

Instytut Biologii UMCS  
Zakład Ekologii

Bogdan LORENS

**Analiza ekologiczno-statystyczna runa w strefie kontaktowej zespołów  
*Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 1959 em. Neuhausl 1969  
i *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929**

Экологично-статистический анализ травостоя контактной зоны ассоциаций  
*Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 1959 em. Neuhausl 1969  
и *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929

Ecological and Statistical Analysis of Herb-layer in the Contact Zone  
of *Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 1959 em. Neuhausl 1969  
and *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929 Associations

WSTĘP

Praca stanowi kontynuację badań na strefami kontaktowymi pomiędzy zbiorowiskami roślinnymi (7). Ma na celu dokonanie analizy ekologiczno-statystycznej strefy kontaktowej dwu fitocenoz leśnych, ustalenie, jakie czynniki siedliskowe powodują występowanie ich obok siebie, oraz zbadanie, w jaki sposób realizuje się przejście między tymi dwoma układami ekologicznymi. Ze względu na teoretyczne i praktyczne znaczenie strefy kontaktowej i współzależności układu szata roślinna—siedlisko, dalszym celem pracy jest dostarczenie materiału porównawczego dla głębszego poznania wyżej wymienionych zagadnień. Problematyka dotycząca tego tematu została przedstawiona w poprzedniej publikacji (7), omawiającej charakter granic pomiędzy zespołami *Peucedano-Pinetum* Mat. (1962) 1973 i *Quercu-Piceetum* (Mat. et Pol. 1955).

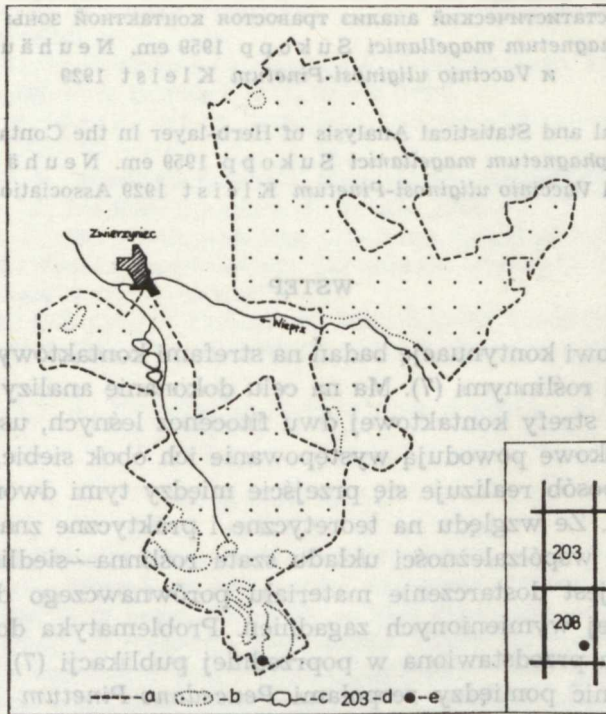
CHARAKTERYSTYKA TERENU

Badania terenowe przeprowadzono w lipcu 1982 r. na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego (ryc. 1) w oddz. 208 f byłego nadleśnictwa Zwierzyniec, w odległości 10 km w kierunku południowo-wschodnim od osady Zwierzyniec. Dokład-

niejszą charakterystykę tego terenu podaje Izdebski (1). Pod uwagę wzięto zespoły *Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 1959 em. Neuhäusl 1969 i *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929 oraz strefę kontaktową pomiędzy nimi.

W płacie zespołu *Ledo-Sphagnetum* drzewostan buduje karłowata (2—7 m wysokości), ok. 60-letnia, sosna zwyczajna. Warstwa krzewów nie wykształca się tu wcale. W runie dominują gatunki charakterystyczne rzędu *Sphagnetalia*: *Oxyccoccus quadripetalus* Gilb., *Eriophorum vaginatum* L., *Andromeda polifolia* L. i *Sphagnum magellanicum* Bird. Pod względem fizjonomii, składu florystycznego i ekologii badany fragment kontynentalnego torfowiska wysokiego nie odbiega od tego typu zbiorowiska opisywanego przez Izdebskiego (1, 3, 4) z terenu Rostocza Środkowego i Południowego.

Drzewostan asocjacji *Vaccinio uliginosi-Pinetum* tworzy średnio dorodna sosna, osiągając w wieku ok. 60 lat wysokość do 15 m. Warstwa krzewów jest słabo wykształcona i składa się głównie z kruszyny. W runie dominują: *Vaccinium uliginosum* L., *Vaccinium myrtillus* L. i *Pleurozium schreberi* (Willd.) Mitten. Charakterystykę boru bagiennego z Rostocza podał wcześniej Izdebski (2, 3, 4).



Ryc. 1. Mapa sytuacyjna Rostoczańskiego Parku Narodowego i miejsca badań; a — granica RPN, b — obszary leśne, c — ciek i zbiorniki wodne, d — numery oddziałów, e — powierzchnia badawcza

Situation map of the Rostoczański National Park and of place of investigation; a — borders of the Rostocza National Park, b — forest area, c — flows and water reservoirs, d — numbers of divisions, e — investigation area



## METODY BADAŃ

Analizę strefy kontaktowej oparto na metodach zaproponowanych przez Matuskiewicza (8). Pomiedzy typowymi placami torfowiska wysokiego i boru bagiennego wytyczono w prostej linii transekt, skladajacy sie z szeregu kwadratow o powierzchni 4 m<sup>2</sup>, scisle przylegajacych do siebie. Dla kazdego gatunku wystepujacego w kwadracie okreslano stopien pokrycia z zastosowaniem nastepujacej 11-stopniowej skali: do 5% — +, 6—10% — 1, 11—20% — 2, ..., 91—100% — 10. Calkowita dlugosc transektu wynosila 64 m, a szerokosc 2 m. Zawieral on 32 kwadraty kolejno ponumerowane; ich poczatek znajdowal sie w fitocenozie *Ledo-Sphagnetum magellanici*, a koniec w *Vaccinio uliginosi-Pinetum*. W co drugim kwadracie kopano odkrywki glebowe siegajace poziomu wody gruntowej, opisywano profile i pobierano probki gleby z kazdego poziomu genetycznego, w pozostalych kwadratach pobierano probki gleby z kazdego poziomu genetycznego do glbokosci ok. 50—55 cm.

Analizy glebowe probek, wykonane wedlug ogolnie przyjetych metod, obejmowaly: sklad mechaniczny — metoda areometryczna Casagrande'a w modyfikacji Proszynskiego, zawartosc substancji organicznej — przez spalanie w piecu muflowym, zawartosc prochnicy — metoda Tiurina, ilosc CaCO<sub>3</sub> — w aparacie Scheiblera, odczyn gleby — metoda elektrometryczna. Ponadto oznaczono: azot amonowy — metoda Kiejdahla, azot azotanowy — z brucyna, potas, sod i wapn — plomieniowo, fosfor — z foto-reksem, zelazo — z ortofenantrolina i magnez — z zolcienia tytanowa.

W typowych placach obu zespolow wykonano po jednym zdjeciu fitosocjologicznym, stosujac metode kraty Greig-Smitha. Krate stanowil kwadrat o boku 16 m (256 m<sup>2</sup>), podzielony na 64 kwadraty o powierzchni 4 m<sup>2</sup>. W kazdym z nich spisano wystepujace w runie gatunki roslin. W obu placach wykonano odkrywki glebowe, dokonano ich opisu oraz pobrano probki gleby do analizy.

Zebrany w ten sposob material uporzadkowano statystycznie i poddano analizie florystycznej. Opracowanie wykonano w 2 etapach: 1) analiza obu typowych fragmentow zespolow, 2) analiza florystyczno-statystyczna transektu i porownanie jej rezultatow z wynikami badan glebowych.

Analiza fitocenozy. W obydwu zdjeciach obliczono frekwencje w procentach dla kazdego gatunku, a nastepnie bezwzgladne roznicze frekwencji  $D_0$ :

$$D_0 = (f_1 - f_2)$$

W celu sprawdzenia istotnosci rozniczy porownano wartosc  $D_0$  z graniczna wartoscia  $D_{0,01}$  obliczona z wzoru:

$$D_{0,01} = t_{0,01} \sqrt{p \times q \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

gdzie  $p = \frac{f_1 + f_2}{2}$ ;  $q = 100 - p$ ;  $n_1$  i  $n_2$  — liczebnosci prob, na ktorych podstawie obliczono frekwencje (64);  $t_{0,01}$  — wartosc odczytana z tablic rozkladu funkcji t-Studenta dla poziomu ufnosci 99% przy  $v = n_1 + n_2$  stopniach swobody. Jezeli  $D_0 > D_{0,01}$ , to na poziomie ryzyka bledu 1% przyjeto, ze roznica jest istotna. Otrzymane wyniki posluzily do ulozenia tablic frekwencji gatunkow z podzialem na gatunki o frekwencji istotnie wyzszej w zespole *Ledo-Sphagnetum*, gatunki o frekwencji istotnie wyzszej w zespole *Vaccinio uliginosi-Pinetum* oraz gatunki rownoczalne i sporadyczne. Wspolczynnik  $D_0$  byl podstawa do obliczenia wartosci informacyjnych dla zespolu *Ledo-Sphagnetum* ( $I_a$ ) i *Vaccinio uliginosi-Pinetum* ( $I_b$ ):

$$I_a = \sum D_a \quad I_b = \sum D_b$$

Obliczono średnie wartości informacyjne obu badanych zespołów, oznaczając je symbolami  $\bar{I}_a$  i  $\bar{I}_b$ .

Dla wszystkich podstawowych powierzchni badawczych (4 m<sup>2</sup>) obliczono wartość waloru  $W$ , charakteryzującego udział gatunków istotnych dla torfowiska wysokiego lub boru bagiennego.

$$W_a = \frac{I_a}{I_a + I_b} \quad W_b = \frac{I_b}{I_a + I_b}$$

Dla obu zespołów obliczono średnie wartości  $\bar{W}_a$  i  $\bar{W}_b$ .

Analiza transektu. Wszystkie występujące w obrębie transektu gatunki roślin runa podzielono na 3 grupy pod względem frekwencji, podobnie jak na powierzchniach zdjęć podstawowych.

Dla każdego kwadratu obliczono wartości informacyjne  $I_a$  i  $I_b$ . Na podstawie tych wskaźników oraz walorów średnich  $\bar{W}_a$  i  $\bar{W}_b$  obliczono wartości waloru względnego  $W^*$  i reprezentatywności  $R$ :

$$W_a^* = \frac{I_a}{(I_a + I_b) \bar{W}_a} \quad W_b^* = \frac{I_b}{(I_a + I_b) \bar{W}_b}$$

Walor względny określa, jaki jest względny udział jednej i drugiej fitocenozy w danym kwadracie transektu w porównaniu z warunkami w zdjęciach. Reprezentatywność wykazuje, jaki jest procentowy udział elementów jednego i drugiego zespołu w runie danego kwadratu w transekcje. Wartości  $R$  obliczono według następujących wzorów:

$$R_a = \frac{I_a}{I_a} 100\% \quad R_b = \frac{I_b}{I_b} 100\%$$

W celu uzyskania pełnego obrazu stosunków florystycznych w obrębie transektu obliczono współczynniki podobieństwa florystycznego pomiędzy kwadratami na podstawie wzoru Sørensen. Diagram podobieństwa florystycznego kwadratów na transekcje został tak zbudowany, że jego lewa dolna połowa przedstawia podobieństwo obliczone na podstawie stopni pokrycia gatunków, natomiast prawa górna część — na podstawie ich frekwencji.

## WYNIKI

### 1. Analiza zespołów

Na powierzchni zdjęcia (256 m<sup>2</sup>) w zespole *Ledo-Sphagnetum* wystąpiło 21 gatunków roślin runa. Na podstawie frekwencji 8 spośród nich uznano za wyróżniające badaną asocjację (tab. 1). Najliczniej reprezentowane były kwadraty, w których wystąpiło 9—10 gatunków. Maksymalna liczba gatunków w kwadracie wynosiła 12. Średnia wartość informacyjna dla torfowiska wysokiego  $\bar{I}_a = 593,3$ , a średnia wartość waloru  $\bar{W}_a = 0,91$ . Płat badanego zespołu wykształcił się na glebie torfowej torfowiska wysokiego o profilu  $T_1 - T_2 - D$ .

Na powierzchni zdjęcia w zespole *Vaccinio uliginosi-Pinetum* stwier-



Tab. 1. Gatunki roślin występujące na powierzchniach zdjęć w zespołach *Ledo-Sphagnetum magellanici* i *Vaccinio uliginosi-Pinetum*  
 Plant species occurring on the surface of records in *Ledo-Sphagnetum magellanici* and *Vaccinio uliginosi-Pinetum* associations

| Gatunki<br>(Species)                                                                                                                                                       | f <sub>1</sub><br>% | f <sub>2</sub><br>% | D<br>% |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------|
| <b>Gatunki o frekwencji istotnie wyższej w Ledo-Sphagnetum (f<sub>1</sub>)</b><br>(Species having significantly higher frequency in Ledo-Sphagnetum)                       |                     |                     |        |
| <i>Andromeda polifolia</i> L.                                                                                                                                              | 100                 | -                   | 100    |
| <i>Sphagnum cuspidatum</i> Schimp.                                                                                                                                         | 100                 | -                   | 100    |
| <i>Oxycoccus quadripetalus</i> Gilb.                                                                                                                                       | 97                  | -                   | 97     |
| <i>Carex fusca</i> Bell & All.                                                                                                                                             | 88                  | 3                   | 85     |
| <i>Sphagnum magellanicum</i> Bird.                                                                                                                                         | 83                  | -                   | 83     |
| <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Salisb.                                                                                                                                       | 98                  | 19                  | 79     |
| <i>Ledum palustre</i> L.                                                                                                                                                   | 92                  | 48                  | 44     |
| <i>Eriophorum vaginatum</i> L.                                                                                                                                             | 100                 | 66                  | 34     |
| <b>Gatunki o frekwencji istotnie wyższej w Vaccinio uliginosi-Pinetum (f<sub>2</sub>)</b><br>(Species having significantly higher frequency in Vaccinio uliginosi-Pinetum) |                     |                     |        |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> L.                                                                                                                                              | 14                  | 100                 | 86     |
| <i>Vaccinium uliginosum</i> L.                                                                                                                                             | 17                  | 100                 | 83     |
| <i>Sphagnum apiculatum</i> Lindb.                                                                                                                                          | -                   | 81                  | 81     |
| <i>Dicranum undulatum</i> Turm.                                                                                                                                            | 3                   | 81                  | 78     |
| <i>Pleurozium schreberi</i> (Willd.) Mitten.                                                                                                                               | 22                  | 98                  | 76     |
| <i>Auacomium palustre</i> Schwagr.                                                                                                                                         | 9                   | 70                  | 61     |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.                                                                                                                                            | 2                   | 39                  | 37     |
| <i>Pinus silvestris</i> L. c                                                                                                                                               | 2                   | 25                  | 23     |
| <b>Gatunki równoliczne w dwu zdjęciach lub sporadyczne</b><br>(Species equal in numbers in both records or sporadic)                                                       |                     |                     |        |
| <i>Sphagnum palustre</i> Lindb.                                                                                                                                            | 58                  | 41                  | 17     |
| <i>Pohlia nutans</i> Lindb.                                                                                                                                                | 5                   | 2                   | 3      |
| <i>Carex stellulata</i> Good.                                                                                                                                              | 5                   | 2                   | 1      |
| <i>Scheuchzeria palustris</i> L.                                                                                                                                           | 5                   | -                   | 5      |
| <i>Calliergon cuspidatum</i> Kindb.                                                                                                                                        | 3                   | -                   | 3      |
| <i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Web.                                                                                                                                      | 3                   | -                   | 3      |
| <i>Carex vesicaria</i> L.                                                                                                                                                  | -                   | 3                   | 3      |
| <i>Polytrichum strictum</i> Smith                                                                                                                                          | -                   | 2                   | 2      |

dzono występowanie 17 gatunków roślin runa. Spośród nich 8 posiadało frekwencję istotnie wyższą w tym zespole (tab. 1). Podobnie jak w przypadku torfowiska wysokiego, największa liczba gatunków na podstawowej powierzchni badawczej wynosiła 12, natomiast kwadraty, w których wystąpiło 8—9 gatunków roślin, stanowiły zdecydowaną większość. Średnia wartość informacyjna wynosi  $\bar{I}_b = 443,3$ , podczas gdy średni walor obliczony dla tego zespołu  $\bar{W}_b = 0,89$ . Fitocenoza boru bagiennego rozwija się również na glebie torfowej o profilu  $A_L - A_F - T - D$ .

W świetle dużej skokowej zmienności parametrów glebowych wzdłuż transektu analiza gleby pochodzącej z typowych płatów obu zespołów nie wykazała znaczących różnic pod względem badanych właściwości. Istotne różnice wystąpiły jedynie w przypadku zawartości związków potasu, fosforu, azotu azotanowego i amonowego, przy czym gleba boru bagiennego okazała się ok. 2—3-krotnie zasobniejsza w te pierwiastki.

Na podstawie otrzymanych wyników możliwe jest porównanie obu typowych fitocenoz. Badane zespoły posiadają identyczną liczbę gatunków wyróżniających. Również maksymalne liczby gatunków stwierdzonych na podstawowej powierzchni badawczej są takie same. Duże podobieństwo zaznaczyło się także w przypadku liczby gatunków roślin w kwadratach oraz na całych powierzchniach zdjęć (256 m<sup>2</sup>). Istotne różnice pomiędzy obydwooma badanymi asocjacjami stwierdzono w przypadku składu gatunkowego runa, dzięki czemu każda z nich posiada własne lokalnie wyróżniające gatunki runa.

## 2. Analiza transektu

Uporządkowany materiał florystyczny z transektu zestawiono w tab. 2. Gatunki podzielono na 3 grupy pod względem frekwencji, a także zaznaczono ich ilościowość i liczbę w kwadracie. Uwzględniono również procent, jaki stanowią gatunki poszczególnych grup w stosunku do ogólnej liczby gatunków w kwadracie. Dane zestawione w tab. 2 wykorzystano przy analizie roślinności na transekcje.

Liczba gatunków roślin na podstawowych powierzchniach badawczych w obrębie transektu (ryc. 2) oscyluje w granicach 7—14. Najbogatsze pod względem florystycznym są kwadraty ze strefy kontaktowej (16—21), gdzie grupują się gatunki roślin należące do sąsiednich fitocenoz.

Liczby gatunków w kwadratach typowych fitocenoz są zbliżone do siebie, przy czym większe ich wahania zaznaczają się w przypadku torfowiska wysokiego.

Procentowy udział gatunków wyróżniających oba zespoły (ryc. 3) zmienia się wyraźnie wzdłuż transektu. Gatunki torfowiska w kwadratach 1—13 stanowią 70—80% całości runa. Począwszy od kwadratu 14 ich procentowy udział zaczyna systematycznie maleć do 10% w kwadracie 25. W obrębie powierzchni 28—30 ich udział wzrasta do ok. 40%, przy jednoczesnym spadku liczby gatunków boru bagiennego. Na tym odcinku transektu znajdowało się lokalne obniżenie terenu, w którym gatunki torfowiska wysokiego znalazły korzystne warunki siedliskowe. Początkowe kwadraty transektu pozbawione są gatunków lokalnie wyróżniających bór bagienny. Pojawiają się one dopiero w kwadracie 5 i od tego momentu ich udział systematycznie wzrasta do 70—80% w kwadratach 22—27 i oscyluje wokół tej wartości w końcowym odcinku transektu.

Analiza zmian wartości wskaźników waloru względnego  $W^*$ , reprezentatywności  $R$  oraz podobieństwa florystycznego kwadratów (ryc. 4—6), pozwala na wyróżnienie 3 odcinków na długości transektu.

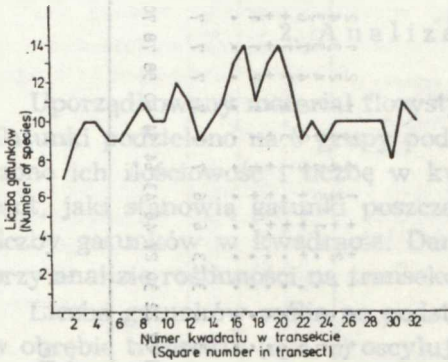
Odcinek I (kwadraty 1—10). Przedstawiają one typowe runo kon-



Tab. 2. Gatunki roślin w kolejnych kwadratach transektu \*  
Plant species on consecutive transect squares \*

|                                                                                                                                                                | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
| Numer kwadratu<br>/No. of square/                                                                                                                              | 7   | 9  | 10 | 10 | 9  | 9  | 10 | 11 | 10 | 10 | 12 | 11 | 9  | 10 | 11 | 13 | 14 | 11 | 13 | 14 | 12 | 9  | 10 | 9  | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 8  | 11 | 10 |  |  |  |
| Liczba gatunków w kwadracie<br>/Number of species in a square/                                                                                                 | 7   | 9  | 10 | 10 | 9  | 9  | 10 | 11 | 10 | 10 | 12 | 11 | 9  | 10 | 11 | 13 | 14 | 11 | 13 | 14 | 12 | 9  | 10 | 9  | 10 | 10 | 10 | 10 | 8  | 11 | 10 |    |  |  |  |
| Gatunki o frekwencji istotnie wyższej<br>w Ledo-Sphagnetum<br>/Species having a significantly<br>higher frequency in Ledo-Sphagnetum/                          | +   | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |  |  |  |
| <i>Ledum palustre</i> L.                                                                                                                                       |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Psilophorum vaginatum</i> L.                                                                                                                                |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Salisb.                                                                                                                           |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Oxycoccus quadripetalus</i> Gilb.                                                                                                                           |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Sphagnum cuspidatum</i> Schimp.                                                                                                                             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Carex flacca</i> Bell. et All.                                                                                                                              |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Andromeda polifolia</i> L.                                                                                                                                  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.                                                                                                                             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| Suma gatunków<br>/Sum of species/                                                                                                                              | 7   | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 7  | 7  | 8  | 8  | 7  | 7  | 7  | 6  | 7  | 4  | 6  | 6  | 5  | 2  | 3  | 2  | 1  | 2  | 2  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  |  |  |  |
| Procent %<br>/Percentage %/                                                                                                                                    | 100 | 89 | 80 | 89 | 89 | 80 | 64 | 70 | 80 | 67 | 73 | 78 | 70 | 64 | 46 | 50 | 36 | 46 | 43 | 42 | 22 | 30 | 22 | 10 | 20 | 20 | 40 | 40 | 38 | 27 | 30 |    |  |  |  |
| Gatunki o frekwencji istotnie wyższej<br>w Vaccinio uliginosi-Pinetum<br>/Species having a significantly<br>higher frequency in<br>Vaccinio uliginosi-Pinetum/ |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Fleurozium schroberi</i> Willd./ Mitten.                                                                                                                    |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> L.                                                                                                                                  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Vaccinium uliginosum</i> L.                                                                                                                                 |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Sphagnum angustatum</i> Lindb.                                                                                                                              |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Dicranum urdeolatum</i> Turm.                                                                                                                               |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.                                                                                                                                |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Aulacomnium palustre</i> Schwagr.                                                                                                                           |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| <i>Pinus silvestris</i> L. c                                                                                                                                   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| Suma gatunków<br>/Sum of species/                                                                                                                              | 0   | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 6  | 6  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  | 6  | 8  | 6  | 5  | 5  | 4  | 7  | 7  |    |    |  |  |  |
| Procent %<br>/Percentage %/                                                                                                                                    | 0   | 0  | 0  | 0  | 11 | 11 | 10 | 18 | 20 | 10 | 25 | 27 | 22 | 30 | 27 | 46 | 43 | 64 | 54 | 50 | 58 | 78 | 70 | 60 | 60 | 50 | 50 | 50 | 64 | 70 |    |    |  |  |  |

Gatunki nieróżnicujące nie zostały zamieszczone w tabeli.  
Non-distinguishable species were not included in the Table.



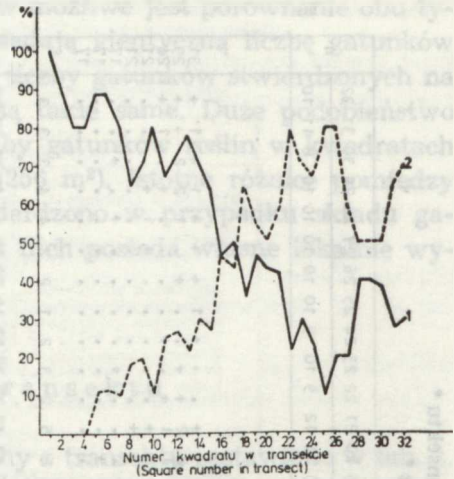
Ryc. 2. Liczba gatunków roślin runa na podstawowej powierzchni badawczej w transekcji

Number of species of herb-layer plants on the basic investigation area in the transect

tynentalnego torfowiska wysokiego. Wartości wskaźników torfowiska  $W_a^*$  i  $R_a$  są bardzo wysokie, podobnie jak podobieństwo florystyczne kwadratów. Bardzo niskie są wartości wskaźników boru bagiennego  $W_b^*$  i  $R_b$ . Dopiero w kwadracie 5 pojawiają się w niewielkiej domieszce pierwsze gatunki borowe. Wpływ sąsiedniej fitocenozy na tym odcinku jest minimalny.

Odcinek II (kwadraty 11—21). Podobieństwo florystyczne kwadratów jest wysokie. Stopniowemu zmniejszaniu się wartości wskaźników  $W_a^*$  i  $R_a$  torfowiska wysokiego towarzyszy wzrost wartości wskaźników boru bagiennego  $W_b^*$  i  $R_b$ . Reprezentatywność  $R_b$  osiąga wysoki poziom już w kwadracie 16 i utrzymuje się na nim do końca tego odcinka. W strefie tej, obok gatunków typowych dla torfowiska wysokiego, zaczynają pojawiać się w ilościach coraz większych gatunki borowe i w końcowych kwadratach tego odcinka transektu dominują one wyraźnie.

Odcinek III (kwadraty 22—32). Kwadraty tego odcinka wykazują

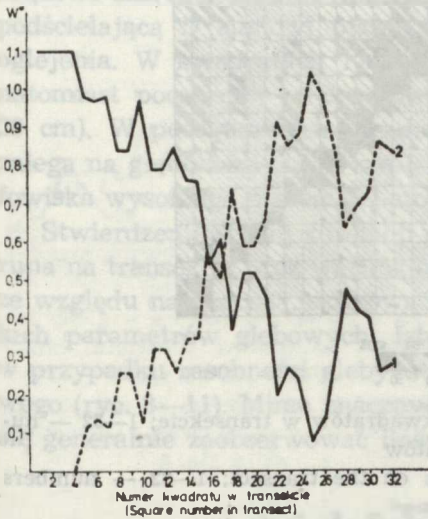


Ryc. 3. Procentowy udział gatunków lokalnie wyróżniających oba zespoły w kolejnych kwadratach transektu; 1 — gatunki wyróżniające zespół *Ledo-Sphagnetum magellanici*, 2 — gatunki wyróżniające zespół *Vaccinio uliginosi-Pinetum*

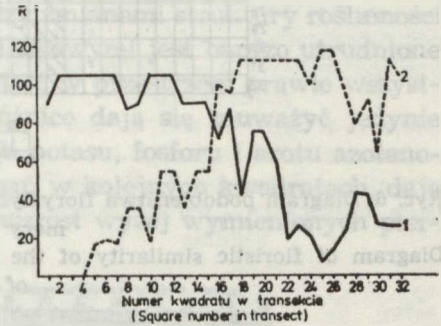
Percentage share of species locally distinguishing both associations in the consecutive squares of the transect; 1 — species distinguishing *Ledo-Sphagnetum magellanici* association, 2 — species distinguishing *Vaccinio uliginosi-Pinetum* association



bardzo duże podobieństwo florystyczne i reprezentują typowe, w pełni wykształcone runo boru bagiennego z nieznacznymi nawiązaniem do kontynentalnego torfowiska wysokiego. W porównaniu z wartościami wskaźników torfowiska wartości  $W_b^*$  i  $R_b$  są bardzo wysokie. Jedynie w kwadratach 28 i 29 wartości  $W_a^*$  i  $R_a$  wzrastają przy jednoczesnym spadku wielkości  $W_b^*$  i  $R_b$ . W niewielkim zagłębieniu terenu zwiększyła się liczba gatunków torfowiskowych, ubyłoby natomiast roślin borowych.

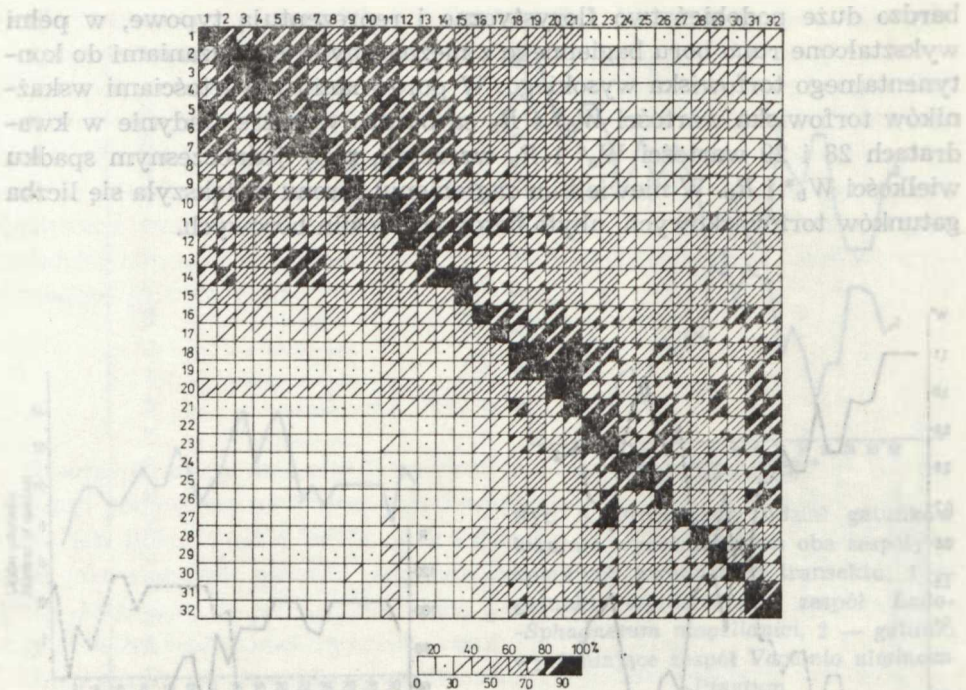


Ryc. 4. Zmienność przestrzenna wskaźników  $W_a^*$  i  $W_b^*$  w transekcje; 1 —  $W_a^*$ , 2 —  $W_b^*$   
Space variability of  $W_a^*$  and  $W_b^*$  coefficients on the transect; 1 —  $W_a^*$ , 2 —  $W_b^*$



Ryc. 5. Zmienność przestrzenna wskaźników  $R_a$  i  $R_b$  w transekcje; 1 —  $R_a$ , 2 —  $R_b$   
Space variability of coefficients  $R_a$  and  $R_b$  on the transect; 1 —  $R_a$ , 2 —  $R_b$

Na podstawie przeprowadzonej analizy struktury roślinności runa możliwe jest wyróżnienie w obrębie transektu 22-metrowej strefy kontaktowej, obejmującej swym zasięgiem kwadraty 11—21. W strefie tej gatunki roślin budujące sąsiednie fitocenozy mieszają się ze sobą w zmiennych stosunkach ilościowych. W runie krańcowych fragmentów strefy kontaktowej przeważają gatunki wyróżniające pobliskich zespołów, natomiast w środkowej części tej strefy znajdują się one we względnej równowadze. Runo w ekotonie wykazuje wyraźną strukturę mozaikową, a różnice w rozmieszczeniu gatunków roślin typowych dla obydwu badanych asocjacji wiążą się ściśle z mikroreliefem. W niewielkich zagłębieniach terenu grupują się gatunki torfowiska wysokiego, podczas gdy wzniesienia opadają rośliny boru bagiennego. Przejście od jednego zbiorowiska do



Ryc. 6. Diagram podobieństwa florystycznego kwadratów w transekcie; 1—32 — numery kwadratów  
 Diagram of floristic similarity of the squares on the transect; 1—32 — numbers of squares

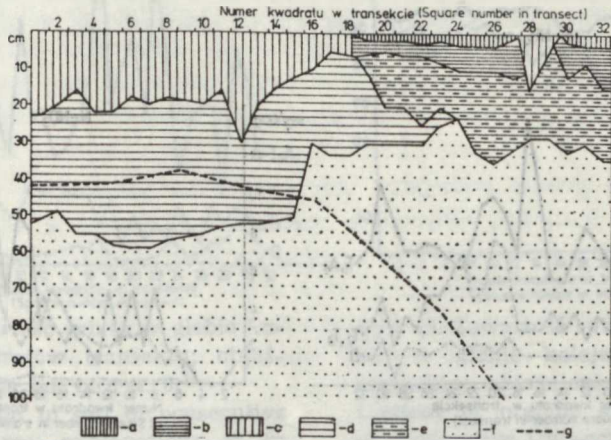
drugiego realizuje się na stosunkowo dużej przestrzeni, gdyż różnica wysokości względnych tych dwóch zbiorowisk jest nieznaczna. Umożliwia to rozprzestrzenianie się niektórych gatunków torfowiskowych w fitocenozie kontynentalnego boru bagiennego, gdzie zajmują one miejsca obniżone i bardziej wilgotne. Ekspansja gatunków borowych w przeciwnym kierunku jest znacznie utrudniona ze względu na słabo zaznaczoną strukturę kępkowo-dolinkową torfowiska wysokiego i wyrównane warunki wilgotnościowe. W ekotonie nie stwierdzono pojawienia się nowych gatunków runa, a przebieg zmienności wskaźników  $W^*$ ,  $R$  oraz podobieństwa florystycznego kwadratów na transekcie nie wskazuje na pojawienie się trzeciego zespołu pomiędzy badanymi asocjacjami.

Przeprowadzone w obrębie transektu badania ekologiczne skoncentrowały się na analizie gleby i tylko w pewnych przypadkach wykazały istnienie korelacji pomiędzy niektórymi właściwościami gleby a zmianami w strukturze runa obydwu zespołów i ich strefy kontaktowej. Badane fitocenozy wykształciły się na glebie torfowej torfowiska wysokiego (ryc. 7). W początkowych kwadratach transektu, należących do asocjacji



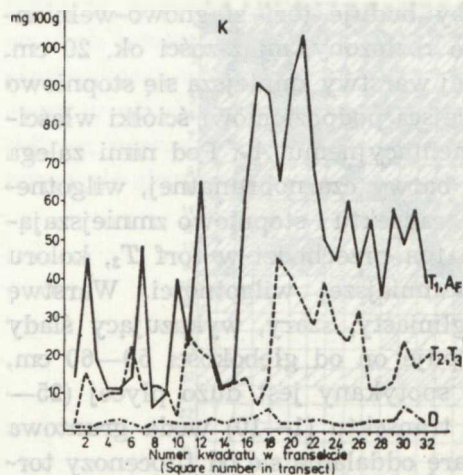
*Ledo-Sphagnetum*, górny poziom gleby buduje torf sfagnowo-wielniankowy  $T_1$ , koloru żółtobrazowego, słabo rozłożony, miąższości ok. 20 cm. Począwszy od kwadratu 12 miąższość tej warstwy zmniejsza się stopniowo i w kwadracie 18 zanika, ustępując miejsca podpoziomowi ściółki właściwej (iglastej)  $A_L$  i podpoziomowi fermentacyjnemu  $A_F$ . Pod nimi zalega warstwa dobrze rozłożonego torfu  $T_2$ , barwy czarnobrunatnej, wilgotnego, o miąższości ok. 40 cm na początku transektu i stopniowo zmniejszającej się. W kwadratach 19–22 poziom ten przechodzi w torf  $T_3$ , koloru brązowo-szarego, średnio rozłożony, o mniejszej wilgotności. Warstwę podścielającą  $D$  stanowi piasek słabogliniasty, szary, wykazujący ślady oglejenia. W kwadratach 1–14 występuje on od głębokości 50–60 cm, natomiast począwszy od kwadratu 16 spotykany jest dużo płycej (25–30 cm). W początkowych kwadratach transektu (1–10) woda gruntowa zalega na głębokości ok. 40 cm i w miarę oddalania się od fitocenozy torfowiska wysokiego poziom jej stopniowo opada.

Stwierdzenie ścisłej korelacji pomiędzy zmianami struktury roślinności runa na transekcie oraz warunkami siedliskowymi jest bardzo utrudnione ze względu na znaczną, skokową zmienność w przestrzeni prawie wszystkich parametrów glebowych. Istotne różnice dają się zauważyć jedynie w przypadku zasobności gleby w związku potasu, fosforu i azotu azotanowego (ryc. 8–11). Mimo znacznych wahań w kolejnych kwadratach, daje się generalnie zaobserwować ilościowy wzrost wyżej wymienionych pier-



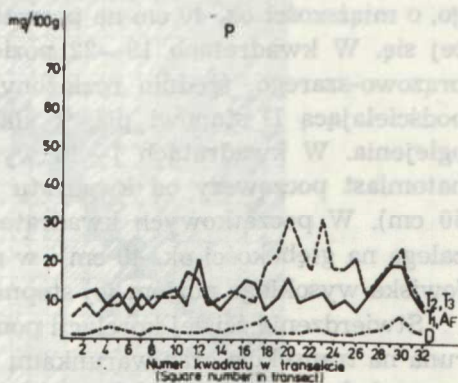
Ryc. 7. Schemat zmienności gleb w obrębie transektu; a — warstwa ściółki leśnej  $A_L$ , b — podpoziom organiczny fermentacyjny  $A_F$ , c — poziom torfowy  $T_1$ , d — poziom torfowy  $T_2$ , e — poziom torfowy  $T_3$ , f — poziom podłoża mineralnego  $D$ , g — poziom wody gruntowej

Scheme of soils variability within the transect; a — leaf litter horizon  $A_L$ , b — fermentation sub-horizon  $A_F$ , c — peat horizon  $T_1$ , d — peat horizon  $T_2$ , e — peat horizon  $T_3$ , f — mineral undergrowth horizon  $D$ , g — ground water horizon



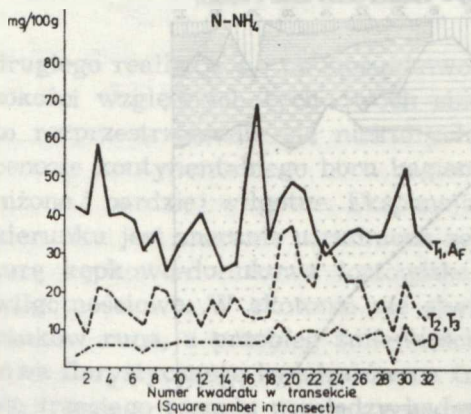
Ryc. 8. Zawartość  $K_2O$  w glebie kolejnych kwadratów transektu;  $A_F$  — podziom fermentacyjny,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  — poziomy torfowe,  $D$  — poziom podłoża mineralnego

Content of  $K_2O$  in soil of the consecutive transect squares;  $A_F$  — fermentation sub-horizon,  $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$  — peats horizons,  $D$  — horizon of mineral bedding



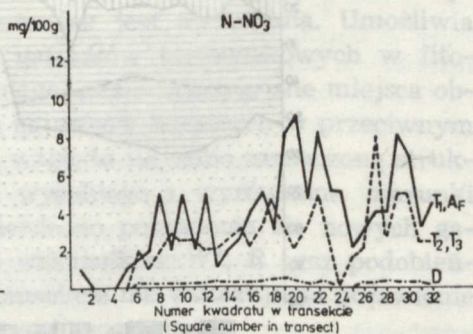
Ryc. 9. Zawartość fosforu w glebie kolejnych kwadratów transektu; objaśnienia jak na ryc. 8

Content of phosphorus in soil of consecutive transect squares; explanations as in Fig. 8



Ryc. 10. Zawartość azotu amonowego w glebie kolejnych kwadratów transektu; objaśnienia jak na ryc. 8

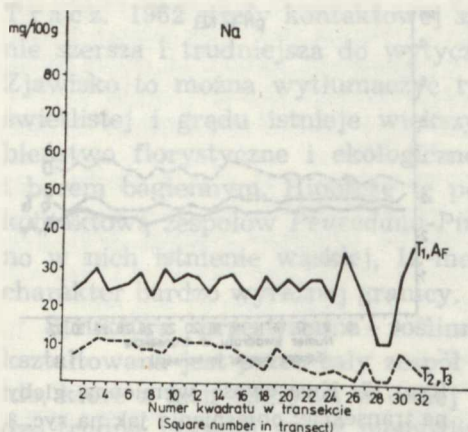
Content of ammonium nitrogen in soil of the consecutive transect squares; explanations as in Fig. 8



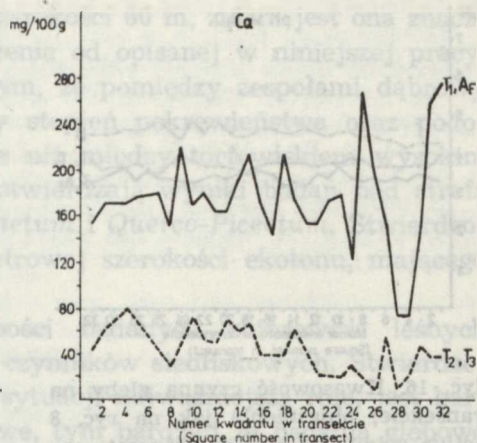
Ryc. 11. Zawartość azotu azotanowego w glebie kolejnych kwadratów transektu; objaśnienia jak na ryc. 8

Content of nitrate nitrogen in soil of consecutive transect squares; explanations as in Fig. 8

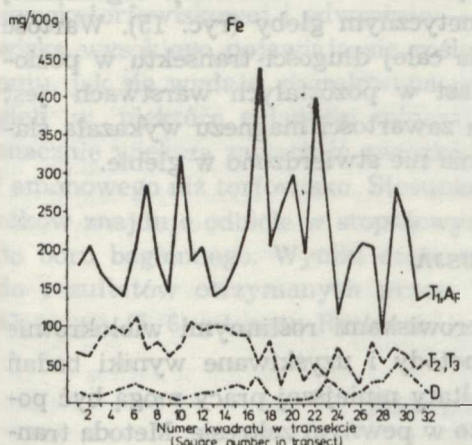




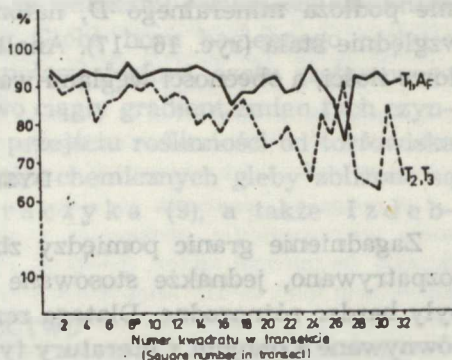
Ryc. 12. Zawartość sodu w glebie kolejnych kwadratów transektu; objaśnienia jak na ryc. 8  
Content of sodium in soil of consecutive transect squares; explanations as in Fig. 8



Ryc. 13. Zawartość wapnia w glebie kolejnych kwadratów transektu; objaśnienia jak na ryc. 8  
Content of calcium in soil of consecutive transect squares; explanations as in Fig. 8

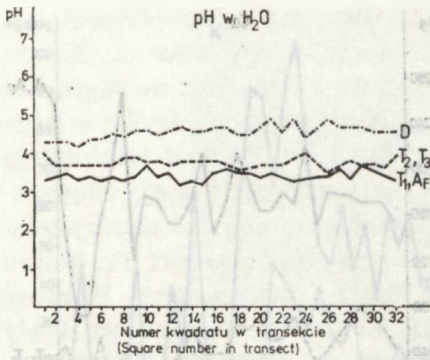


Ryc. 14. Zawartość żelaza w glebie kolejnych kwadratów transektu; objaśnienia jak na ryc. 8  
Content of iron in soil of consecutive transect squares; explanations as in Fig. 8

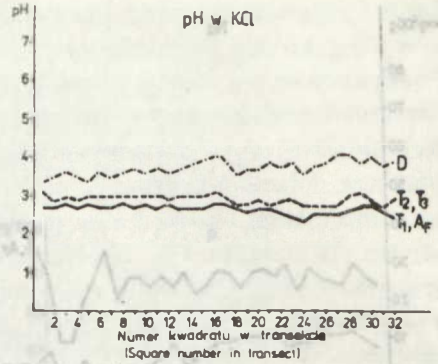


Ryc. 15. Zawartość substancji organicznej w glebie kolejnych kwadratów transektu; objaśnienia jak na ryc. 8  
Content of organic substance in soil of consecutive transect squares; explanations as in Fig. 8

wiazków w miarę oddalania się od fitocenozy torfowiska wysokiego. W porównaniu z siedliskiem torfowiska gleba boru bagiennego w poziomie torfowym jest również znacznie bogatsza w azot amonowy. Mniej wyraźne różnice zaznaczają się w przypadku ilości związków wapnia, so-



Ryc. 16. Kwasowość czynna gleby na transekcje; objaśnienia jak na ryc. 8  
Active acidity of soil on transect; explanations as in Fig. 8



Ryc. 17. Kwasowość wymienna gleby na transekcje; objaśnienia jak na ryc. 8  
Exchangeable acidity of soil on transect; explanations as in Fig. 8

du i żelaza w warstwie torfu *T*. W obrębie torfowiska wysokiego i początkowych kwadratów strefy kontaktowej zawartość tych pierwiastków jest nieco wyższa niż w dalszej części transektu (ryc. 12—14). Podobną tendencję daje się zauważyć w przypadku ilości substancji organicznej w wyżej wymienionym poziomie genetycznym gleby (ryc. 15). Wartość odczynu gleby nieznacznie wzrasta na całej długości transektu w poziomie podłoża mineralnego *D*, natomiast w pozostałych warstwach jest względnie stała (ryc. 16—17). Analiza zawartości magnezu wykazała śladowe ilości, a obecności węglanu wapnia nie stwierdzono w glebie.

#### DYSKUSJA

Zagadnienie granic pomiędzy zbiorowiskami roślinnymi wielokrotnie rozpatrywano, jednakże stosowane metody i uzyskiwane wyniki badań były bardzo różnorodne. Dlatego rezultaty niniejszej pracy mogą być porównywane z danymi z literatury tylko w pewnym zakresie. Metoda transektu pasowego, która wydaje się najwłaściwsza dla tego rodzaju badań, została zastosowana między innymi przez Traczyka (9), Matuszkiewicza (8), a ostatnio Lorensa (7). Stwierdzona w niniejszej pracy szerokość ekotonu asocjacji *Ledo-Sphagnetum* i *Vaccinio uliginosi-Pinetum* przypomina strefę przejścia pomiędzy takimi samymi zespołami badanymi przez Traczyka (9). W obu porównywanych przypadkach struktura runa w strefie przejścia jest identyczna — typu mozaikowego.

Badania Matuszkiewicza (8) wykazały istnienie pomiędzy zespołami *Potentillo albae-Quercetum* Libb. 1933 i *Tilio-Carpinetum*



Tracz. 1962 strefy kontaktowej szerokości 60 m, zatem jest ona znacznie szersza i trudniejsza do wytyczenia od opisanej w niniejszej pracy. Zjawisko to można wytłumaczyć tym, że pomiędzy zespołami dąbrowy świetlistej i grądu istnieje większy stopień pokrewieństwa oraz podobieństwo florystyczne i ekologiczne niż między torfowiskiem wysokim i borem bagiennym. Hipotezę tę potwierdzają wyniki badań nad strefą kontaktową zespołów *Peucedano-Pinetum* i *Querco-Piceetum*. Stwierdzono w nich istnienie wąskiej, 12-metrowej szerokości ekotonu, mającego charakter bardzo wyraźnej granicy.

Struktura przestrzenna roślinności badanych zbiorowisk leśnych kształtowana jest przez cały zespół czynników siedliskowych. Stwierdzenie, które z nich odgrywa w danej sytuacji najważniejszą rolę, jest bardzo trudne, czasami wręcz niemożliwe, tym bardziej że badania glebowe obejmowały tylko fragment całości warunków siedliskowych. Uzyskane wyniki badań ekologicznych pozwalają przypuszczać, że na charakter struktury przestrzennej runa zespołów *Ledo-Sphagnetum* i *Vaccinio uliginosi-Pinetum* oraz formowanie się strefy kontaktowej pomiędzy nimi najistotniejszy wpływ ma głębokość zalegania poziomu wody gruntowej. Stąd w obniżeniach boru bagiennego spotyka się skupienia roślinności wysokotorfowiskowej i odwrotnie — na wyniesieniach lub kępach torfowiska wysokiego pojawiają się rośliny borowe. W nieco mniejszym stopniu, jak się wydaje, skorelowana jest ze zmianami roślinności zasobność gleb w niektóre składniki mineralne. Glebę boru bagiennego cechuje znacznie większa zawartość związków potasu, fosforu, azotu azotanowego i amonowego niż torfowisko. Stosunkowo ciągle gradient zmian tych czynników znajduje odbicie w stopniowym przejściu roślinności od torfowiska do boru bagiennego. Wyniki części analiz chemicznych gleby zbliżone są do rezultatów otrzymanych przez Traczyka (9), a także Izdebskiego (5, 6) z terenu Roztocza.

#### PISMIENICTWO

1. Izdebski K.: Zbiorowiska leśne na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 16, 302—350 (1961).
2. Izdebski K.: Bory na Roztoczu Środkowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 17, 313—362 (1962).
3. Izdebski K.: Zbiorowiska leśne na Roztoczu Południowym. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 21, 203—246 (1966).
4. Izdebski K.: Zbiorowiska roślinne projektowanego rezerwatu leśnego „Zwierzyńiec”. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 27, 207—231 (1972).
5. Izdebski K., Kozak K., Kimsa T., Michna E., Popiołek Z., Stączek A., Zinkiewicz A.: Influence of Habitats of Two Forest Ecosystems on Productivity of Pine Stands in Central Roztocze. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 31, 1—54 (1976).

6. Izdebski K., Kimsa T., Stączek A.: Dynamika zawartości niektórych składników mineralnych w runie i glebie wybranych zbiorowisk leśnych Roztocza Srodkowego. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 31, 69—78 (1976).
7. Lorens B.: Ecological and Statistical Analysis of Herb Layer in the Contact Zone of Associations *Peucedano-Pinetum* Mat. (1962) 1973 and *Quercu-Piceetum* (Mat. et. Pol. 1955). Ekol. Pol. 32, 271—287 (1984).
8. Matuszkiewicz J.: Analiza zmienności przestrzennej runa w strefie kontaktowej dwu fitocenoz. Phytocoenosis 1, 121—150 (1972).
9. Traczyk T.: Badania nad strefą przejścia zbiorowisk leśnych. Ekol. Pol. 8, 85—125 (1960).

### РЕЗЮМЕ

Настоящая работа является продолжением исследований над зонами сопряжения лесных фитоценозов в Розточаньском национальном парке и факторами местообитания, обуславливающими их возникновение. Исследовали растительный состав травостоя ассоциаций *Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 1959 em. Neuhäusl 1969 и *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929 и образующей между ними контактной зоне (рис. 1). Подробное описание примененного исследовательского метода, предложенного Матушкевичем (8), находится в предыдущей публикации (7). Целью введенной автором небольшой модификации было принятие во внимание при статистическом вычислении количественных отношений, господствующих в пределах трансекта.

Анализ растительности травостоя на трансекте, проведенный на основе изменчивости коэффициентов (показателей) относительного свойства  $W^*$ , представительности  $R$  и коэффициентов флористического сходства квадратов, показал существование контактной зоны шириной 22 м между верховым торфяником и болотным бором (рис. 2—6). На территории этой зоны другая ассоциация не формируется, а травостой в пределах этой зоны имеет мозаичную структуру. Возможно, что довольно большая ширина экотопа является результатом относительно медленных изменений некоторых факторов местообитания.

В пределах трансекта обнаружена очень большая скачкообразная изменчивость исследованных почвенных параметров. Почва болотного бора содержит больше соединений калия, фосфора, аммиачного и нитратного азота, чем почвы торфяника (рис. 8—11). Количество соединений кальция, натрия и железа в уровне торфа  $T$  уменьшается по мере отдаления от фитоценоза верхового торфяника (рис. 12—14). Самое большое влияние на формирование контактной зоны и структуры травостоя в ее пределах имеет глубина уровня залегания грунтовых вод (рис. 7).

### SUMMARY

The present paper is the continuation of investigations of contact zones of forest phytocoenoses of the Roztocze National Park as well as habitat factors conditioning their formation. The structure of herb layer vegetation of two associations: *Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 1959 em. Neuhäusl 1969 and *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929 and contact zones between them were subject to investigations (Fig. 1). A precise description of the applied method of investigations, formerly





