

LICZNOŚĆ PRÓBY W PRZEKROJOWYM OKREŚLANIU
SKŁADU CHEMICZNEGO TORFOWISK

RUDOLF HOHENBERG

Na terenach torfowych Polski prowadzi się różnorodne badania, które mają na celu poznanie właściwości torfu, a zwłaszcza jego przydatności do zagospodarowania rolniczego. Między innymi bada się torfowiska co do zawartości mineralnych składników odżywczych i poszukuje się korelacji między ilością i jakością składników chemicznych w podłożu torfowym, a występującą roślinnością, która nie jest zwykle jednolita, lecz złożona z różnych zbiorowisk roślinnych, czyli tzw. jednostek fitosocjologicznych. Przyczyną zróżnicowania roślinnych zbiorowisk torfowiskowych mogą być różnice w występowaniu mineralnych składników odżywczych w glebie torfowej.

Pobieranie prób torfu do analiz chemicznych dokonuje się zwykle w odniesieniu do wielkości torfowiska, jego ukształtowania i stopnia zróżnicowania szaty roślinnej. Nigdy jednak nie ma się pewności, czy ilość pobranych prób jest dostateczna i wystarczająca dla rozwiązania postawionego zagadnienia przyrodniczego, gdyż nie jest ona w zasadzie oparta na ściśle sprecyzowanych wskaźnikach. Dotychczasową dowolność w pobieraniu prób staram się zastąpić metodą przekrojowego wyznaczania liczby prób na torfowisku. Metoda ta daje możliwość określenia najmniejszej, a zarazem wystarczającej ilości prób, przy zachowaniu dopuszczalnego błędu i praktycznej prostoty obliczeń. Przede wszystkim zaś, co jest bardzo istotne, metoda przekrojowego wyznaczania punktów pobierania prób wypływa z warunków konkretnego środowiska roślinnego, gdyż w każdym różniącym się przypadku koryguje niejako tę dostateczną ilość prób na danym przekroju fitosocjologicznym. Punkty zaś pobierania prób dotychczas rozproszone po obszarze sprowadza do pobierania prób wzdłuż prostej, przechodzącej przez zróżnicowane płaty fitosocjologiczne. Można postawić hipotezę o ciągłej zależności szaty roślinnej od składu chemicz-

nego podłoża. Dla obszarów torfowiskowych hipoteza ta jest szczególnie istotna gdyż uwzględnia zespół składników chemicznych dostępnych szacie roślinnej torfowiska w związkach przyswajalnych, a zarazem koniecznych do powstania i życia tego a nie innego zbiorowiska roślinnego.

Przedział zmienności składników chemicznych dostępnych roślinności torfowiska zestawiono w tabeli 1. Należy traktować to zestawienie jako jeden z maksymalnych przypadków, gdyż dolne i górne granice tej zmienności określane są różnie przez specjalistów. Należy założyć, że jeśli roślinność zależy od składnika chemicznego podłoża, to zmienność jego w obrębie określonego płata fitosocjologicznego nie może być duża. Przy jednolitości roślin, a dużej zmienności składników chemicznych nie byłaby słuszna wspomniana hipoteza. Założmy również, że składniki chemiczne nie mają wpływu na szatę roślinną, jeśli występują w związkach nieprzyswajalnych i te pomińmy w rozważaniach. Może się zdarzyć, że jedne składniki zastępują w pewnych warunkach inne, wówczas okaże się, iż dany składnik teoretycznie nie jest konieczny do rozwoju określonej roślinności. Ale i zmienność składników zastępczych nie może być duża, gdyż na ogół w przybliżonych warunkach skład pokrywy roślinnej jest podobny, gdy założymy stałość warunków powietrzno-wodnych, fizycznych i biologicznych w obrębie określonego płata fitosocjologicznego. Między warunkami chemicznymi i pozostałymi istnieje pewna zależność, którą da się określić (6).

Tabela 1

Procentowa zmienność składników chemicznych na zbadanych torfowiskach

L. p.	Składnik	0,01	0,1	0,3	0,5	1	2	4	8	12	%
1	N							//////////			
2	P ₂ O ₅		//////////								
3	K ₂ O	//////////									
4	CaO							//////////			
5	MgO	//////////									
6	Fe ₂ O ₃								//////////		
7	Al ₂ O ₃								//////////		
8	S				//////////						

Przekrój fitosocjologiczny i jego teoretyczne uzasadnienie

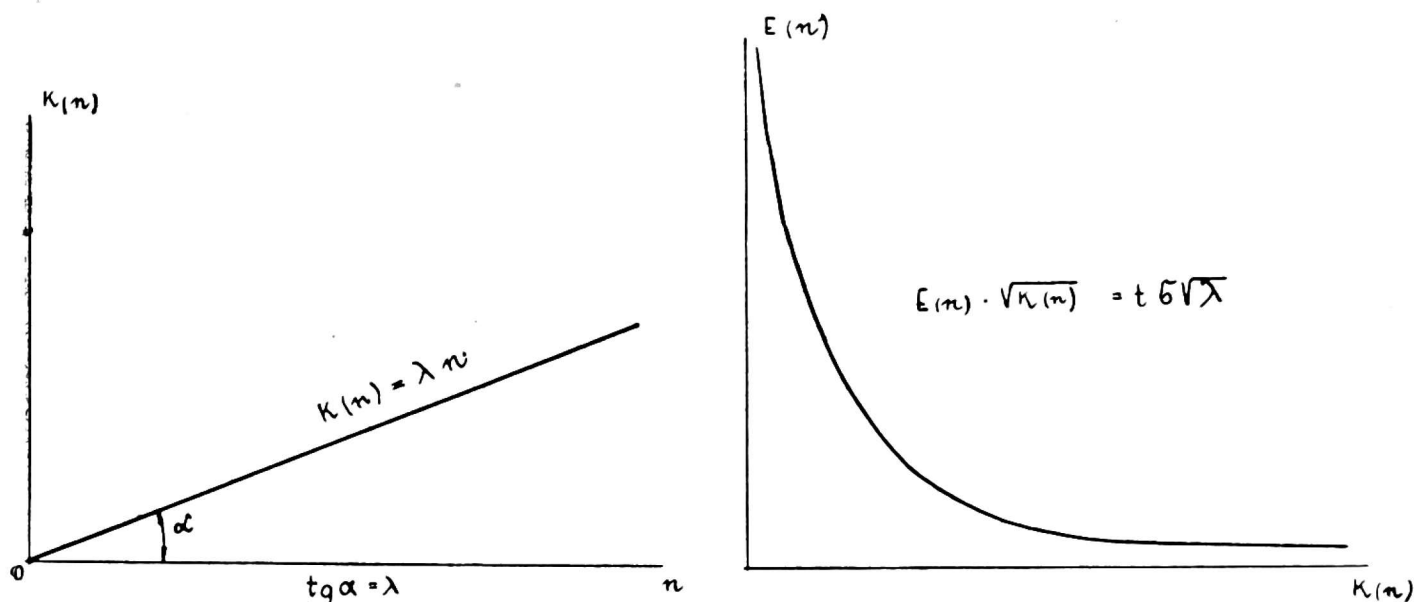
Wychodząc z zależności

$$E \cdot \sqrt{\frac{K}{\lambda}} = t \cdot \sigma$$

gdzie E jest błędem pojedynczej próbki, K jej kosztem, δ dyspresją badanego czynnika chemicznego oraz t „zmienną Studenta” zaś λ średnim

kosztem próbki, znając cenę pojedynczej próbki można obliczyć maksymalną opłacalność serii prób (rys. 1, ab).

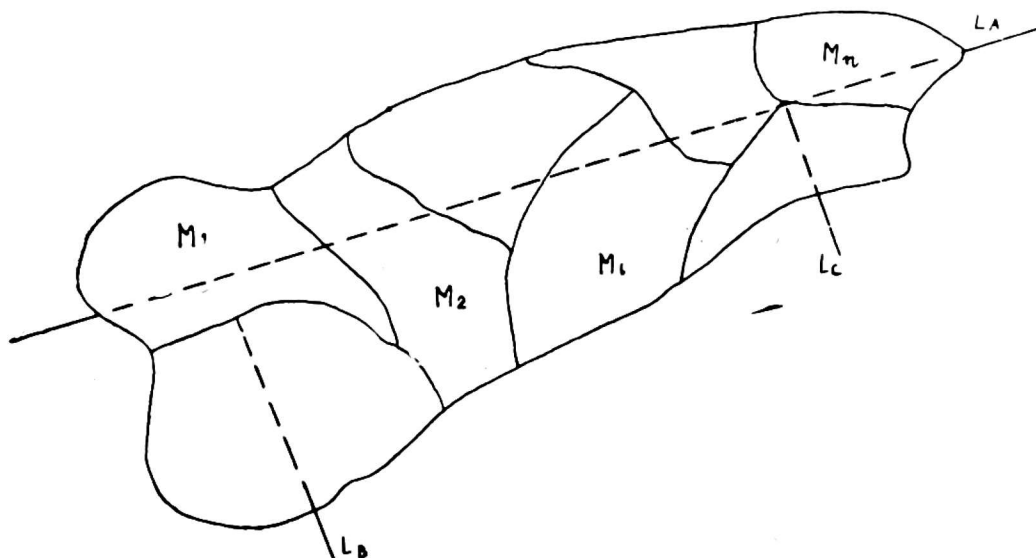
Na podstawie wspomnianej zależności uzasadnionej w cytowanej pracy i przyjętej hipotezy przyrodniczej, uwzględniając procentową zmienność składników chemicznych zbadanych torfowisk podaną w ta-



Rys. 1

beli 1, przedstawię uzasadnienie przekrojowego wyznaczania liczby punktów badań przy pobieraniu prób do analizy chemicznej.

Niech będzie dany pewien obszar M . Załóżmy, że znamy dokładnie szatę roślinną na tym obszarze i możemy wyróżnić na nim jednorodne w sensie fitosocjologicznym płaty M_i , ($i = 1, 2, \dots, k$).

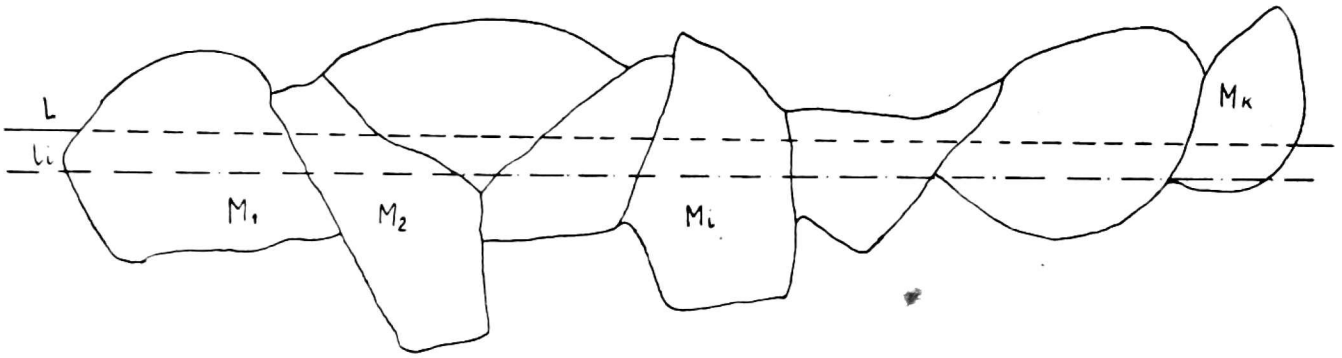


Rys. 2. Obszar M na którym wyróżniono płaty fitosocjologiczne.
 L_A, L_B, L_C przekroje

Obszar M (rys. 2) tworzą płaty roślinne M_1, M_2, \dots, M_k . Z założenia wynika, że M_i i M_j są różne fitosocjologicznie dla $i \neq j$. Jeśli tak nie jest,

to możemy wyobrazić sobie taki odpowiadający mu model, by wszystkie płyty były już fitosocjologicznie różne (rys.-3).

Model obszaru M powstał przez połączenie obszarów o jednorodnej roślinności w wyniku kolejnego uporządkowania. Przyjmując $\text{Max}(l_1, l_2, \dots, l_k) = L$ otrzymujemy przekrój wzdłuż najdłuższego odcinka, przechodzącego przez największą ilość płyt roślinnych M_i . Nazwiemy go



Rys. 3. Model teoretyczny obszaru M

przekrojem fitosocjologicznym tego obszaru. Może się zdarzyć, że nie wszystkie płyty roślinne występujące na obszarze M są reprezentowane w przekroju. Wówczas na modelu dołącza się odcinki przekrojów częściowych, których płyty nie są reprezentowane w przekroju fitosocjologicznym na przykład jak na rys. 2 odcinki L_A i L_B .

Zmienne losowe składników chemicznych podłoża są z założenia funkcjami ciągłymi i wzdłuż przekroju przyjmują wartości z przedziału zmienności podanego w tablicy 1. Na podstawie twierdzenia Weierstrassa możemy przyjąć [9] ich liniową zmienność, a dla każdego płyta znaleźć przedział zmienności interesującego nas składnika chemicznego podłoża.

Niech P_1, P_2, \dots, P_k będą długościami wzdłuż przekroju L przez płyty M_1, M_2, \dots, M_k modelu. Stosunek długości P_i przekroju na jednorodnym odcinku l_i płyta M_i do długości przekroju L przez model obszaru M podaje procentowy udział danego płyta w przekroju fitosocjologicznym:

$$\frac{P_i}{L} = p_i \text{ w procentach} \quad (1)$$

Przedział zmienności w i -tym płacie określonego składnika chemicznego oznaczmy przez (a_i, b_i) , gdzie a_i oznacza najmniejszą zawartość procentową określonego składnika chemicznego, b_i jego największą wartość.

Przedział zmienności danego składnika w całym przekroju oznaczmy przez (a, b) . W myśl (1) mamy:

$$(a_i, b_i) = (a, b) \cdot p_i \quad (2)$$

Długość P_i odcinka l_1 jest więc zidentyfikowana z długością przedziału zmienności określonego składnika chemicznego (a_i, b_i) .

W celu obliczenia liczności punktów pobierania prób na przekroju dowolnego płata fitosocjologicznego podzielmy przedział zmienności interesującego nas składnika chemicznego podłoża na całkowite krotności procentu, na przykład promile względnie niższe lub wyższe jednostki. Jednostką długości J , na której dany składnik chemiczny nie przekroczy założonej jednostki procentowej jest:

$$J = \frac{L}{|(a,b)|} \quad (3)$$

przy czym L wyrażone jest w jednostkach długości, a, b w jednostkach procentu. Wzór (3) wynika z założenia liniowej zmienności szaty roślinnej na przekroju fitosocjologicznym względem składników chemicznych podłoża.

Przez N oznaczmy licznosc wierceń na całym przekroju fitosocjologicznym L , obliczoną na podstawie:

$$N = \frac{L}{J}$$

wówczas

$$N_i = N \cdot p_i \text{ lub } N_i = \frac{P_i}{J} \quad (4)$$

będzie licznoscia prób na przekroju i -tego płata roślinnego, próby koniecznej do określenia danego składnika chemicznego w i -tym płacie fitosocjologicznym z góry zadany bledem.

Niektóre z wyliczonych licznosci N_i mogą być niewystarczające do przeprowadzenia wszystkich operacji statystycznych (weryfikacja hipotez itp), jak również próby mało liczne wybrane z populacji normalnej mogą mieć dowolne rozkłady. Dla zapewnienia wykonalności podstawowych działań statystycznych na próbie z przeprowadzonych wierceń, jesteśmy zmuszeni do zwiększenia licznosci prób na przekroju fitosocjologicznym tych płatów, których licznosc jest mniejsza od trzech [8]. W ten sposób wchodzimy w pojęcie dostatecznej ilości prób na przekroju fitosocjologicznym i korzystamy ze znanych zależności;

$$\sigma = \frac{S}{C(n)} \quad \text{dla } n \leq 25$$

$$S = \frac{\sum_1^r S_n}{r}, \quad S_m = \frac{1}{\sqrt{m}} \sqrt{\sum_1^m (x_m - x)^2} \quad (5)$$

gdzie δ jest odchyleniem standardowym, x_m przebiega wszystkie wartości $m = (1, 2, \dots, r)$ składnika chemicznego w i -tym przekroju fitosocjo-

Tabela 2

<i>n</i>	<i>C_n</i>	<i>n</i>	<i>C_n</i>	<i>n</i>	<i>C_n</i>	<i>n</i>	<i>C_n</i>
2	0,5664	8	0,9027	14	0,9453	20	0,9619
3	0,7235	9	0,9139	15	0,9490	21	0,9638
4	0,7979	10	0,9228	16	0,9523	22	0,9655
5	0,8407	11	0,9300	17	0,9551	23	0,9670
6	0,8686	12	0,9359	18	0, 577	24	0,9684
7	0,8882	13	0,9410	19	0,9599	25	0,9697

logicznym, x średnią wartością tego składnika *C* (*n*) wartościami podanymi w tabelicy 2.

Przytoczona literatura [8] wskazuje, że jeśli $n \leq 25$ to $\delta \cong S$, natomiast dla $n \leq 10$ średni przedział zmienności badanego składnika chemicznego jest proporcjonalny do jego odchylenia standardowego δ .

Ponieważ

$$\text{średni } (a_i, b_i) = \frac{\sum_1^r R_i}{r}, \text{ gdzie } R_i = (a_i, b_i)$$

otrzymujemy

$$\sigma = \frac{\text{średni } (a_i, b_i)}{d(n)} \quad (6)$$

przy czym wartości *d* (*n*) podobnie jak *C* (*n*) dla ułatwienia obliczeń przedstawiono w tabelicy 3.

Na podstawie powyższego rozważania wzory 9 i 10 pozwalają standardowe odchylenie procentowej zawartości badanego składnika chemicznego

Tabela 3

<i>n</i>	<i>dn</i>	<i>n</i>	<i>dn</i>
		6	2,354
2	1,128	7	2,704
3	1,693	8	2,847
4	2,059	9	2,970
5	2,326	10	3,078

znaleźć z serii prób poddanych analizie laboratoryjnej. Na ogół w praktyce ze względu na maksymalne przedziały zmienności przyjęte w tab. 1, odchylenie standardowe w poszczególnych płatach fitosocjologicznych będzie mniejsze aniżeli wyliczymy, toteż z uwagi na (1) zwiększymy jedynie dokładność badań przez wynikającą z tego licznosc pobieranych prób.

Przejdziemy do określenia dostatecznej liczności prób na przekrojach fitosocjologicznych. Z hipotezy wynika, że duża zmienność procentowa roślinności, stanowiącej podstawę klasyfikacji, w którymś z płatów roślinnych pociąga za sobą dużą zmienność składników chemicznych podłoża

i na odwrót. Biorąc więc pod uwagę wyjściowe założenie zależności liniowej budujemy wyrażenie:

$$f_i = \frac{C_1^i - C_2^i}{C_1 - C_2} \quad (7)$$

Liczby C_1 i C_2 są odpowiednio największą i najmniejszą zawartością roślinności stanowiącej podstawę klasyfikacji typu fitosocjologicznego, w teorii płata idealnego, zaś liczby C_1^i oraz C_2^i mówią o konkretnej najmniejszej i największej zawartości tej roślinności w płacie M_i , przy czym liczby te podane są w procentach. Mnożąc przez wyrażenie (7) wzór (5) z uwagi na (1) po odpowiednich przekształceniach otrzymujemy:

dla $10 < n \leq 25$,

$$n_i = \frac{S^2 \cdot f_i^2}{E^2(n) \cdot C^2(n)} \quad (8)$$

lub dla $n \leq 10$,

$$n_i = \frac{(a_i, b_i)^2 \cdot f_i}{E^2(n) \cdot C^2(n)} \quad (9)$$

Rozumowanie przeprowadziliśmy dla dowolnego składnika chemicznego. Aby określić licznosc prób na przekroju fitosocjologicznym wystarczy przeprowadzić obliczenia dla jednej z nich, na przykład z tabeli 1, ponieważ na jednej próbie można dokonać oznaczeń na wszystkie składniki chemiczne nas interesujące.

W związku z powyższym wystarczy należ:

$$\delta = \max(\delta_1, \delta_2, \delta_3 \dots \delta_m)$$

gdzie δ_m są odchyleniami standardowymi m -tych składników chemicznych.

Z tabeli 1 przy założeniu, że rozkłady cytowanych składników są normalne wynika, iż największe standardowe odchylenie ma Fe_2O_3 .

Liczba prób na przekroju przez „Czerwone Bagno”

Na torfowisku „Czerwone Bagno” [4] wyróżniono 10 płatów fitosocjologicznych, które opisano w tabeli 4, kolumny 2 i 5. Ogólna długość przekroju wynosi 11 600 m. Stosując wzór 5 otrzymujemy kolumnę 3, zaś wzór 6 kolumnę 4 wspomnianej tabeli 4. Przekrój roboczy tego torfowiska w skali 1 : 6107 przedstawia rys. 5.

Ze względu na brak danych do określenia wyrażenia (7), przyjmujemy $f_i = 1$, to znaczy zakładamy największą dopuszczalną zmienność ro-

Tabela 4

Lp.	Wyróżnione zbiorowiska roślinne na płacie M	P_i w m	Długość ($b_i - a_i$) w %	Oznaczenia na rys. 5
1	Zbiorowisko szuwarowe ze związku <i>Magnocaricion</i>	74	0,736	C
2	Zbiorowisko szuwarowe ze związku <i>Phragmition</i>	140	1,391	C_1
3	Zbiorowisko trawiaste z rzędu <i>Molinietalia</i>	1134	10,856	C_1
4	Zbiorowisko turzycowo-mszyste z rzędu <i>Tofieldietalia</i>	1428	14,156	B
5	Zbiorowisko turzycowo-mszyste ze związku <i>Caricion canescenti fuscae</i>	560	5,566	B_1
6	Zbiorowisko leśne o typie przejściowym	30 0	29,739	G
7	Zbiorowisko brzeźniakowe, <i>Betulion pubesc.</i>	3 64	30,271	F
8	Zbiorowisko olszynowe, <i>Alnion glutinosae</i>	1332	14,202	D
9	Zbiorowisko turzycy tunikowej, <i>Caricetum paradoxae</i>	503	5,599	E
10	Zbiorowisko turzycowo-mszyste ze zw. <i>Caricion canesc. fuscae</i>	365	2,139	B_1

11 600

ślinności, umożliwiającą jeszcze zakwalifikowanie płata M_i do danego typu fitosocjologicznego (dominująca roślinność na płacie). Zachodzi ta największa zmienność wówczas, gdy $C_1 - C_2 = C_1^i - C_2^i$. Gdy dodatkowo założymy dopuszczalny błąd $E(n) = 3\%$, to mamy już wszystkie dane do obliczenia dostatecznej liczby prób na poszczególnych przekrojach i -tych płatów fitosocjologicznych. Stosując wzór (9) otrzymujemy:

$$n_1 = 3, n_2 = 3, n_3 = 4, n_4 = 5, n_5 = 3,$$

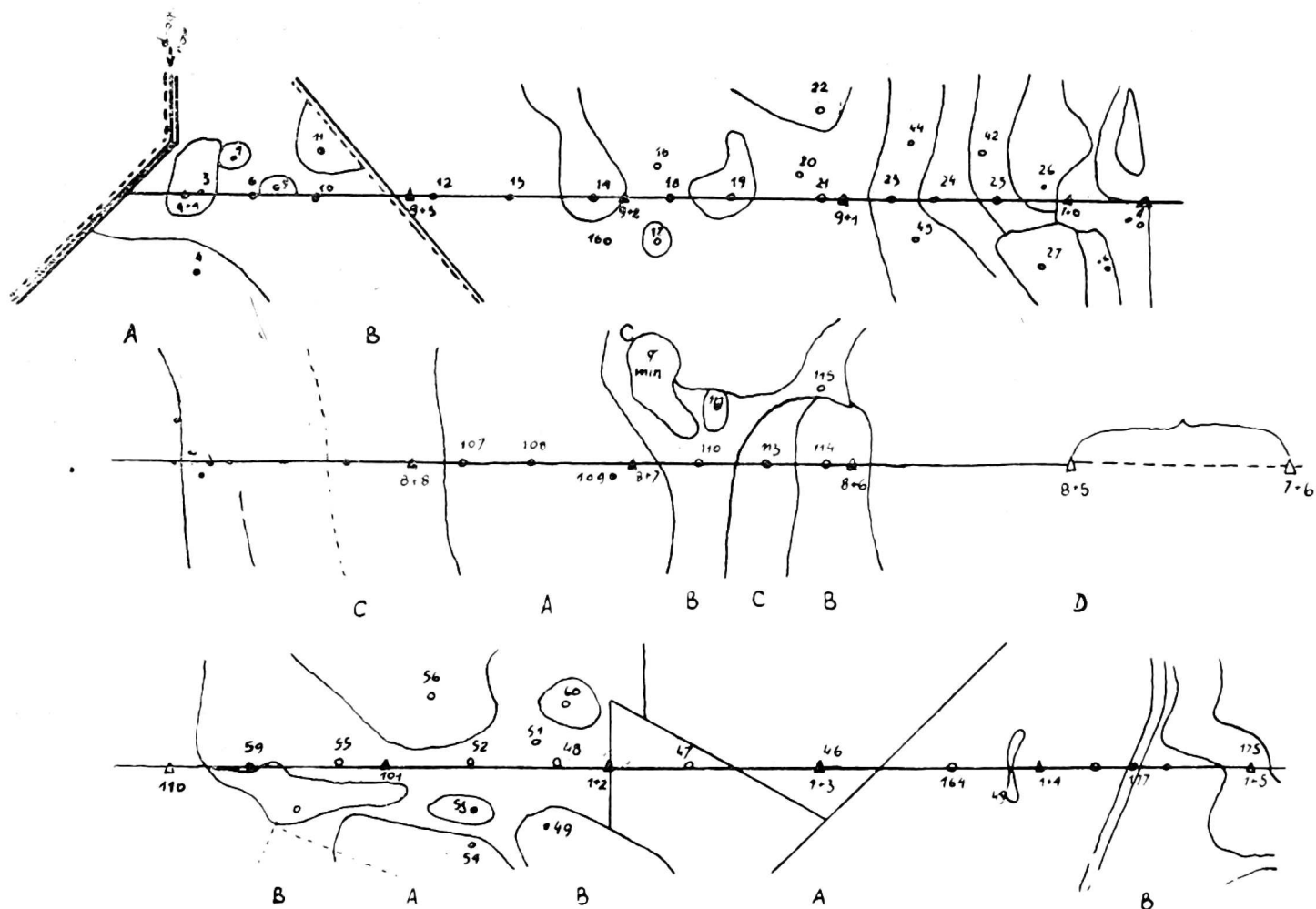
$$n_6 = 11, n_7 = 5, n_8 = 5, n_9 = 3, n_{10} = 3.$$

W przypadku na przykład $E(n) = 5\%$ otrzymamy:

$$n_i = 3 \text{ dla } (i = 1 \dots 5) \text{ oraz } n_j = 3 \text{ dla } (j = 8, 9, 10),$$

$$\text{natomiast } n_6 = n_7 = 6.$$

A więc przy założonym błędzie 3% na ogólnym przekroju 11 600 m należy pobrać w sumie 52 prób, zaś przy założonym błędzie 5% wystarczy ograniczyć się do 36 prób.



Rys. 5. Fragment przekroju fitosocjologicznego przez torfowisko „Czarne Bagno”, skala 1:6107.

Wnioski

1. Przy założeniu ciągłej zależności szaty roślinnej od składników chemicznych podłoża, można pobierać próby do analizy chemicznej na badanym obszarze torfowiska po przekroju przez płaty fitosocjologiczne.
2. Tego rodzaju pobieranie prób pozwala na określenie liczby punktów badań na poszczególnych odcinkach przekroju przy zadanej z góry dokładności.
3. Metodę można stosować dla innych parametrów torfowiska, a licznosc próby jest funkcją przedziału zmienności danego parametru.

LITERATURA

1. St. Tołpa — Geologiczno przyrodnicza dokumentacja torfowisk doliny rzeki Biebrzy — Katedra Botaniki WSR Wrocław.
2. St. Tołpa — Mapa florystyczna torfowisk doliny rzeki Biebrzy — Katedra Botaniki WSR Wrocław.
3. St. Tołpa — Rozwój zbiorowisk roślinnych na torfowisku niskim w zależ-

- ności od kierunku przebiegu procesów biologicznych w podłożu torfowym — Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Zeszyt nr 2, str. 7—43.
4. I M U Z — Przekrój fitosocjologiczny przez torfowisko „Czerwone Bagno” — Katedra Matematyki WSR Wrocław.
 5. S. N. T j u r e m n o w — Złoża torfu i ich rozpoznanie — Wydawnictwo Geologiczne — Warszawa 1957.
 6. R. H o h e n b e r g — Wzrost plonu jako funkcja kompleksu czynników wzrostu plonu — Zeszyty Naukowe WSR Wrocław, Zeszyt nr 3, str. 21—57.
 7. I M U Z — Materiały z badań chemizmu torfowiska „Ciemnoszyje — Przechody” — Katedra Matematyki WSR Wrocław.
 8. A. M. D l i n — Matematyczeskaja statistika w technice — Gosudarstwiennoje Izdatielstwo Sowietskaja Nauka — Moskwa 1951, str. 126—171.
 9. G. M. F i c h t e n c h o l z — Rachunek różniczkowy i całkowy. PWN Warszawa 1962, T. I.

МНОГОЧИСЛЕННОСТЬ ПРОБЫ В РАЗРЕЗНОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОРФЯНИКОВ

Резюме

Пробы для химического анализа с территории торфяника берутся в тех пунктах, которые исследователь выбирает на основе своего опыта, распознавания фитоценологических и стратиграфических соотношений, а также на основе других данных. Несмотря на эти предварительные распознавания, выбор места получения проб в большой степени необоснован и интуитивен.

В еще худшей ситуации исследователь находится, когда следует решить, какое количество проб нужно взять с единицы поверхности; всякое решение в таком случае не обосновано и продиктовано скорее значением исследования и финансовыми возможностями.

На базе многочисленного материала по исследованиям такого рода, автор заменяет существовавшее своеволие методом, основанным на теоретических рассуждениях и названным здесь разрезным методом.

Он дает возможность определить наименьшее и вместе с тем достаточное количество пунктов получения проб, вытекает из условий исследованной растительной среды, а в любом отличающемся случае изменяет некоторым образом это количество в зависимости от характера фитоценологического разреза.

Метод такого упорядоченного способа получения проб основан на гипотезе непрерывной зависимости растительного покрова от химического состава почвы.

Для любого химического элемента таблицы 1 можно обозначить буквой a его наименьшее процентное содержание в исследованном разрезе, b его наибольшее процентное содержание. Отсюда раздел (a, b) составляет возможную процентную изменчивость данного элемента на исследованном разрезе через дифференцированные фитоценологические пласты, длина которых L .

Если обозначим длину разреза на участке l_i , как P_i , $\sum_{i=1}^n l_i = L$, то $\frac{P_i}{L} = P_i \%$, а также $(a_L, b_L) = (a, b) \cdot P_i$. С целью вычисления многочисленности пунктов получения проб на разрезе интересующего элемента на целые процентные кратные. Единицей длины J , на которой данный элемент не превышает заложенной процентной единицы является: $J = \frac{L}{(a, b)}$, отсюда $N = \frac{L}{J}$, а также $N_i = \frac{P_i}{J}$ будет многочисленностью проб на разрезе I -того растительного пласта, необходимой для определения химического элемента в I -товом фитоценологическом пласте. Принимая во внимание формулы (5) и (6), получаем формулы (7) и (8), передающие достаточную многочисленность пробы в зависимости от параметров, приведенных в таблицах 2 и 4.

R. Hohenberg

THE QUANTITY OF SAMPLES IN THE TRANSVERSAL SECTION
METHOD OF THE DETERMINATION OF THE CHEMICAL
COMPOSITION OF PEAT BOGS

Summary

Sampling for chemical analyses from a peat bog surface takes place commonly in the points chosen by a researcher on the basis of his experience and knowledge of the phytosociological and stratigraphical conditions. In spite of these preliminary studies the choice of the points for sampling is to a certain degree free and intuitional. The situation of the researcher becomes much more worse if he has to decide as to the amount of the samples which should be taken from a surface unit. There his decision is rather subordinated to the rank of the investigations and to financial possibilities.

On the basis of numerous data of the investigations of this kind the author replaces the lasting till now free choice by a method being supported by theoretical considerations which was called here „transec-

tional method". This makes possible to determine the minimal but satisfactory number of the points to be sampled because it results from the conditions of the environment being investigated and since in each case they are different it allows to make correction of this number in relation to the character of phytosociological transect. This method of arrangement is based on the hypothesis of permanent dependence of the plant cover upon the chemical composition of the substratum.

For a free chosen chemical component given in tabl. 1 „*a*” is its minimal percentage content within a given transect, while „*b*” is its maximal percentage value. Hence the interval (*a*, *b*) shows the probable percentage variation of a given component in the investigated phytosociological transect of „*L*” length.

if we denominate by P_i the length of the transect within the cut l_i where $\sum_{i=0}^n l_i = L$ then $\frac{P_i}{L} = p_i$ and $(a_i, b_i) = (a, b) \cdot p_i$.

In order to calculate the number of the points to be sampled in a given phytosociological transect, the variational interval of a given component was divided into complet percentage quantities. The length unit *J* on which the given component will not be higher than the assumed percentage unit will be:

$$J = \frac{L}{(a, b)} \text{ hence } N = \frac{L}{J} \text{ and } N_i = \frac{P_i}{J}$$

It will show the number of the samples within *i* — phytosociological transect which should be taken for determining a given chemical component.

From the equations (5) and (6) we receive (7) and (8) which give the satisfactory number of samples in relation to the parameters given in the tables 2 and 4.