

Příspěvek ke studiu vegetačních gradientů a hranic v xerothermních společenstvech středních Čech

Contribution to the Study of Vegetative Gradients and Boundaries of Xerothermic Communities in Central Bohemia

Marie Pivničková

PIVNIČKOVÁ M. (1973): Příspěvek ke studiu vegetačních gradientů a hranic v xerothermních společenstvech středních Čech. [Contribution to the study of vegetative gradients and boundaries of xerothermic communities in Central Bohemia.] — *Preslia*, Praha, 45 : 165—182.

Three belt transects were delimited in rock steppes in Central Bohemia always between two types of xerothermic communities. The purpose of the study was to analyse the association between species of vascular plants, the spectra of life forms, the generic coefficients and affinity of different quadrats, using two different coefficients of floristic similarity and one of absolute distance. The VASILEVICH's (1962, 1967) method was used for detailed observation of vegetative gradients and for estimating of the community boundaries. This method makes it possible to describe sufficiently the vegetative gradient course and also to locate the boundaries among communities in those cases when all the above mentioned methods fail.

Arbesova 16, 320 28 Plzeň, ČSSR.

Úvod

Mnohé geobotanické problémy nelze v současné době uspokojivě řešit bez použití matematicko-statistických metod. Jedním z problémů, který vyžaduje právě tento přístup, je otázka studia ekologicko-vegetačních gradientů, které je v poslední době věnována značná pozornost (BEALS 1969; KOVÁCS 1970; VASILEVIČ 1962, 1967, 1968, 1969, 1970; WHITTAKER 1967; KUBÍKOVÁ 1971). Studium vegetačních gradientů a s nimi spojené otázky hranic mezi společenstvy mohou značně přispět ke kvalitnějšímu a podrobnějšímu poznání porostů, dříve označovaných jako „vegetační fragmenty“, „netypické porosty“, „přechodná společenstva“ atp.

Pojem „hranice mezi společenstvy“ (Vegetationsgrenze, limites des groupements vegetaux, community boundary, granica između fytoocenozami) je pojmem dávno zavedeným a v dnešní geobotanice běžně používaným (BRAUN-BLANQUET 1964; GREIG-SMITH 1967; DOMIN 1928; JENÍK 1961).

V předložené práci jsou shrnuty výsledky kvantitativní analýzy vegetačních gradientů na lokalitě Větrušické rokle v dolním Povltaví a lokalitě Chotečská bariéra v Českém krasu.

Popis studovaných lokalit a metody práce

Lokalita Větrušické rokle leží na pravém břehu zařízeníého údolí Vltavy severně od Prahy, mezi obcemi Letky a Libčice n. Vlt. Geologickým podkladem jsou bazické vyvřeliny algonkického stáří, tzv. spility. Geologickému podkladu a velké členitosti terénu na skalnatých svazích odpovídá rozmanitá struktura rostlinných společenstev. Větší část strmých svahů je nepřístupná a proto si rostlinná společenstva uchovala svůj původní ráz, který je pouze při horním okraji

skal a při břehu řeky porušen introdukcí alochtonních dřevin (např. modřín, borovice černá, akát atp.).

Lokalita Chotečská bariéra se nachází v Českém krasu a je vzdálena od předcházející vzdušnou čarou asi 40 km. Geologickým podkladem jsou prvohorní vápence.

Poloha vegetačních gradientů byla určena jako spojnice dvou fytoocenologicky vyhraněných porostů, které bylo možno ztotožnit s některou z asociací, popsanych v území Klikou: *Sesleria calcaria-Helianthemum canum* KLIKA 1933 a *Festuca duriuscula-Seseli osseum* KLIKA 1933 (v rámci svazu *Seslerio-Festucion duriusculae* KLIKA 1931) a *Festuca valesiaca-Erysimum crepidifolium* KLIKA 1933 (v rámci svazu *Festucion valesiaca* KLIKA 1931).

V obou porostech byl zaznamenán fytoocenologický snímek metodou BRAUN-BLANQUETOVOU. Pro každý fytoocenologický snímek byly vypočteny generické koeficienty (GREIG-SMITH 1967) a dále spektra životních forem (příslušnost druhů k životním formám byla převzata z příručky OBERDORFERA, 1962). Transekt byl vytyčen jako spojnice středů plochy každého ze snímků a zahrnul tedy průběh změny porostů jednoho společenstva ve druh. Pro všechny studované vegetační gradienty bylo použito transektů plošných; u jednoho bylo použito — se záměrem srovnat použití dvou typů transektů — jinak běžně užívaného transektu liniového. Šířka plošných transektů byla vždy konstantní (30 cm), délka se měnila podle vzdálenosti středů obou fytoocenologických snímků. K podrobnějšímu dělení plošného transektu sloužila síť, rozdělující plochu na plošky velikosti 10 × 10 cm. K vytyčení liniového transektu posloužil provázek, dělený na úseky po 1 cm.

V terénu byl při podrobné analýze vybraných transektů sledován počet druhů a jejich pokryvnost. Pokryvnost byla zakreslena ve zmenšeném měřítku na čtvrtky papíru, později planimetrována pomocí nitkového planimetru a porovnávána se vzorkovou plochou.

Při kvantitativním vyhodnocení vegetačního gradientu jsem se zaměřila především na analýzu hranic mezi společenstvy metodou, kterou popisuje VASILEVIČ (1962, 1967). Autor v podstatě vychází při srovnání plošek z koeficientu vzdálenosti, vyjadřujícího míru rozdílnosti výrazem
$$\left[\sum_{i=1}^n (x_{i1} - x_{i2})^2 \right]^{1/2}$$
, který použili již dříve např. AUSTIN et ORLOCI (1966), ORLOCI (1966) a další.

Pro srovnání jsem použila ještě běžných koeficientů floristické příbuznosti podle JACCARDA (1902) a SÖRENSENA (1948), které nacházejí uplatnění i v současné československé geobotanice (ČEŠKA 1966; HADAČ et al. 1969; PIVNÍČKOVÁ 1970).

K zjištění vazeb mezi druhy v rámci jednotlivých společenstev a mezi druhy různých společenstev bylo použito výpočtu podle GREIG-SMITHA (1967) a VASILEVIČE (1969). Do početního zpracování byly zařazeny údaje frekvence, pro výpočet byly brány pouze druhy s vyšší frekvencí. Jako základ pro další zpracování transektů bylo použito zkusných ploch velikosti 100 × 30 cm (výpočet koeficientu příbuznosti, analýza hranic mezi společenstvy). K zjištění údajů frekvence pro odhad vazeb mezi druhy bylo použito plošek o rozměrech 30 × 30 cm.

Míra rozdílnosti mezi objekty (v našem případě mezi ploškami transektu) je často chápána jako vzdálenost mezi nimi v mnohorozměrném systému koordinát (cf. VASILEVIČ 1969). Tedy míra rozdílnosti i-tého druhu plošek č. 1 a 2 se rovná rozdílu čtverců jeho pokryvnosti na těchto ploškách $(x_{i1} - x_{i2})^2$; pro j druhů plošek č. 1 a 2 je mírou rozdílnosti součet rozdílu čtverců pokryvnosti všech zúčastněných druhů $\sum_{j=1}^n (x_{j1} - x_{j2})^2$. Míra rozdílnosti dosahuje minima v případě, jsou-li na obou ploškách zastoupeny shodné druhy se stejnou pokryvností, zvětšuje se jednak tím, jak se v rámci shodných druhů zvětšují rozdíly v jejich pokryvnosti, jednak tím, jak se zvětšuje počet rozdílných druhů. Maxima dosahuje v případě, kdy se na obou ploškách nevyskytuje žádný společný druh.

Tohoto způsobu charakterizování rozdílnosti plošek transektu je využito při hledání hranic mezi společenstvy (VASILEVIČ l. c.). Zprvu neznámou hranici hledáme tak, že grupujeme plošky transektu do skupin a zároveň posouváme hranici po transektu. Skutečná hranice mezi společenstvy vyžaduje, aby průměrné rozdíly čtverců pokryvnosti grupování plošek byly minimální v rámci skupin a maximální mezi skupinami. Pro tento případ vypočteme podle dále uvedeného vzorce hodnotu tzv. rozdílu středů skupin $(M_K - M_J)$. Každá skupina plošek je totiž charakterizována tzv. středem skupiny, kde pokryvnost každého druhu skupiny je rovna aritmetickému průměru pokryvnosti na všech ploškách dané skupiny.

Praktický výpočet provádíme následovně: 1. Vypočteme pro každou možnou dvojici plošek součet čtverců rozdílu pokryvnosti všech zúčastněných druhů $R^2_{ij} = \sum_{a=1}^n (x_{a1} - x_{a2})^2$, kde x_{a1} je pokryvnost druhu a na i-té plošce; x_{a2} je pokryvnost druhu a na j-té plošce; n — počet plošek. Vypočtené hodnoty uspořádáme tabelárně. Hodnoty pokryvnosti upravujeme tak, že neuvaž-

jeme jejich skutečnou hodnotu pokrývnosti, ale její odmocninu. V praxi se ukázalo, že je vhodné používat této transformace (cf. VASILEVIĆ 1969).

2. Grupujeme plošky tak, že srovnáváme skupiny plošek 1–2, 3–10; 1–3, 4–10; . . . 1–8, 9–10. Vypočteme průměrné hodnoty součtu čtverců rozdílů pokrývnosti R^2_{ij} vždy pro dvě skupiny plošek a průměrné hodnoty R^2_{ij} zbývajících kombinací.

3. Vypočteme hodnotu rozdílu středů skupin $M_k - M_l$ podle vzorce

$$(M_k - M_l) = \sqrt{\frac{1}{kl} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^l R^2_{ij} - \sigma_k^2 - \sigma_l^2}, \text{ kde } k \text{ je počet plošek v první skupině, } l \text{ je počet}$$

plošek ve druhé skupině, σ_k^2 variance první skupiny (je rovna polovině průměru čtverců pokrývnosti první skupiny), σ_l^2 variance druhé skupiny (je rovna polovině průměru čtverců po-

kryvnosti druhé skupiny). Variance středu (průměru) první skupiny M_k je rovna $m_k^2 = \frac{\sigma_k^2}{k}$;

variance průměru druhé skupiny M_l je rovna $m_l^2 = \frac{\sigma_l^2}{l}$. Pomocí t -testu se přesvědčíme, zda

jsou rozdíly mezi oběma středy skupin průkazné; $t = \frac{M_k - M_l}{\sqrt{m_k^2 + m_l^2}}$.

Výsledky

Transekt č. 1 (lokalita: Větrušické rokle; délka 1000 cm; šířka 30 cm)

Transekt probíhal od jz orientovaného svahu se sklonem 35° na s orientovaný svah se sklonem 50° . Na jz vycházel ze společenstva, které lze přiřadit k asociaci *Festuca valesiaca-Erysimum crepidifolium* KLIKA 1933; na s svahu končil ve společenstvu *Sesleria calcaria-Helianthemum canum* KLIKA 1933. Transekt tedy probíhal mezi společenstvy, náležícími do dvou různých svazů (*Festucion valesiacae* KLIKA 1931 a *Seslerio-Festucion duriusculae* KLIKA 1931). Fytoocenologické snímky, zapsané ve středu výchozího a koncového bodu transektu, charakterizují semikvantitativně celou situaci:

výchozí bod transektu č. 1; 9 m², 50 %, jz , 35° ; porost patří k asociaci *Festuca valesiaca-Erysimum crepidifolium* KLIKA 1933]

H	<i>Festuca sulcata</i> (HACK.) NYM.	2.2	H	<i>Hieracium pilosella</i> L.	+ .2
H	<i>Festuca valesiaca</i> SCHLEICH.	1.2	H	<i>Koeleria gracilis</i> PERS.	+ .2
H	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	1.1	H	<i>Potentilla arenaria</i> BORKH.	+ .2
G	<i>Allium senescens</i> L.		H	<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) MILL.	
	subsp. <i>montanum</i> (SCHM.) BECK.	+ .2		subsp. <i>nigricans</i> (STOERCK) ZAM.	+ .1
H	<i>Anthericum ramosum</i> L.	+ .1	H	<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	+ .1
CH	<i>Artemisia campestris</i> L.	+ .1	H	<i>Seseli devenyense</i> ŠIMK.	+ .1
H	<i>Cyanus scabiosa</i> (L.) PRESL	+ .1	H	<i>Sesleria calcaria</i> (PERS.) OPIZ	+ .2
CH	<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	+ .2	H	<i>Silene otites</i> (L.) WIB.	+ .1
H	<i>Festuca glauca</i> LAM.	+ .2	CH	<i>Thymus serpyllum</i> L.	+ .2
H	<i>Hieracium echinoides</i> LUMN.	+ .1			

koncový bod transektu č. 1; 9 m², 70 %, s , 50° ; porost patří k asociaci *Sesleria calcaria-Helianthemum canum* KLIKA 1933

H	<i>Sesleria calcaria</i> (PERS.) OPIZ	3.3	H	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	+ .1
CH	<i>Artemisia campestris</i> L.	1.1	H	<i>Festuca glauca</i> LAM.	+ .2
H	<i>Cynanchum vincetoxicum</i> (L.) PERS.	1.1	H	<i>Festuca sulcata</i> (HACK.) NYM.	+ .2
H	<i>Hieracium pilosella</i> L.	1.3	H	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	+ .1
G	<i>Allium senescens</i> L.		H	<i>Linosyris vulgaris</i> CASS.	+ .1
	subsp. <i>montanum</i> (SCHM.) BECK.	+ .2	CH	<i>Minuartia setacea</i> (THUILL.) HAY.	+ .2
CH	<i>Alyssum montanum</i> L.	+ .1	H	<i>Potentilla arenaria</i> BORKH.	+ .2
H	<i>Arabis hirsuta</i> (L.) SCOP.	+ .1	H	<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) MILL.	
H	<i>Campanula rotundifolia</i> L.	+ .1		subsp. <i>nigricans</i> (STOERCK) ZAM.	+ .1
H	<i>Cyanus scabiosa</i> (L.) PRESL.	+ .1	F	<i>Quercus</i> sp. (juv.)	+ .1
CH	<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	+ .2	CH	<i>Thymus serpyllum</i> L.	+ .2

Tab. 1. — Čtverce rozdílů v pokryvnosti mezi ploškami transektu č. 1. — Squares of differences in dominance among quadrats in the transect No. 1.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
56,5		68,3	51,2	61,1	63,1	66,4	82,2	72,3	79,0	1
		36,1	42,8	35,2	64,6	73,3	98,5	85,2	94,2	2
			50,2	41,5	65,2	72,2	81,1	94,3	96,2	3
				27,3	67,7	75,2	99,4	83,7	93,5	4
					63,4	73,2	98,5	91,0	93,6	5
						59,5	95,8	90,4	95,3	6
							80,2	50,6	66,4	7
								40,5	37,4	8
									30,1	9

Tab. 2. — Hodnoty koeficientů floristické příbuznosti podle JACCARDA a SÖRENSENA mezi ploškami na transektu č. 1; horní číslo vyjadřuje JACCARDŮV koeficient, spodní SÖRENSENŮV. — Values of coefficients of floristic similarity according to JACCARD and SÖRENSEN among quadrats in the transect No. 1; upper figure: JACCARD's coefficient; lower figure: SÖRENSEN's coefficient.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
33,3	45,2	58,7	46,8	31,5	32,1	15,8	21,1	17,6		1
50,2	60,3	74,1	63,3	47,7	50,3	27,2	34,6	28,5		
	33,3	36,5	36,5	41,5	25,4	12,4	26,7	30,7		2
	50,2	54,4	54,4	59,8	40,3	22,2	42,2	47,0		
		50,4	36,4	41,5	25,8	5,8	18,8	21,4		3
		67,3	53,2	59,6	39,8	11,1	31,6	35,3		
			50,4	43,2	21,1	23,5	29,4	25,5		4
			67,3	60,6	34,8	38,7	45,5	40,4		
				54,5	27,7	16,8	22,1	17,6		5
				70,4	43,5	28,5	36,4	30,1		
					39,5	21,2	26,2	22,2		6
					56,3	34,7	41,6	36,3		
						30,2	42,1	56,2		7
						46,3	59,2	71,2		
							56,7	35,3		8
							72,2	52,6		
								50,4		9
								64,5		

Generický koeficient pro první snímek je 0,84, pro druhý 0,90; v tomto směru se obě plochy tedy podstatně neliší. Analýza spektra životních forem indikuje pro obě plochy, slabý pokles v zastoupení hemikryptofytů a větší zastoupení chamaefytů pro druhý snímek. Je ovšem třeba přihlídnout k celkovému malému počtu druhů, zaznamenaných na jednotlivých plochách snímků

(pravděpodobnost rozdílnosti se snižováním počtu druhů zvětšuje). Pro ilustraci uvádím příslušné poměry u výchozího snímku ($H = 15/19$, $G = 1/19$, $CH = 3/19$) a koncového snímku ($H = 13/20$, $G = 1/20$, $CH = 5/20$, $F = 1/20$). Vzhledem k tomu, že transektly byly zaznamenány v červnu, nejsou uvedeny zástupci terofytů. Rozdíly mezi zastoupením životních forem pro obě plochy snímků byly statisticky hodnoceny χ^2 – testem způsobem, který použil např. JANKO (1965). Hodnota celkového $\chi^2 = 1,05$ pro 3 stupně volnosti. Nulovou hypotézu, tj. předpoklad, že oba snímky se od sebe v zastoupení životních forem neliší, nelze tedy zamítnout; ($P > 50 \%$).

Na obr. 1 jsou uvedeny hodnoty, získané srovnáním vždy dvou sousedních ploch pro všechny tři typy koeficientů. Jako základu pro výpočet koeficientu vzdálenosti a pro analýzu hranic mezi společenstvy bylo použito tzv. stupnice $A^{1/2}$, která za výchozí hodnotu bere odmocninu z pokryvnosti. Zároveň jsem respektovala zásadu, že druhy s pokryvností nižší než 0,5 % byly hodnoceny jednotně, jako 0,5 %.

Příklad:

	pokryvnost druhu na ploše				rozdíl	
	I	$\sqrt{\quad}$	II	$\sqrt{\quad}$	D	D^2
<i>Sesleria calcaria</i>	36 %	6 %	16 %	4 %	2 %	4 %

Použití koeficientů příbuznosti podle JACCARDA a SÖRENSENA, založených na presenci druhů je méně vhodné jak pro pouhé hodnocení sousedních plošek (obr. 1), tak i pro hodnocení přechodných zón společenstev atp., a to zvláště při srovnávání menších ploch s menším počtem druhů. Kupříkladu na zkusné plošce č. 10 má *Euphorbia cyparissias* L. (s pokryvností 0,05 %) a *Sesleria calcaria* (PERS.) OPIZ (s pokryvností 61,00 %) stejnou hodnotu (hodnoceno JACCARDOVÝM a SÖRENSENOVÝM koeficientem). Bereme-li v úvahu pokryvnost, získáváme pro prýšek hodnotu 0,7 % a pro pěchavu 7,8 %.

Tab. 3. — Průměrné hodnoty čtverců rozdílů uvnitř skupin a mezi skupinami při jejich různém dělení na transektu č. 1. — Average value of squares of differences within groups and among groups (in different subdivisions) in the transect No. 1.

skupiny plošek	prům. čtv. rozd. ve skup. I	prům. čtv. rozd. ve skup. II	prům. čtv. rozd. mezi skupinami	celkový prům. čtv. rozdílů
1–2, 3–10	56,5	71,9	67,1	69,9
1–3, 4–10	53,6	72,0	70,0	
1–4, 5–10	50,8	71,0	73,8	
1–5, 6–10	47,1	64,6	81,8	
1–6, 7–10	52,9	50,8	85,2	
1–7, 8–10	57,8	36,0	86,7	
1–8, 9–10	66,1	30,1	79,0	

Hodnoty JACCARDOVA koeficientu, srovnáváním všech plošek mezi sebou, se pohybují v mezích 5,8–59,0; SÖRENSENOVA koeficientu 11,1–74,0 (tab. 2, obr. 1). Koeficient vzdálenosti, který bere v úvahu pokryvnost, má v našem případě interval od 24,3–95,4 a má tedy ze všech tří nejvyšší rozlišivost. Hodnoty koeficientů vzdálenosti byly vypočteny souběžně s hodnotami čtverců rozdílů pokryvnosti ze stejných hodnot (speciálně do tabulky nebyly sestaveny).

Dále byla provedena analýza vegetačního gradientu tohoto transektu podle VASILEVIČE (1962, 1967). Největší rozdíl byl nalezen mezi ploškami č. 7 a 8 tab. 1, 3. Hranici obou společenstev klademe mezi tyto dvě plošky. Hodnota t-testu je rovna 1,76 (pro 8 st. volnosti), $10\% > P > 5\%$; teoreticky by tedy nebylo možné zamítnout domněnku o vzájemné shodnosti obou zkoumaných porostů.

Vzájemná vazba příbuznosti mezi jednotlivými ploškami je znázorněna na obr. 3. Jako základ pro znázornění vazby mezi nimi byl vzat interval mezi čtverci rozdílů v pokryvnosti, získaných z tab. 1. Interval od 0—20 % je znázorněn dvěma čarami, od 21—40 % jednou čarou, od 41—60 % přerušovanou čarou, od 61—80 % tečkovaně a od 81—100 % je bez vyznačení. Existuje tedy těsná vazba mezi ploškami č. 8, 9 a 10, které představují porosty s pěchavou vápnomilnou. Plošky č. 6 a 7 odpovídají tzv. přechodné zóně, která ve skutečnosti je místem, kde transekt přechází přes vystupující skalní podloží, kde vlivem odlišných ekologických faktorů rostou druhy, které buď zcela chybí ve společenstvech na krajních koncích transektu nebo jsou tam zastoupeny jen sporadicky. Jmenovitě jsou to druhy: *Hieracium pilosella* L., *Festuca glauca* LAM., *Thymus serpyllum* L. a *Asperula cynanchica* L. Bylo by zajímavé zjistit dalším podrobnějším šetřením bližší charakter přechodné zóny mezi těmito dvěma typy společenstev. Je např. otázkou, zda i v jiných případech je tato zóna charakterizována stejnými druhy a zda lze tedy mluvit o druzích, specifických pro určitou přechodnou zónu. Na výskyt odlišných druhů v tzv. přechodné zóně upozorňuje NICEŇKO (1948). Rovněž existuje značná příbuznost mezi ploškami č. 2, 3, 4 a 5, které představují porosty s dominující kostrávou walliskou, kostrávou žlábkovitou, mochnou písečnou atp. Ploška č. 1 má v našem případě poněkud vyjimečné postavení. Výskyt pěchavy vápnomilné ovlivnil výsledek natolik, že zmírnil vazbu mezi ploškami č. 1 a 2 a také č. 1 a 3; naopak posílil vazbu mezi ploškami druhé skupiny č. 8, 9, 10, které představují porost s dominující pěchavou vápnomilnou.

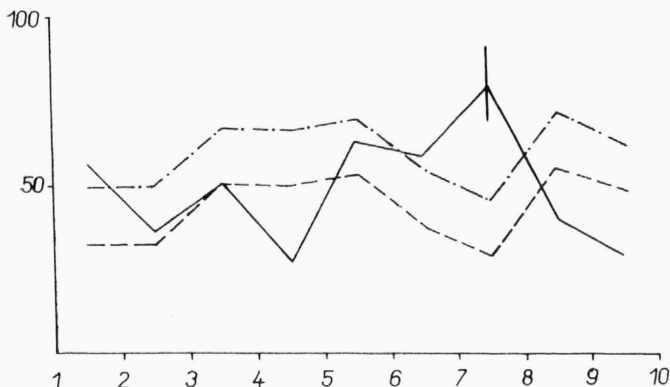
Při výpočtu vazeb mezi jednotlivými druhy, zastoupenými na ploše transektu bylo použito χ^2 — testu nezávislosti (GREIG-SMITH 1967).

V následujícím přehledu jsou uvedeny hodnoty χ^2 (1 stupeň volnosti) pro tyto dvojice druhů:

		hodnota χ^2
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Festuca valesiaca</i>	0,20
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Festuca sulcata</i>	9,95 (negativní)
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Festuca glauca</i>	0,01
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Potentilla arenaria</i>	1,15
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Thymus serpyllum</i>	0,97
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i>	2,92
<i>Festuca sulcata</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i>	25,22 (pozitivní)
<i>Festuca sulcata</i>	<i>Potentilla arenaria</i>	0,13
<i>Festuca sulcata</i>	<i>Thymus serpyllum</i>	0,03
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Thymus serpyllum</i>	0,17
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i>	8,58 (pozitivní)
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Festuca glauca</i>	0,02
<i>Festuca glauca</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i>	0,06

Předpokládaná průkazná negativní vazba byla potvrzena pouze u dvojice druhů *Sesleria calcaria* a *Festuca sulcata*. Hodnota χ^2 pro dvojici druhů *Sesleria calcaria* a *Festuca valesiaca*, kde byla rovněž předpokládána negativní korelace není průkazná (pravděpodobnost nulové hypotézy je vždy

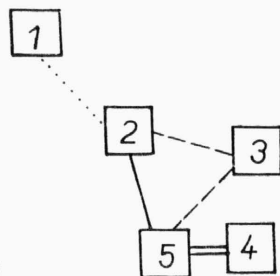
větší než 5 %). Důvodem může být nízká frekvence posledního druhu a poměrně malý počet zkusných plošek. Průkazná pozitivní vazba byla zjištěna u dvojice *Festuca sulcata* a *Euphorbia cyparissias* a dále dvojice *Potentilla arenaria* a *Euphorbia cyparissias*. *Euphorbia cyparissias* je druh, vyskytující se hojně ve všech typech xerothermních společenstev. To znamená, že v jednotlivých společenstvech těchto typů tvoří pozitivní vazby s jejich charakteristickými druhy.



Obr. 1. — Hodnoty koeficientu vzdálenosti a koeficientů příbuznosti podle JACCARDA a SÖRENSENA mezi sousedními ploškami transektu č. 1. Plnou čarou: koeficient vzdálenosti; čerchovanou čarou: SÖRENSENŮV koeficient; přerušovanou čarou: JACCARDŮV koeficient (osa x: číslo plošek, osa y: hodnoty koeficientů vyjádřené v procentech). Hranice mezi ploškami č. 7 a 8. — Fig. 1. — The values of the coefficient of absolute distance and coefficients of similarity according to JACCARD and SÖRENSEN between quadrats in the transect No. 1. Full line: coefficient of absolute distance; dot-and-dash line: SÖRENSEN'S coefficient; broken line: JACCARD'S coefficient. (Abscissa: number of quadrats, ordinate: values of coefficients in percent). The boundary is between quadrats No. 7 and 8.

Je třeba vzít v úvahu, že při původním popisu námi sledovaných xerothermních společenstev fytoecolog prof. KLIKA bral na zřetel četná další hlediska, která se neprojeví ani v odhadových hodnotách fytoecologického snímku ani v hodnotách čtených na transektu; proto ani test nezávislosti pomocí χ^2 nemůže dát rozhodující výsledky.

Vedle plošného transektu byly v místech transektu č. 1 položeny tři liniové transekty a označeny a, b, c. Probíhaly rovnoběžně vždy ve vzdálenosti 10 cm na místě plošného transektu tak, že tvořily zároveň hranice plošek. Výsledky jsou v tab. 4. Transekt *a* zachycuje z 26 druhů 16 druhů, tj. 61,7 %, stejně tak transekt *b*; transekt *c* zachycuje 12 druhů, tj. 46,2 %. Všechny tři liniové transekty obsahují dohromady bez opakování 22 druhů, tj. 84,5 %. Je zřejmé, že liniový transekt privileguje dominantní druhy, tj. s maximální pokryvností, neboť pokryvnost je konec konců hlavním zdrojem dominance. Mezi nimi pak umožňuje citlivější rozlišení. Jasně je to vidět z tab. 4, kde v případě druhů *Festuca sulcata*, *Potentilla arenaria*, *Sesleria calcaria*, *Thymus serpyllum* se průměrná pokryvnost ze tří liniových



Obr. 2. — Znárodnění vazby mezi ploškami na transektu č. 2 použitím hodnot čtverců rozdílů v pokryvnosti. Označení jako na obr. 3. — Fig. 2. — Diagram showing the similarity among quadrats in the transect No. 2. Symbols as in Fig. 3.

transektů značně blíží hodnotám pokryvnosti, získaným z plošného transektu. Liniové transekty naopak selhávají při detekci méně početných druhů (viz též GREIG-SMITH 1961).

Tab. 4. — V procentech vyjádřená pokryvnost druhů na liniových transektech *a*, *b*, *c* a pokryvnost druhů na plošném transektu. — Species dominance (in per cent) in line transects *a*, *b*, *c* and species dominance in the belt transect.

název taxónu	a	b	c	průměr	plošný transekt
<i>Allium senescens</i> L. subsp. <i>montanum</i> (SCHM.) BECK.	—	—	0,71	0,23	0,15
<i>Alyssum montanum</i> L.	—	—	—	—	0,09
<i>Anthericum ramosum</i> L.	0,62	—	1,22	0,61	0,17
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) SCOP.	—	—	0,63	0,21	0,04
<i>Artemisia campestris</i> L.	1,51	1,36	—	0,96	0,44
<i>Asperula cynanchica</i> L.	0,20	0,40	—	0,20	0,07
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	0,60	—	—	0,20	0,32
<i>Cyanus scabiosa</i> (L.) PRESL	—	—	—	—	0,09
<i>Cynanchum vincetoxicum</i> (L.) PERS.	—	—	0,96	0,32	0,08
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	0,95	0,54	—	0,49	0,61
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	2,95	2,15	1,43	2,17	0,91
<i>Festuca glauca</i> LAM.	1,56	1,00	—	0,85	1,28
<i>Festuca sulcata</i> (HACK.) NYM.	10,34	15,84	5,52	10,56	10,10
<i>Festuca valesiaca</i> SCHLEICH.	2,24	3,76	1,10	2,36	1,28
<i>Hieracium echioides</i> LUMIN.	—	0,40	—	0,13	0,13
<i>Hieracium pilosella</i> L.	2,83	0,54	—	1,12	1,56
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	1,10	0,27	—	0,45	0,09
<i>Koeleria gracilis</i> PERS.	1,00	0,57	1,24	0,94	0,38
<i>Linosyris vulgaris</i> CASS.	—	0,54	—	0,18	0,05
<i>Minuartia setacea</i> (THUILL.) HAY.	—	—	—	—	0,06
<i>Potentilla arenaria</i> BORKH.	11,44	9,43	16,00	12,26	11,23
<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) MILL. subsp. <i>nigricans</i> (STOERCK) ZAM.	—	1,53	3,12	1,56	0,16
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	—	—	—	—	0,15
<i>Seseli devenyense</i> SIMK.	1,63	—	—	0,54	0,24
<i>Sesleria calcaria</i> (PERS.) OPIZ	7,78	2,76	6,76	5,76	6,63
<i>Thymus serpyllum</i> L.	1,00	5,94	4,75	3,89	2,68

Transekt č. 2 (lokality: Větrušická rokle; délka 500 cm; šířka 30 cm)

Transekt probíhal od jz orientovaného svahu se sklonem 40° přes skalní ostrožnu na s orientovaný svah se sklonem 35°. Jeho jedním krajním bodem byly porosty dobře identifikovatelné jako asociace *Festuca duriuscula* — *Seseli osseum* KLIKA 1933 (jz svah) a druhým koncem pak porosty asociace *Sesleria calcaria* — *Helianthemum canum* KLIKA 1933. Zachycoval tedy gradient mezi dvěma rostlinnými společenstvy, která byla vyčleněna v rámci jednoho svazu (*Seslerio-Festucion duriusculae* KLIKA 1931). Fytocenologické snímky, uvedené níže, byly zapsány tak, že jejich středy tvořily krajní meze transektu:

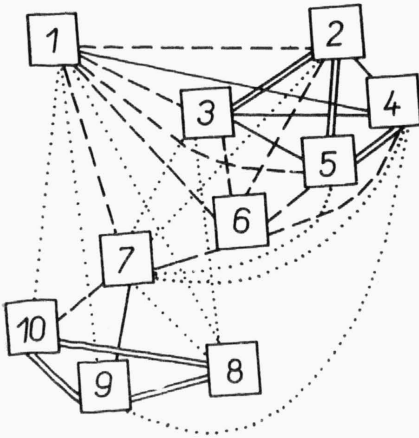
východní bod transektu č. 2; 6m², 40%, jz, 40°; porost patří k asociaci *Festuca duriuscula* — *Seseli osseum* KLIKA 1933

H	<i>Anthericum ramosum</i> L.	2.1	H	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	+1
G	<i>Allium rotundum</i> L.	+1	H	<i>Festuca glauca</i> LAM.	+2
G	<i>Allium senescens</i> L.		CH	<i>Minuartia setacea</i> (THUILL.) HAY.	+2
	subsp. <i>montanum</i> (SCHM.) BECK.	+2	H	<i>Oxytropis pilosa</i> (L.) DC.	+1
CH	<i>Alyssum montanum</i> L.	+1	H	<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	+1
H	<i>Anthericum liliago</i> L.	+1	H	<i>Sesleria calcaria</i> (PERS.) OPIZ	+2
CH	<i>Artemisia campestris</i> L.	+1	H	<i>Stipa capillata</i> L.	+2
H	<i>Asperula cynanchica</i> L.	+1	H	<i>Verbascum lychnitis</i> L.	+1
H	<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) KENG	+1			

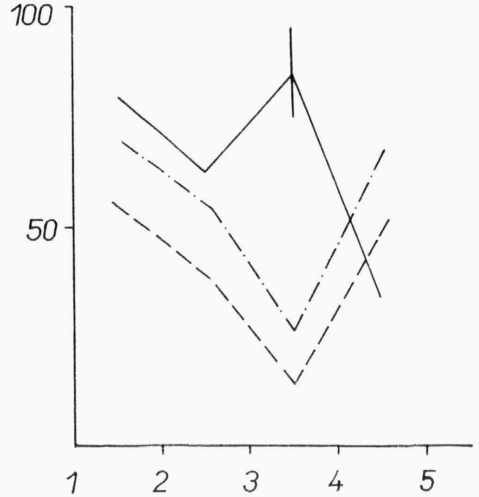
koncový bod transektu č. 2; 6 m², 60 %, s, 30°; porost patří k asociaci *Sesleria calcaria* – *Helianthemum canum* KLIKA 1933

H	<i>Sesleria calcaria</i> (PERS.) OPIZ	3.3
H	<i>Stachys recta</i> L.	1.1
CH	<i>Thymus serpyllum</i> L.	1.3
G	<i>Allium senescens</i> L.	
	subsp. <i>montanum</i> (SCHM.) BECK.	+2
CH	<i>Alyssum montanum</i> L.	+1
H	<i>Anthericum liliago</i> L.	+1
CH	<i>Artemisia campestris</i> L.	+1

H	<i>Cyanus stoebe</i> L.	
	subsp. <i>rhenanus</i> BOR.	+1
H	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	+1
H	<i>Oxytropis püosa</i> (L.) DC.	+1
H	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	+1
CH	<i>Sedum acre</i> L.	+2
H	<i>Seseli devenyense</i> SIMK.	+1
CH	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	+1



Obr. 3. — Znázornění vazeb mezi ploškami transektu č. 1 použitím hodnot čtverečů rozdílů v pokryvnosti. Hodnoty od 0–20 % jsou znázorněny dvěma plnými čarami, 21–40 % jednou plnou čarou, 41–60 % přerušovanou čarou, 61–80 % tečkované. Fig. 3. — Diagram showing the similarity among quadrats in the transect No. 1 using values of the squared coefficients of absolute distance. Two full lines: values between 0–20 %, full line: values between 21–40 %, broken line: values between 41–60 %, dot line: values between 61 to 80 %.



Obr. 4. — Hodnoty koeficientu vzdálenosti a koeficientů příbuznosti podle JACCARDA a SÖRENSENA mezi sousedními ploškami na transektu č. 2. Označeni jako na obr. 1. Hranice mezi ploškami č. 3 a 4. — Fig. 4. — The values of the coefficient of absolute distance and coefficients of similarity according to JACCARD and SÖRENSEN between quadrats in the transect No. 2. Symbols as in Fig. 1. The boundary is between quadrats No. 3 and 4.

Generický koeficient prvního snímku je 0,87, druhého je roven 1. Nižší hodnotu prvního koeficientu ovlivnil výskyt dvou zástupců rodu *Allium* a *Anthericum*. Spektrum životních forem se do jisté míry odlišuje od předcházejícího transektu, mezi oběma typy porostů jsou nápadnější rozdíly. Přestože v obou převažují hemikryptofyty, vzrostl počet chamaefytů v porostu pěchavy vápnomilné na 35,6 %, zatímco v porostu s dominantní bělozárkou větvitou má hodnotu rovnou 18,7 %. Hodnota χ^2 pro 2 stupně volnosti je rovna 1,15. Příslušné poměry pro první snímek jsou H = 11/16; CH = 3/16; G = 2/16. Pro druhý snímek H = 8/14; CH = 5/14; G = 1/14; (P > 50 %).

Výpočtem koeficientů příbuznosti pro všechny plošky navzájem byly získány příslušné intervaly: JACCARDŮV koeficient se pohybuje od 7,7—54,3, jeho interval je tedy roven hodnotě 47,6; SÖRENSENŮV koeficient od 14,3—70,2; jeho interval je 55,9 (viz tab. 6 a obr. 4). Koeficient vzdálenosti má rozmezí od 12,3—80,6, jeho interval je tedy 68,3. Je to opět hodnota

Tab. 5. — Čtverce rozdílů v pokryvnosti mezi ploškami transektu č. 2. — Squares of differences in dominance among quadrats in the transect No. 2.

2	3	4	5	
79,1	87,8	98,2	100,0	1
	61,4	36,8	53,2	2
		83,1	70,5	3
			31,7	4

nejvyšší, indikující lepší rozlišení příbuznosti porostů, na základě pokryvnosti druhů. Na obr. 4 je opět znázorněn průběh všech tří koeficientů při hodnocení příbuznosti sousedních plošek.

Tab. 6. — Hodnoty koeficientů floristické příbuznosti podle JACCARDA a SÖRENSENA mezi ploškami na transektu č. 2; horní číslo vyjadřuje JACCARDŮV koeficient, spodní SÖRENSENŮV. — Values of coefficients of floristic similarity according to JACCARD and SÖRENSEN among quadrats in the transect No. 2; upper figure: JACCARD's coefficient; lower figure: SÖRENSEN's coefficient.

2	3	4	5	
54,3	15,4	7,7	0,0	1
70,2	26,7	14,3	0,0	
	38,5	31,0	15,4	2
	55,7	47,1	26,6	
		15,4	30,0	3
		26,7	46,1	
			50,0	4
			66,2	

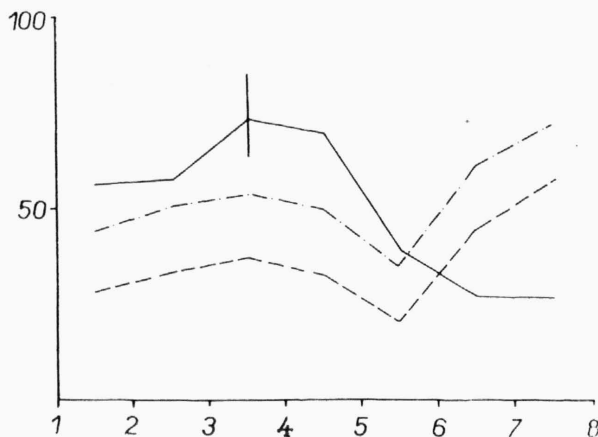
Při analýze vegetačního gradientu a hledání hranice mezi porosty, náleží ke dvěma vegetačním jednotkám, vycházíme opět z tabulky (tab. 5), ve které jsou uvedeny hodnoty čtverců rozdílů v pokryvnosti pro všechny plošky transektu, srovnávané navzájem. Grupujeme jednotlivé plošky a po-

čítáme jejich průměrné hodnoty. V našem případě jsou, vzhledem ke kratšímu transektu, pouze dvě možnosti (tab. 7). Hranici mezi společenstvy předpokládáme mezi ploškou č. 3 a 4. Hodnota t-testu pro 3 stupně volnosti je rovna 0,98, ($50\% > P > 10\%$).

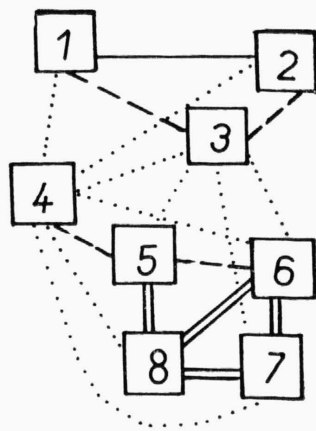
Tab. 7. — Průměrné hodnoty čtverců rozdílů uvnitř skupin a mezi skupinami při jejich různém dělení na transektu č. 2. — Average values of squares of differences within groups and among groups (in different subdivisions) in the transect No. 2.

skupiny plošek	prům. čtv. rozd. ve skup. I	prům. čtv. rozd. ve skup. II	prům. čtv. rozd. mezi skupinami	celkový prům. čtv. rozd.
1—2, 3—5	79,1	61,7	72,9	70,2
1—3, 4—5	76,1	31,7	73,6	

Schematické znázornění příbuznosti mezi ploškami ukazuje obr. 2. Nejtěsnější vazba existuje mezi ploškou č. 4 a 5, které představují porosty pěchavy vápnomilné, plošky, které jsou na celé ploše transektu nejvíce homogenní. Těsnější vazba je však i mezi ploškami č. 2 a 5 a mezi ploškami č. 3 a 5. Na



Obr. 5. — Hodnoty koeficientu vzdálenosti a koeficientů příbuznosti podle JACCARDA a SÖRENSENA mezi sousedními ploškami transektu č. 3. Označení jako na obr. 1. Hranice mezi ploškami č. 3 a 4. — Fig. 5. — The values of the coefficient of absolute distance and coefficients of similarity according to JACCARD and SÖRENSEN between quadrats in the transect No. 3. Symbols as in Fig. 1. The boundary is between quadrats No. 3 and 4.



Obr. 6. — Znázornění vazeb mezi ploškami na transektu č. 3 použitím hodnot čtverců rozdílů v pokryvnosti. Označení jako na obr. 3. — Fig. 6. — Diagram showing the similarity among quadrats in the transect No. 3. Symbols as in Fig. 3.

plošce č. 2 je totiž zastoupena *Sesleria calcaria* s některými dalšími druhy, charakteristickými pro společenstvo *Sesleria calcaria-Helianthemum canum* KLIKA 1933. Na plošce č. 3 většina těchto druhů mizí a značně ubývá i pěchavy vápnomilné. Plošky č. 4 a 5 představují již typický porost s dominující pěchavou vápnomilnou. Hranice v tomto případě probíhá přes jakýsi mezistupeň, jehož druhová skladba a struktura je podobná struktuře pěchavového porostu.

Vazba mezi druhy byla stanovena χ^2 -testem nezávislosti pro druhy s vyšší frekvencí. V následujícím přehledu jsou uvedeny hodnoty χ^2 (1 stupeň volnosti) pro dvojice druhů:

		hodnota χ^2
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Anthericum ramosum</i>	7,64 (negativní)
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Asperula cynanchica</i>	0,28
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Alyssum montanum</i>	1,21
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i>	7,97 (negativní)
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Sedum acre</i>	6,42 (pozitivní)
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Thymus serpyllum</i>	5,37 (pozitivní)
<i>Anthericum ramosum</i>	<i>Asperula cynanchica</i>	0,03
<i>Anthericum ramosum</i>	<i>Alyssum montanum</i>	2,84
<i>Anthericum ramosum</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i>	8,05 (pozitivní)
<i>Anthericum ramosum</i>	<i>Thymus serpyllum</i>	0,56

Předpokládaná průkazná negativní vazba byla potvrzena pro dvojice druhů *Sesleria calcaria*-*Anthericum ramosum* a *Sesleria calcaria*-*Euphorbia cyparissias*. Jedná se o dominanty obou typů porostů, s nejvyšší frekvencí. V prvním případě pýchavy vápnomilné, ve druhém případě bělozářky větvitě a pryšce chvojky. Průkazná pozitivní vazba byla zjištěna mezi pýchavou vápnomilnou a rozchodníkem a pýchavou vápnomilnou a mateřídouškou v jednom typu porostu a mezi bělozářkou větvitou a pryšcem ve druhém porostu.

Transekt č. 3 (lokality: Chotečská bariéra u Hostimi; délka 800 cm; šířka 30 cm)

Transekt probíhal z j orientovaného svahu se sklonem 30° přes ostrý skalní hřbet na s orientovaný svah se sklonem 40°. Ve svém průběhu vycházel ze společenstva *Festuca valesiaca*-*Erysimum crepidifolium* KLIKA 1933 a směřoval do asociace *Sesleria calcaria*-*Helianthemum canum* KLIKA 1933. V podstatě jde o stejný typ přechodu dvou společenstev jako v případě transektu č. 1, ovšem s tím rozdílem, že transekt č. 1 byl založen na spilitovém podkladu. Fytoocenologické snímky, uvedené v textu, reprezentují obě krajní asociace. Střední snímky sloužily jako mezníky délky transektu:

výchozí bod transektu č. 3; 9 m², 50 %, j, 30°; porost patří k asociaci *Festuca valesiaca*-*Erysimum crepidifolium* KLIKA 1933

H	<i>Festuca valesiaca</i> SCHLEICH.	2.2	H	<i>Sanguisorba minor</i> SCOP.	+1
CH	<i>Artemisia campestris</i> L.	1.1	H	<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	+1
H	<i>Carex humilis</i> LEYSS.	1.2	CH	<i>Sedum album</i> L.	+1
H	<i>Asperula cynanchica</i> L.	+1	CH	<i>Sedum acre</i> L.	+1
H	<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) KENG.	+2	H	<i>Seseli hippomarathrum</i> JACQ.	+2
H	<i>Cyanus scabiosa</i> (L.) PRESL	+1	H	<i>Sesleria calcaria</i> (PERS.) OPIZ	+2
CH	<i>Helianthemum canum</i> (L.) BAUMG.	+2	H	<i>Stachys recta</i> L.	+1
H	<i>Hieracium pallidum</i> BIV.	+1	CH	<i>Thymus serpyllum</i> L.	+2
H	<i>Potentilla arenaria</i> BORKH.	+2			

konecový bod transektu č. 3; 9 m², 70 %, s, 40°; porost patří k asociaci *Sesleria calcaria*-*Helianthemum canum* KLIKA 1933

H	<i>Sesleria calcaria</i> (PERS.) OPIZ	3.3	H	<i>Koeleria gracilis</i> PERS.	+2
H	<i>Carex humilis</i> LEYSS.	1.2	H	<i>Melica transsilvanica</i> SCHUR	+2
H	<i>Potentilla arenaria</i> BORKH.	1.2	H	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	+1
H	<i>Achillea millefolium</i> L.		H	<i>Salvia pratensis</i> L.	+1
	emend. FIORI	+1	H	<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	+1
H	<i>Asplenium ruta-muraria</i> L.	+1	CH	<i>Sedum album</i> L.	+1
CH	<i>Artemisia campestris</i> L.	+1	CH	<i>Sempervivum soboliferum</i> SIMS.	+1
H	<i>Campanula rotundifolia</i> L.	+1	H	<i>Thalictrum minus</i> L.	+1
H	<i>Coronilla varia</i> L.	+1	CH	<i>Thymus serpyllum</i> L.	+2
H	<i>Festuca sulcata</i> (HACK.) NYM.	+2			

Tab. 8. — Čtverce rozdílů v pokryvnosti mezi ploškami transektu č. 3. — Squares of differences in dominance among quadrats in the transect No. 3.

2	3	4	5	6	7	8	
55,7	59,8	73,4	95,2	100,0	100,0	96,2	1
	57,5	77,7	97,2	99,9	98,7	99,0	2
		73,0	88,7	95,2	90,2	86,2	3
			69,1	82,2	79,8	74,3	4
				39,0	45,7	35,9	5
					27,8	30,5	6
						26,8	7

Generický koeficient prvního snímku se rovná 0,94 (z celkového počtu 17 druhů jsou zastoupeny dva druhy rozchodníků), druhého snímku je roven 1. Spektrum životních forem se podstatně neliší od předešlého, obdobného typu porostů na místě zapsaného transektu č. 1. V porostu kostřavy walliské i v porostu pěchavy vápnomilné silně převládají hemikryptofyty, v prvním případě je to 71,0 %, ve druhém 78,0 %. V žádném ze snímků nebyly zaznamenány geofyty ani fanerofyty. Terofyty nejsou pro pozdní záznam

Tab. 9. — Hodnoty koeficientů floristické příbuznosti podle JACCARDA a SÖRENSENA mezi ploškami na transektu č. 3; horní číslo vyjadřuje JACCARDŮV koeficient, spodní SÖRENSENŮV. — Values of coefficients of floristic similarity according to JACCARD and SÖRENSEN among quadrats in the transect No. 3; upper figure: JACCARD's coefficient; lower figure: SÖRENSEN's coefficient.

2	3	4	5	6	7	8	
28,7	54,0	11,2	12,7	0,0	0,0	7,3	1
44,5	70,0	20,0	27,6	0,0	0,0	13,3	
	33,4	25,0	12,5	6,3	7,7	15,3	2
	50,0	40,1	22,2	11,7	14,2	26,7	
		37,5	25,1	11,7	14,3	41,6	3
		54,3	40,0	21,1	24,5	59,1	
			33,4	20,0	15,3	33,3	4
			50,0	33,3	21,5	59,0	
				21,5	7,7	15,4	5
				35,2	14,2	26,6	
					44,4	27,2	6
					61,3	42,7	
						57,2	7
						72,3	

transektu uvedeny. Hodnota χ^2 (pro 1 stupeň volnosti) je rovna 0,22. Ve spektru životních forem se od sebe oba typy porostů neliší. Příslušné poměry jsou $H = 12/17$, $CH = 5/17$; $H = 14/18$, $CH = 4/18$, ($P > 50\%$).

Intervaly koeficientů floristické příbuznosti podle JACCARDA a SÖRENSENA jsou uvedeny v tab. 9. Průběh hodnot pro sousední plošky jsou uvedeny pro všechny tři typy koeficientů na obr. 5. Prvý koeficient se pohybuje

Tab. 10. — Průměrné hodnoty čtverců rozdílů uvnitř skupin a mezi skupinami při jejich různém dělení na transektu č. 3. — Average values of squares of differences within groups and among groups (in different subdivisions) in the transect No. 3.

skupiny plošek	prům. čtv. rozd. ve skup. I	prům. čtv. rozd. ve skup. II	prům. čtv. rozd. mezi skupinami	celkový prům. čtv. rozdílů
1—2, 3—8	55,7	62,9	87,9	73,4
1—3, 4—8	57,7	51,1	91,4	
1—4, 5—8	66,2	34,3	90,7	
1—5, 6—8	74,7	28,4	81,5	
1—6, 7—8	77,6	26,8	72,0	

v mezích od 0,0—57,2, druhý od 0,0—72,3. Interval prvního je tedy 57,2, druhého 72,3 (viz tab. 9). Hodnoty koeficientu vzdálenosti se pohybují v mezích od 25,8—100,0 (interval má hodnotu 74,2). Vidíme, že opět tento interval je nejvyšší, i když rozdíl není tak výrazný, jako u transektů předcházejících.

Východím bodem pro analýzu vegetačního gradientu a stanovení hranice mezi společenstvy je tab. 8. Grupováním plošek a výpočtem průměrných hodnot získáme tab. 10. Na jejich základě můžeme říci, že hranici je nutno hledat mezi ploškami č. 3 a 4. Hodnota t-testu je 1,75 (pro 6 stupňů volnosti); P se pohybuje kolem 10 %.

Na obr. 6 je znázorněna příbuznost mezi ploškami č. 1 až 8. Z něho je národně vidět, že nejtěsnější vazba resp. příbuznost se jeví pro porosty s pěchavou vápnomilnou, v našem případě je to mezi ploškami č. 5, 6, 7, 8. Na druhé straně jsou k sobě vázány těsněji plošky 1, 2 a 3. Nejvyšší hodnota čtverců rozdílů byla vypočtena pro dvojici plošek č. 3 a 4; to jsou právě ty, kde předpokládáme hranici mezi společenstvy. V některých případech se jisté procento druhů, které jsou považovány za typické pro určitou asociaci, vyskytuje i v jiných asociacích, např. pěchava vápnomilná na teplých výslunných svazích. Domníváme se, že ačkoliv nebyly t-testem potvrzeny průkazné rozdíly mezi oběma asociacemi, jedná se vizuálně o dva typy porostů, mezi kterými je dobře patrná hranice, potvrzená rovněž v první fázi VASILEVIČOVY metody. Hranice je v našem případě tvořena přirozeným vápencovým valem, tvořícím zlom mezi dvěma různě orientovanými svahy.

Vazba mezi druhy byla stanovena, podobně jako u předcházejících transektů, χ^2 -testem nezávislosti pro druhy s vyšší frekvencí. Jejich hodnoty jsou uvedeny v následujícím přehledu:

<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Potentilla arenaria</i>	hodnota χ^2
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Thymus serpyllum</i>	5,98 (negativní)
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Seseli hippomarathrum</i>	5,22 (pozitivní)
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Helianthemum canum</i>	4,21 (negativní)
<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Festuca sulcata</i>	7,69 (negativní)
		0,09

<i>Sesleria calcaria</i>	<i>Bothriochloa ischaemum</i>	11,26 (negativní)
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Thymus serpyllum</i>	0,93
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Seseli hippomarathrum</i>	5,36 (negativní)
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Bothriochloa ischaemum</i>	0,03
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Helianthemum canum</i>	0,75
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Festuca sulcata</i>	0,67
<i>Thymus serpyllum</i>	<i>Seseli hippomarathrum</i>	1,03
<i>Thymus serpyllum</i>	<i>Bothriochloa ischaemum</i>	0,04
<i>Thymus serpyllum</i>	<i>Helianthemum canum</i>	4,67 (negativní)
<i>Thymus serpyllum</i>	<i>Festuca sulcata</i>	0,03
<i>Seseli hippomarathrum</i>	<i>Bothriochloa ischaemum</i>	3,67
<i>Seseli hippomarathrum</i>	<i>Helianthemum canum</i>	0,75
<i>Seseli hippomarathrum</i>	<i>Festuca sulcata</i>	0,66
<i>Carex humilis</i>	<i>Seseli hippomarathrum</i>	3,68

Předpokládaná průkazná negativní vazba byla potvrzena u šesti dvojic druhů. Ve většině případů jde o druhy teplomilné, vázané na jižní svahy a sledované v kombinaci s pýchavou vápnomilnou. Pozitivní vazba průkazná byla nalezena pouze u jedné dvojice druhů, *Sesleria calcaria-Thymus serpyllum*. Jde opět o druhy s vysokou frekvencí, vyskytující se na ploškách společně.

Diskuse

Studium vegetačních gradientů se v geobotanice diferencovalo v zásadě dvěma směry. První z nich se snaží na základě změn ekologických faktorů (fyzikální a chemické vlastnosti půdy, mikroklima atd.) vysvětlit příčiny změn jednotlivých typů rostlinných společenstev (POLAKOWSKÁ 1966; KOVÁCS 1970; LATHAM et DUGERDIL 1970; u nás KUBÍKOVÁ 1971). Uvedení autoři většinou popisují zjištěné rozdíly mezi různými typy rostlinných společenstev v jejich korelačních závislostech na studovaných ekologických faktorech. Vzhledem k obrovské různorodosti porostů, které jsou pochopitelně opět vázány na značně rozmanité ekologické podmínky, vede tento přístup téměř vždy k cíli. Tento způsob studia přispívá k vysvětlení existujících rozdílů mezi různými typy porostů značnou měrou.

Je pochopitelné, že při popisu dvou rozdílných porostů se brzy dostaneme k otázce existence hranic mezi těmito porosty a tím se dostáváme k dalšímu okruhu prací, které studují otázky vegetačních gradientů z poněkud odlišného hlediska. Druhá koncepce dává přednost informacím, získaným přímo ze struktury rostlinného krytu (BRAY 1961); vychází z druhové skladby porostů, hodnotí především přechodné zóny a hledá hranice mezi porosty (NITCENKO 1948; BESCHEL et WEBER 1962; FALINSKI 1962; VASILEVIČ 1962, 1967; BEALS 1969). Všichni tito autoři sledují příbuznost vždy dvou sousedních zkoumaných ploch transektů pomocí různých koeficientů příbuznosti a hranice hledají mezi takovými ploškami, které vykazují hodnoty koeficientů příbuznosti nejnižší. Je to způsob zvláště vhodný pro popis „jasných hranic“ (VASILEVIČ 1967). Ovšem je třeba poznamenat, že „jasných hranic“ je menšina. Vyskytují se obvykle v místech, kde na poměrně malém území dochází k náhlým ekologickým změnám. Ve většině případů jsou to změny pozvolné a tím je dán i pozvolný přechod jednotlivých typů porostů; velmi často se v této souvislosti mluví o tzv. mozaikovitosti porostů (WALTER 1962; JANKO 1965, 1971).

Oba výše uvedené přístupy je třeba chápat jako komplementární. První ekologický je nezbytný k vysvětlení odlišnosti různých typů porostů, k objasnění jejich závislostí na určujících faktorech prostředí. Úspěšnost takového

postupu je však zaručena samozřejmě jediné tehdy, jsou-li jednotlivé typy porostů správně popsány a klasifikovány z hlediska floristického složení.

V posledním desetiletí byla VASILEVIČEM (1962, 1967) vypracována nová metoda studia vegetačních gradientů; byla popsána v roce 1962 a později upravena po připomínkách RABOTNOVA (1964). V současné době si je autor sám vědom některých nedostatků v metodě, v zásadě ji však zatím nezměnil (VASILEVIČ — písemné sdělení). Velkou předností uvedené metody je, že umožňuje srovnávání jednotlivých plošek a stanovení příbuznosti způsobem, který přihlíží nejen k prezenci druhů, ale také k jejich pokryvnosti.

Koeficienty, uvažující pouze prezenci druhů podle JACCARDA a SÖRENSENA mají jen omezenou použitelnost ve studiích podobného typu, jak je vidět z příkladů v textu (cf. kapitola „Výsledky“).

Další výhodou metody je, že srovnává nejen sousední plošky transektu, ale všechny plošky navzájem (systémem každá s každou) a že bere jako výchozí hodnotu k výpočtu druhou odmocninu z pokryvnosti. V poslední době celá řada autorů (cf. McINTOSH 1967) dokonce vynechává druhy, které jsou běžné a vyskytují se i v jiných společenstvech nebo druhy, vyskytující se ve společenstvu náhodně.

Výsledky studia vazeb mezi druhy ukázaly, že v mnohých případech sledují očekávaný trend v pozitivních i negativních korelacích, ovšem v jiných, především u druhů s nižší frekvencí a druhů obecně rozšířených, selhávají.

Studium generických koeficientů a spektra životních forem je z našeho hlediska čistě doplňkové pro vlastní objasnění tématu.

V podmínkách, ve kterých byly naše transektly založeny (skalní stepi) je zřejmé, že nelze očekávat velkoplošné homogenní porosty, ale spíše porosty, označované termínem mozaikovitě. Je třeba si povšimnout i skutečnosti, že námi sledovaná společenstva jsou značně závislá na mnohdy místo od místa se měnících ekologických podmínkách (značná členitost terénu, expozice, geologický podklad, fyzikální a chemické vlastnosti půdy apod.). Z těchto důvodů nemůžeme očekávat druhovou úplnost těchto společenstev. Domníváme se však, že i v takových, mozaikovitě členěných porostech, je možno vyčlenit fytoocenologické jednotky, které se mohou na studovaném území i několikrát opakovat a tedy i vymezit a popsat hranice mezi nimi. Otázkou zůstává, do jaké míry určitá druhová chudost těchto společenstev (máme především na mysli nižší fytoocenologické jednotky) toto stěžuje. Je to ovšem i otázka variability již popsaných fytoocenologických jednotek xerothermních porostů (cf. KLÍKA 1933). Až do současné doby nebyla variabilitě fytoocenologických jednotek věnována dostatečná pozornost. Problémy se zařazením některých skupin rostlinných druhů do již popsaných společenstev měla i KUBÍKOVÁ (1971). Lze to vysvětlit jednak doposud používaným způsobem popisu fytoocenologických jednotek, jednak tím, že současné komplexní nazírání na problematiku fytoocenologických jednotek a hranic mezi nimi jsou odlišné a ne všechny dříve popsané jednotky budou vyhovovat novým přístupům.

V našem případě při studiu vegetačních gradientů byly zjištěny u všech tří studovaných transektů očekávané rozdíly v příbuznosti mezi sousedními ploškami. Pro transekt č. 1 byly největší rozdíly zjištěny mezi ploškou č. 7 a č. 8; pro transekt č. 2 mezi ploškou č. 3 a č. 4 a pro transekt č. 3 mezi ploškou č. 3 a č. 4. Další fází VASILEVIČOVY metody je testování. V našem případě jsou hodnoty *t*-testů pro transekt č. 1—1,76 (*P* se pohybuje mezi 5 až

10 %) pro transekt č. 2—0,98 (P se pohybuje kolem 40 %) a pro transekt č. 3—1,75 (P se pohybuje mezi 5—10 %). Je vidět, že vyšší hodnoty t-testu vykazují transekty, vedené přes dvě společenstva, náležející do dvou různých svazů, nižší hodnota pak náleží transektu č. 2, který byl veden přes dvě společenstva, popsána v rámci jednoho svazu. Hodnoty t-testu se sice pohybují pro transekt č. 1 a č. 3 kolem 10 %, ovšem ani v jednom případě nedosahují hranice 5 % statistické významnosti a nemůžeme tedy vyloučit z matematicko-statistického hlediska vyslovenou nulovou hypotézu o homogenosti obou porostů. Nelze však klást na jednu rovinu statistickou a biologickou „významnost“. Matematicko-statistické metody aplikované v biologii mají pomocnou funkci a výsledky jimi získané je nutné pečlivě interpretovat v biologických pojmech. Avšak i jejich úplné vyloučení by byl opačný extrém ve shodě s poznámkou RŮŽIČKY (1958) „Je lépe používat přesné metody k nepřesným číslům, než nepřesné k nepřesným“. Tedy i neprůkazný výsledek statistického testu ještě nemůže vést k závěru, že hranice mezi jednotlivými typy rostlinných společenstev v šetřených lokalitách nejsou. Použijeme-li kupř. dělení transektu po 50 cm (namísto 1 m) pro transekt č. 1, získáme hranice opět na stejném místě a hodnoty t-testu jsou v těchto případech průkazné (hodnota m_k^2 a m_j^2 jsou v tomto případě nižší). Je tedy otázkou dalšího studia, jaká je nejvhodnější velikost zkusných ploch pro transekt, založený v určitých typech porostů (cf. MCINTOSH 1967). Volba menších zkusných ploch vede k výsledkům, jejichž testování není již negativní. Konec konců použití t-testu je jen ověřením výsledků, získaných druhou etapou VASILEVIČOVY metody, etapou, která poskytuje nejvíce biologicky zhodnotitelných dat. V našem případě umožnila popsat průběh vegetačního gradientu a stanovit vzájemnou floristickou příbuznost respektive odlišnost jednotlivých částí studovaných porostů a tedy ve svých důsledcích i pravděpodobnou — jednou výraznější, jindy, nezřetelnější — „biologicky významnou“ dělicí čáru mezi společenstvy.

Za cenné kritické připomínky a zájem o práci v průběhu jejího sepisování děkuji doc. ing. J. Jeníkovi CSc., dále prom. biol. J. Jankovi a RNDr. M. Rejmánkovi. Za upřesnění některých otázek v metodě děkuji jejímu autorovi dr. V. I. Vasilevičovi z Botanického institutu v Leningradě. Za pomoc při práci v terénu děkuji svému manželovi RNDr. K. Pivničkovi.

Summary

1. The applicability of Vasilevich's method to the estimation of vegetative gradients and community boundaries was confirmed in three belt transects delimited in Central Bohemia.
2. The t-test used for the detection of community boundaries gave higher values in communities belonging to two different alliances than in communities belonging to the same alliance.
3. The values of t-tests do not reach the 5% level of probability in any case. In two cases they varied between 10—5% level of probability but it is not possible to treat the statistical and biological significance at the same level. Using quadrats 50 × 30 cm (instead of 100 × 30 cm) in the case of the first transect a significant value of the t-test was found.
4. The application of Jaccard's and Sørensen's coefficients of floristic similarity to the study of vegetative gradients and community boundaries is not suitable; the values of associations between species, generic coefficients and spectra of growth forms are only of complementary importance.

Literatura

- AUSTIN M. P. et L. ORLOCI (1966): Geometric models in ecology. II. An evaluation of some ordination technique. — Journ. Ecol., Cambridge, 54 : 217—227.
- BEALS E. W. (1969): Vegetational change along altitudinal gradients. — Science, Washington, 165/3897 : 981—985.
- BESCHEL R. E. et P. J. WEBBER (1962): Gradient analysis in swamp forests. — Nature, London, 169/4824 : 207—209.

- BRAUN-BLANQUET J. (1964): Pflanzensozioogie. — Wien et New York.
- BRAY J. R. (1961): A test for estimating the relative informativeness of vegetation gradients. — *Journ. Ecol.*, Cambridge, 49 : 631—642.
- ČEŠKA A. (1966): Estimation of the mean floristic similarity between and within sets of vegetational relevés. — *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 1 : 93—100.
- DOMIN K. (1928): Problémy a metody rostlinné sociologie. — Praha.
- FALINSKI J. B. (1962): Variabilité saisonnière des frontières des phytocénoses. — *Acta Soc. Bot. Pol.*, Warszawa, 31 : 64—76.
- GREIG-SMITH P. (1961): Data on pattern within plant communities. I. The analysis of pattern. — *Journ. Ecol.*, Cambridge, 49 : 695—702.
- (1967): Količestvonnaja ekologija rastenij. — Moskva.
- HADAČ E. et al. (1969): Die Pflanzengesellschaften des Tales „Dolina Siedmich prameňov“ in der Belauer Tatra. — *Vegetacia ČSSR B 2*, SAV Bratislava.
- JACCARD P. (1902): Gesetze der Pflanzenverteilung in der alpinen Region auf Grund statistisch-floristischer Untersuchungen. — *Flora*, Jena, 90 : 349—377.
- JANKO J. (1965): Xerothermní porost na Boubové. Kvantitativní analýza. — Ms. [Dipl. Pr. — Knihovna Kat. Bot. Přírod. Fak. UK Praha.]
- (1971): Quantitative analysis of the xerothermic grassland on the Boubová Hill (Bohemian Karst). — *Preslia*, Praha, 43 : 218—233.
- JENÍK J. (1961): Problém hranice vegetačních jednotek na příkladu alpské a xerothermní hranice lesa. — *Biol. Pr.*, Bratislava, 7/12 : 105—108.
- KLIKA J. (1933): Studien über die xerotherme Vegetation Mitteleuropas II. Xerotherme Gesellschaften in Böhmen. — *Beih. Bot. Cbl.*, Dresden, 50 : 707—773.
- KOVÁCS M. (1970): Transektuntersuchung der Gradienten der ökologischen Heterogenität in Kontakten Gesellschaften. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.*, Budapest, 16 : 117—142.
- KUBÍKOVÁ J. (1971): Ecological gradients on the contact of xerothermic grassland and woodland in the Bohemian Karst. — *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 6 : 389—405.
- LATHAM M. et M. DUGERDIL (1970): Contribution a l'étude de l'influence du sol sur la végétation au contact forêt—savane lónest et le centre de la Cote—d'Ivoire. — *Adansonia*, Paris, 10/4 : 553—567.
- McINTOSH R. P. (1967): The continuum concept of vegetation. — *Bot. Rev.*, New York, 33 : 130—187.
- NICENKO A. A. (1948): K voprosu o granicach rastitelnych asociacij v prirode. — *Bot. Žurn.*, Moskva, 5 : 487—495.
- ONBERDORFER E. (1962): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. — Stuttgart.
- ORLOCI L. (1966): Geometric models in ecology. I. The theory and application of some ordination methods. — *Journ. Ecol.*, Cambridge, 54 : 193—215.
- PRVNÍČKOVÁ M. (1970): Ökologische Auswirkungen von Spiliten auf die Vegetation im Gebiet der unteren Moldau. — *Preslia*, Praha, 42 : 153—169.
- POLAKOWSKÁ M. (1966): Analyse der Übergangszone zwischen Waldgesellschaften. — *Ekol. Polska*, Warszawa, 1 : 1—24.
- RABOTNOV T. A. (1964): Recensija na st. V. I. Vasileviča „O količestvennoj mere schodstva meždu fytocenoziami“. — *Bjul. Mosk. Obšč. Isp. Prir., Otd. Biol.*, Moskva, 49 : 142—143.
- RUŽIČKA M. (1958): Anwendung mathematisch-statistischer Methoden in der Geobotanik. — *Biologia*, Bratislava, 13 : 647—661.
- SÖRENSON T. (1948): A method for establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. — *K. Danske Videns. Selsk. Krif-Ter. Biol. Skr.*, Köbenhavn, 5/4 : 1—34.
- VASILEVIČ V. I. (1962): O količestvennoj mere schodstva meždu fytocenoziami. — *Probl. Bot.*, Moskva, 6 : 63—75.
- (1967): K metodike analiza granic fytocenzov. — *Bjul. Mosk. Obšč. Isp. Prir., Otd. Biol.*, Moskva, 72 : 85—93.
- (1968): Mesto matematičeskich metodov v rešenii nekotorych problem geobotaniki. — In: *Osnovnyje problemy sovremennoj geobotaniki*. — Leningrad.
- (1969): Statističeskije metody v geobotanike. — Leningrad.
- (1970): Prostranstvonnaja odnorodnost rastitelnych soobščestv i metody jejo ocenki. — *Bot. Žurn.*, Moskva, 55 : 376—385.
- WALTER H. (1962): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. — Jena.
- WHITTAKER R. H. (1967): Gradient analysis of vegetation. — *Biol. Rev.*, New York, 42 : 207—264.

Došlo 2. října 1972
Recenzenti: M. Rejtmánek, J. P. Ondok