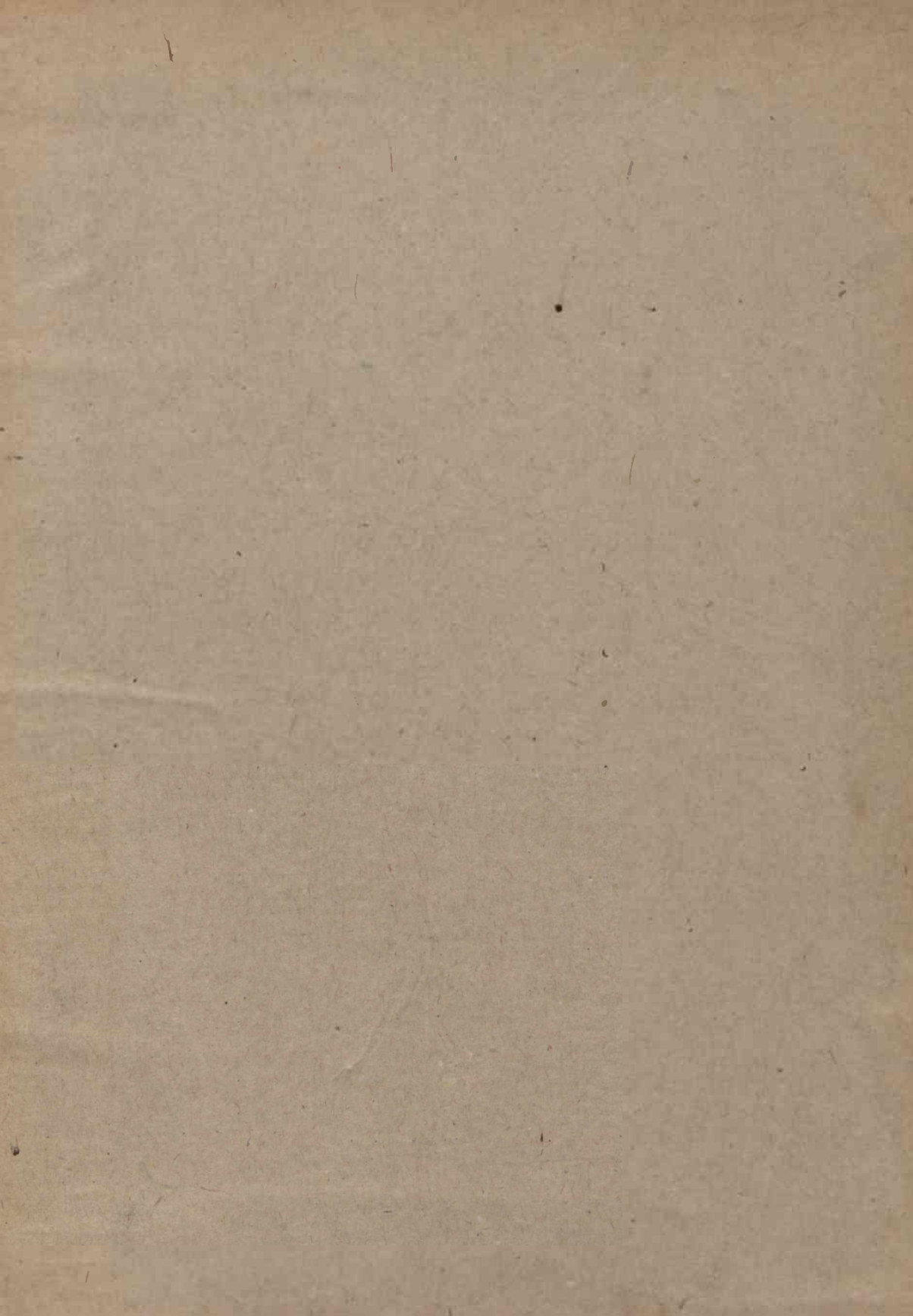
Supplementum III.

- J. Motyka: Rozmieszczenie i ekologia roślin naczyniowych na północnej krawędzi Podola Zachodniego.
La distribution et l'écologie des plantes vasculaires sur la limite septentrionale de la Podolie Occidentale.

w przygotowaniu — en préparation:

- J. Mydlarski: Mapa antropologiczna ludności Karpat.
Anthropological Map of the Carpathian Population.
- T. Łaczyńska: Wpływ niskich temperatur i kolchicyny na mechanizm podziałów mitotycznych u *Allium cepa* i *Hordeum vulgare*.
The action of colchicine and different temperatures on roots of *Allium cepa* and *Hordeum vulgare*.
- M. Chomiak: Mięsień policzkowy (*musculus buccinator*) u przeżuwaczy (krowa, owca, koza).
The Buccinator Muscle in Ruminants (cow, sheep and goat).
- J. Urbański: *Aeschna subarctica* Walker (*Odonata, Aeschnidae*) w powiecie kartuskim.
Aeschna subarctica Walker (*Odonata, Aeschnidae*) dans le district Kartuszy.
- J. Urbański: Notatki odonatologiczne z Bułgarii.
Notes odonatologiques de la Bulgarie.
- Zdz. Raabe: Drogi przystosowań morfologicznych do życia pasożytnego wśród wymoczków.
Les voies des adaptations morphologiques à la vie parasitique chez les ciliés.





suplement
MARIJ CURIE-SKŁODOWSKIEJ
w Lublinie

4062 1

CZASOPISMA

1947