

Fytocenológia & lesnícka typológia

K. Ujházy



Fytocenológia & lesnícka typológia

9. Numerické metódy vo fytocenológii

Databázové programy a tabuľkové
procesory

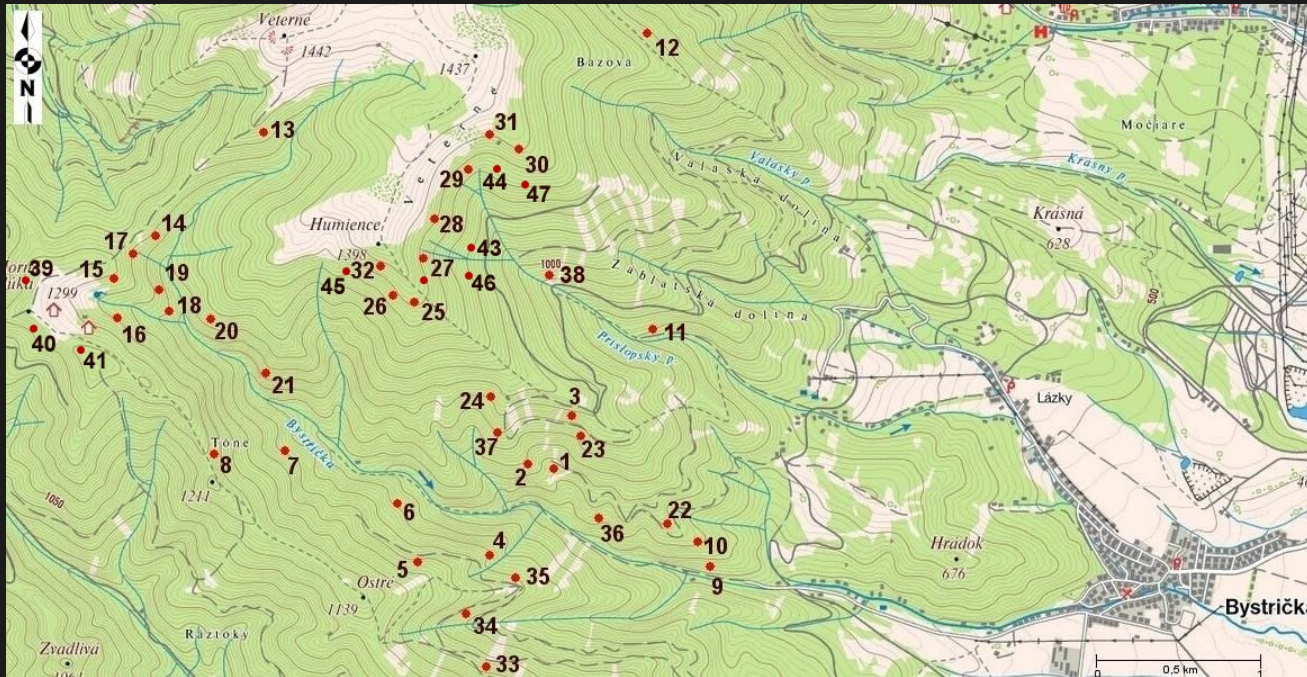
Klasifikačné metódy

Ordinačné metódy

Ciele fytoocenologického výskumu

- **klasifikácia vegetácie (syntaxonómia)**
 - triedenie podľa druhového zloženia
 - vytváranie jednotiek (syntaxónov, typov)
- **ekológia vegetácie (synekológia)**
 - vzťah druhového zloženia a vlastností prostredia
 - indikácia stanovištných podmienok
 - hľadanie ekologických gradientov
- **dynamika vegetácia (syndynamika)**
 - zmeny v druhovom zložení a štruktúre
 - postupné zámeny druhov na danom stanovišti v čase

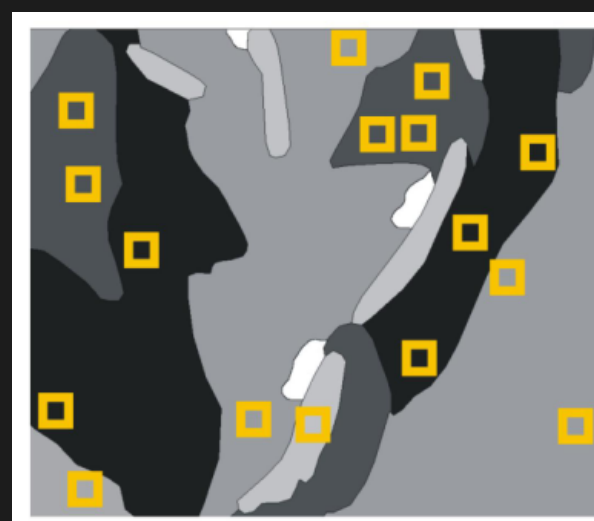
Výber plôch pre klasifikáciu vegetácie



veľkosť minimálneho
areálu
– 400 m² v lesoch



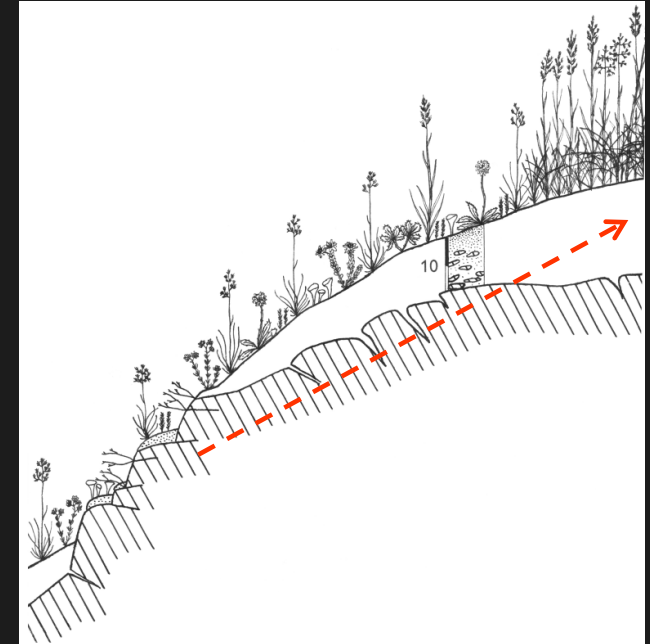
subjektívny
výber



stratifikovaný
náhodný
výber

Výber plôch pre ekológiu vegetácie

- **série plôch**
 - náhodne usporiadaných
 - systematicky v sieti
 - tranzekty
- veľkosť môže byť menšia ako minimálny areál pri väčšom počte plôch (opakovaní)
- cieľom je zachytiť gradient faktorov prostredia

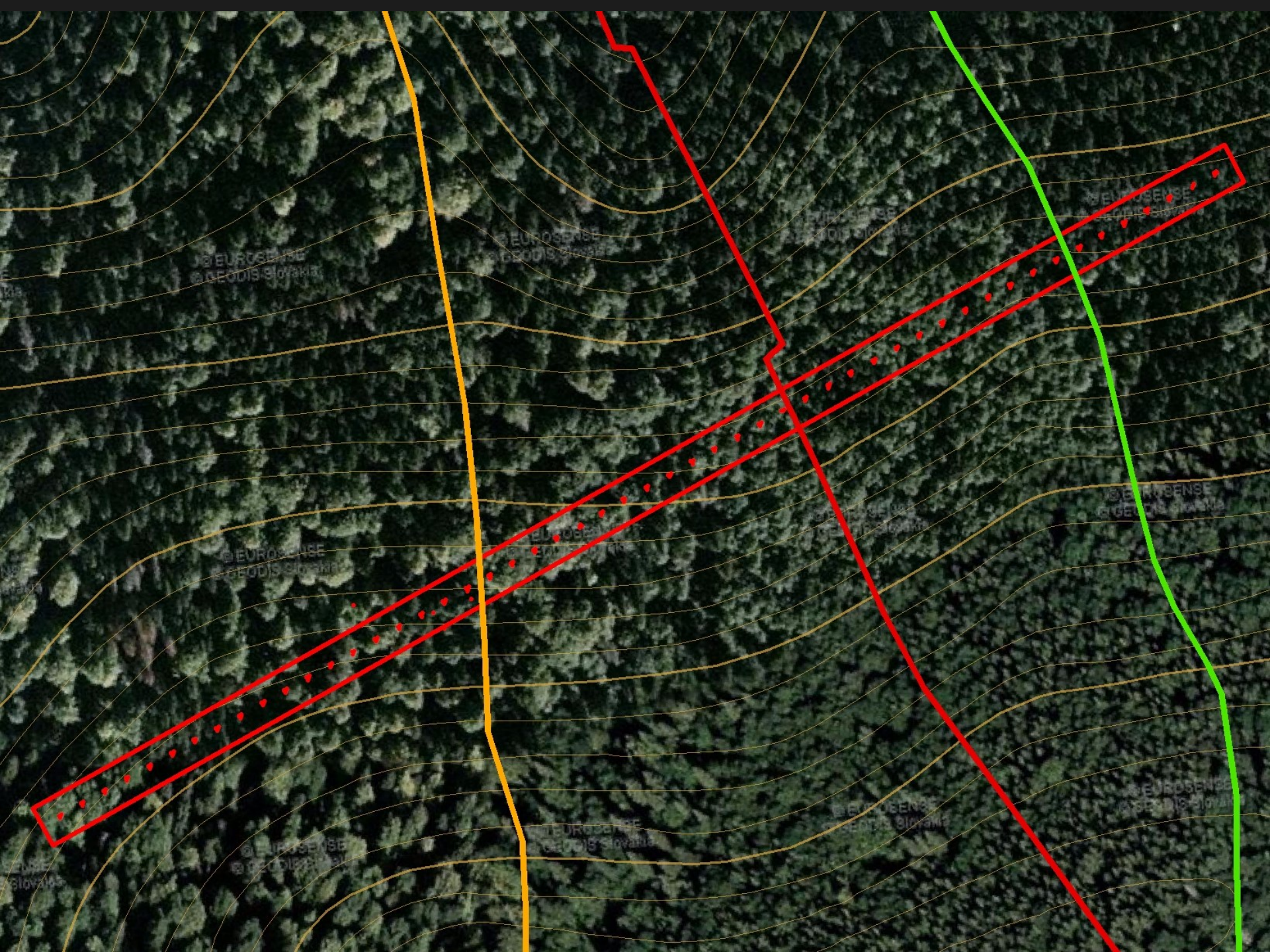


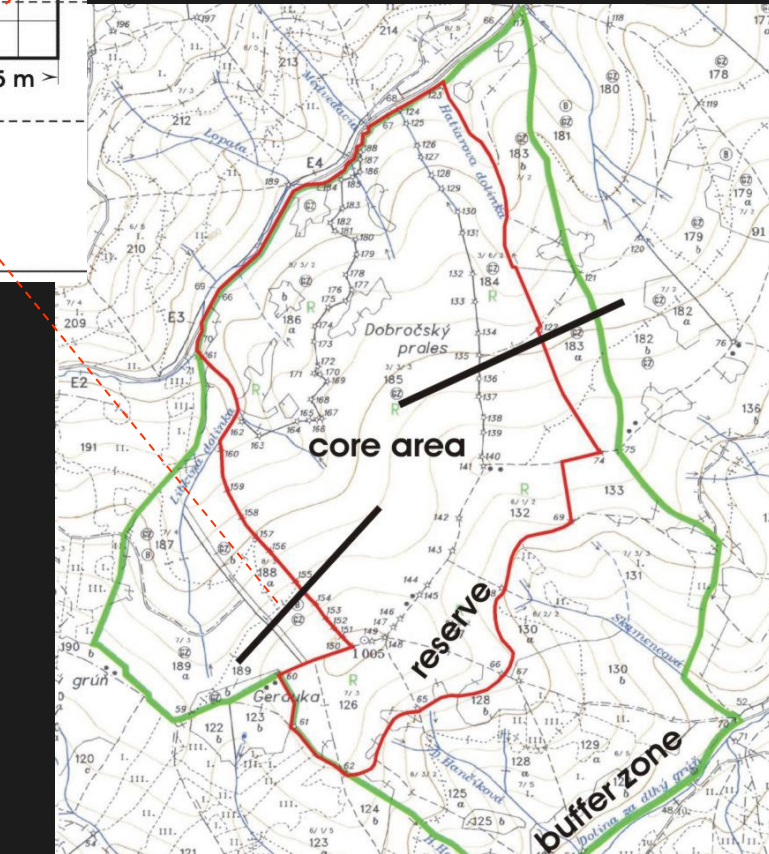
tranzekt

systematický
výber

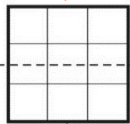


náhodný
výber





byliny +
zmladenie



pôdne
vzorky,
vlhkosť,
teploty,
hemisf.
fotografie



hrubina > 7 cm

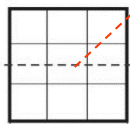
10 m

5 m

stromy ≤ 7 cm

13 m

20 m

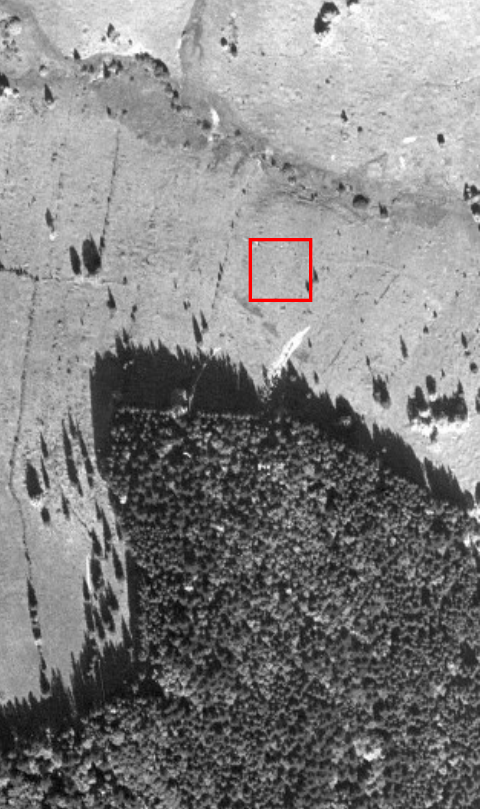


1.5 m

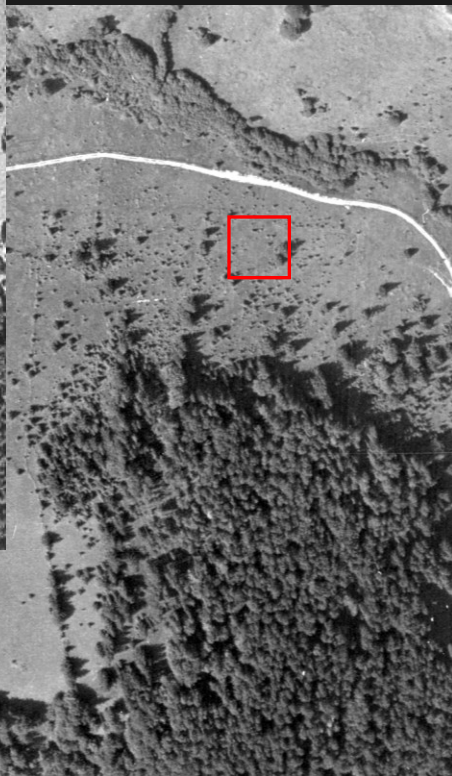
Výber plôch pre dynamiku vegetácie

- trvalé plochy
 - opakované záznamy na rovnakej ploche
 - časové rady (série)
- paralelné plochy
 - „*space-for-time substitution*“
 - priame dátovanie (historické záznamy, mapy snímky)
 - nepriame podľa vývojových štádií vegetácie
 - vývrty stromov
 - porovnávanie segmentov v rôznom štádiu vývoja
 - rovnaké stanovištné podmienky
 - predpokladá sa rovnaké východisko a koniec
- série plôch a tranzekty

1959

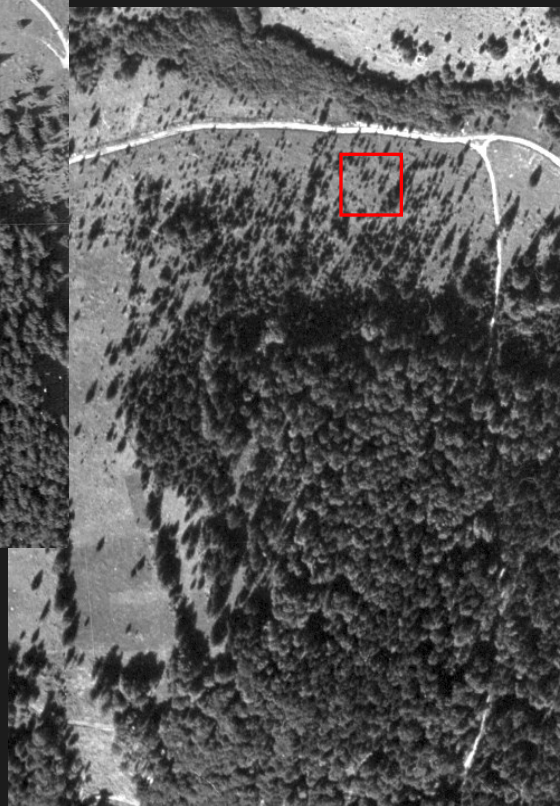


1984

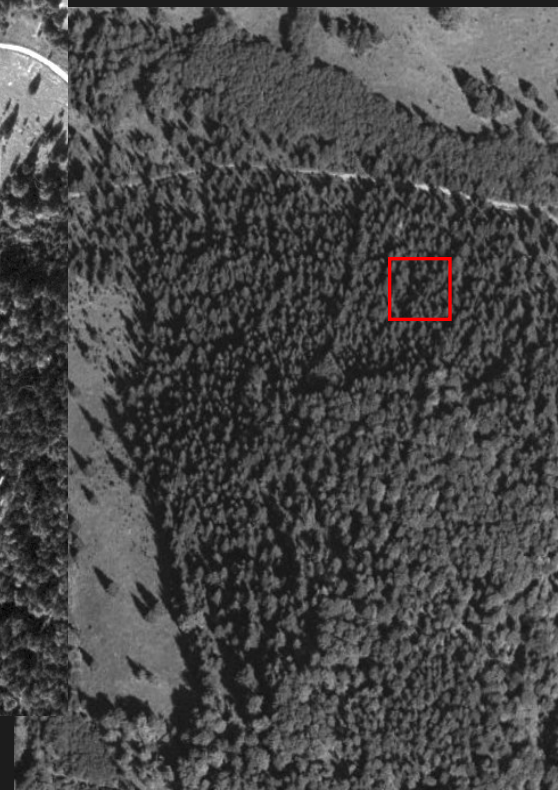


Vývoj na trvalej ploche – sekundárna sukcesia na pasienku

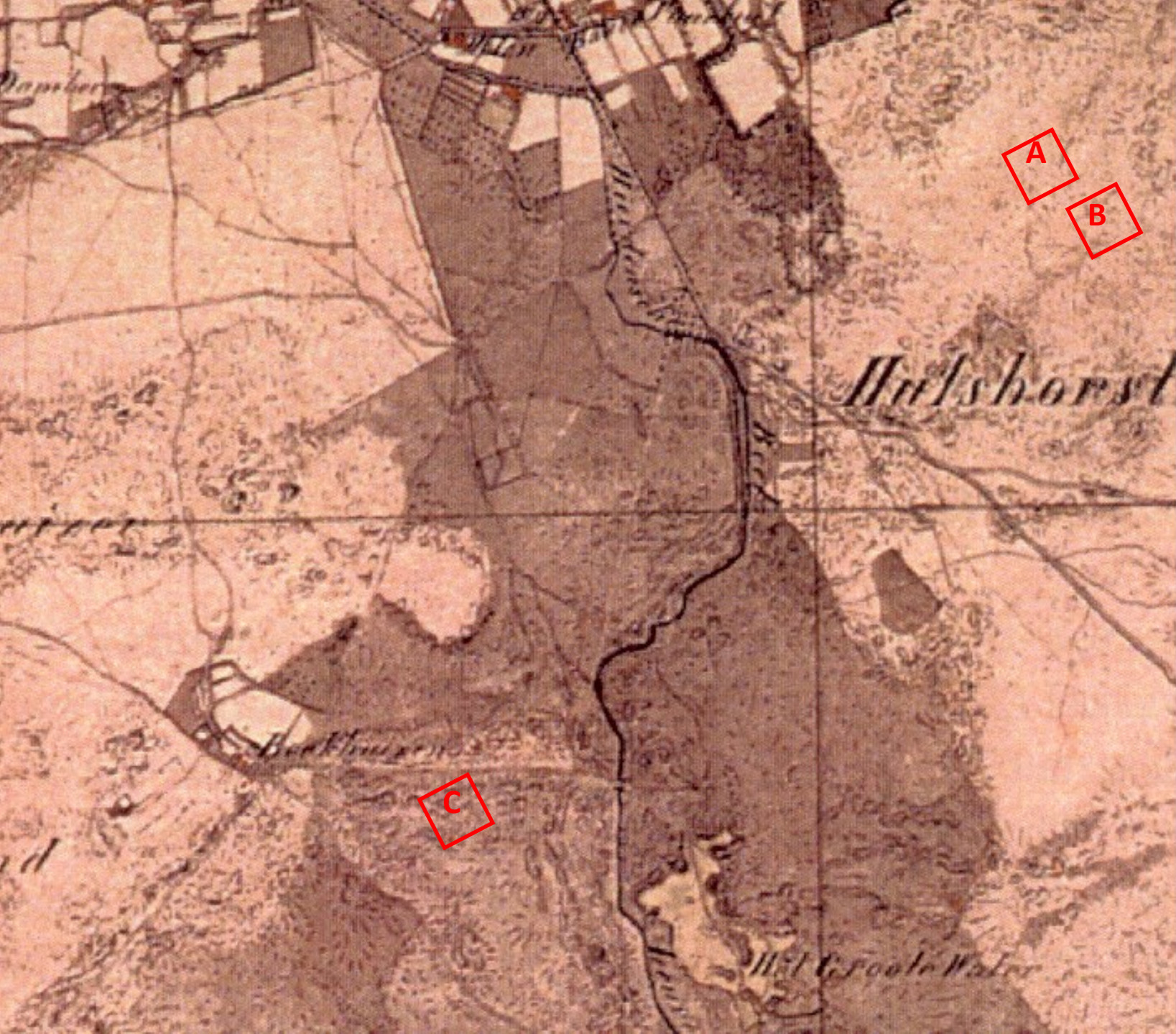
1991



2006

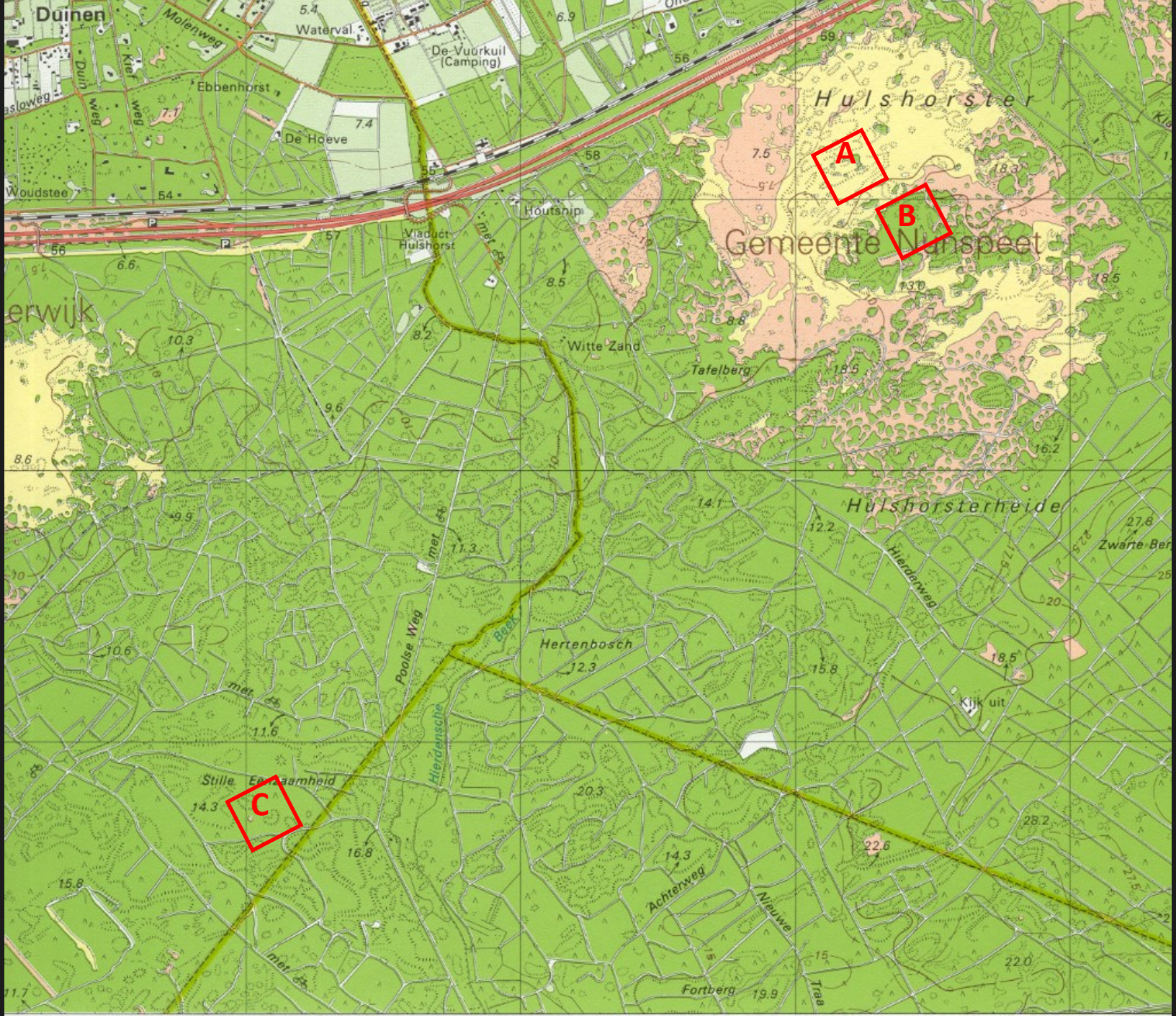


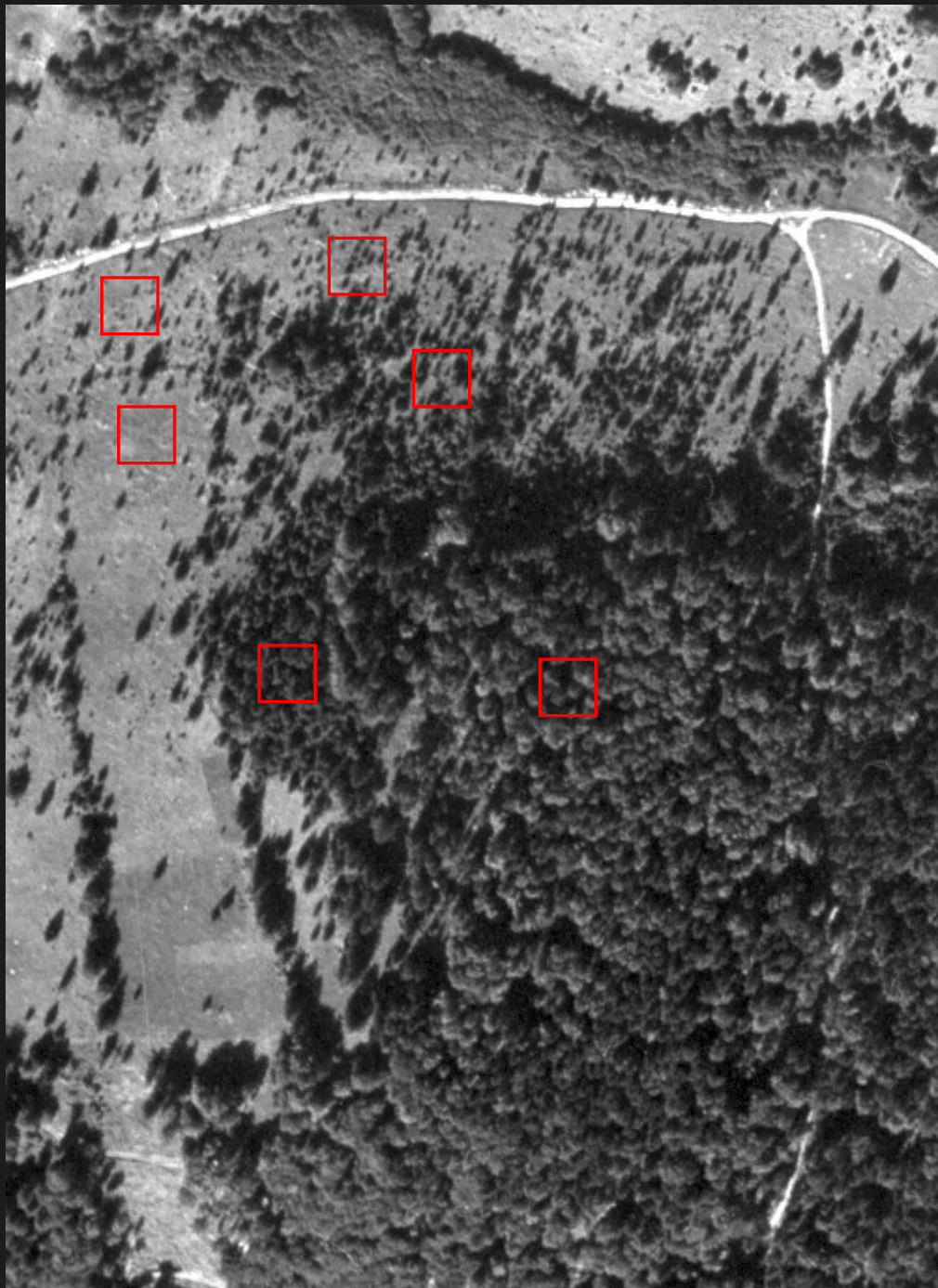
1850



The map is a detailed topographic representation of a landscape. It features a network of roads, paths, and water bodies. Key locations labeled include 'Station Hulsbors', 'Beckhuizer Bosschen', 'Herten Bosch', and 'Hulshorster heide'. Three specific areas are highlighted with red boxes and labeled with letters: Box A is located in the upper right quadrant, Box B is just below it, and Box C is in the lower left quadrant. The map uses various shades of green, brown, and white to represent different terrain types and vegetation. Numerous numerical values are scattered across the map, likely representing elevation or specific measurements. The overall layout shows a complex network of land parcels and natural features.

1989

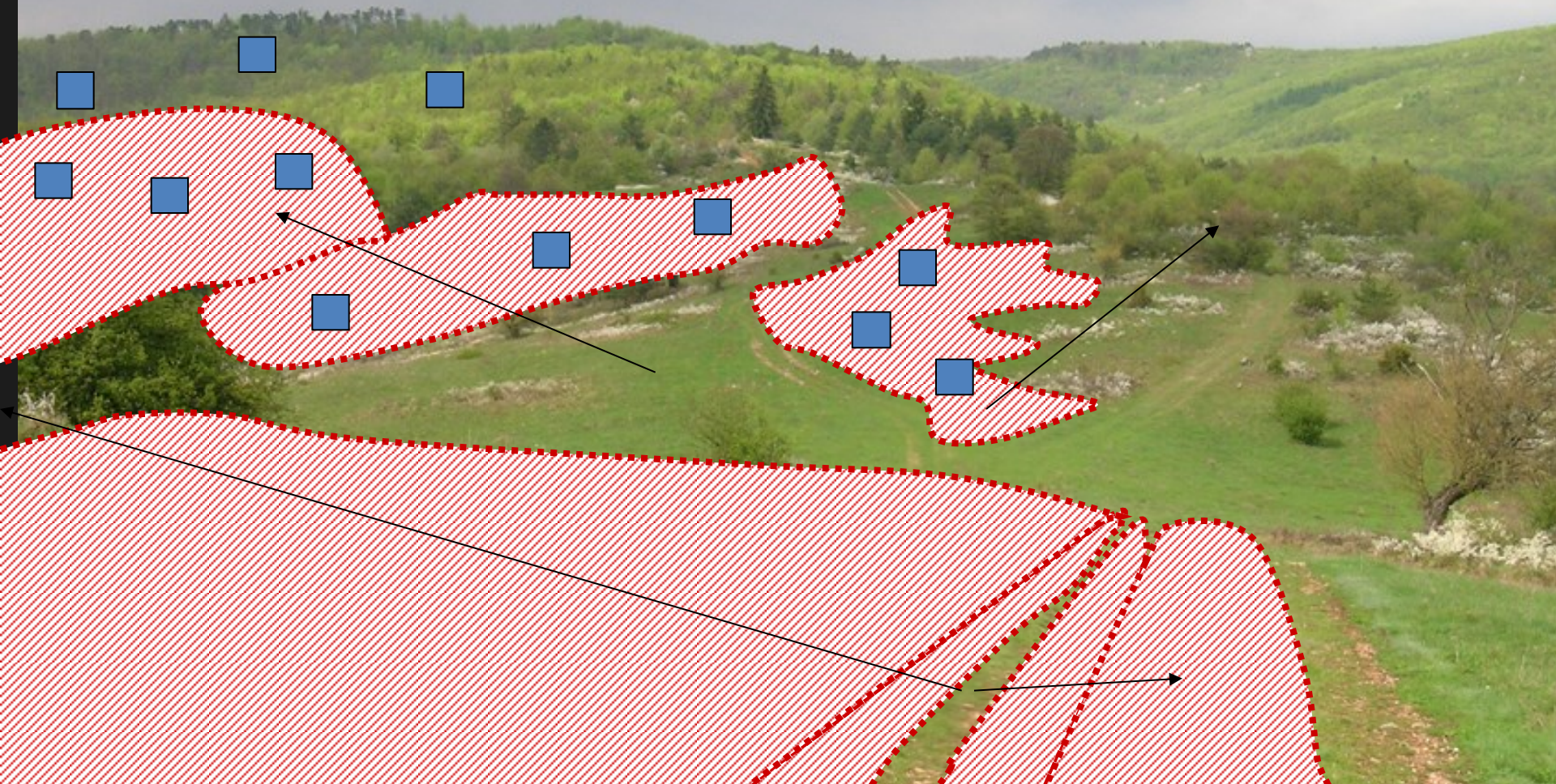




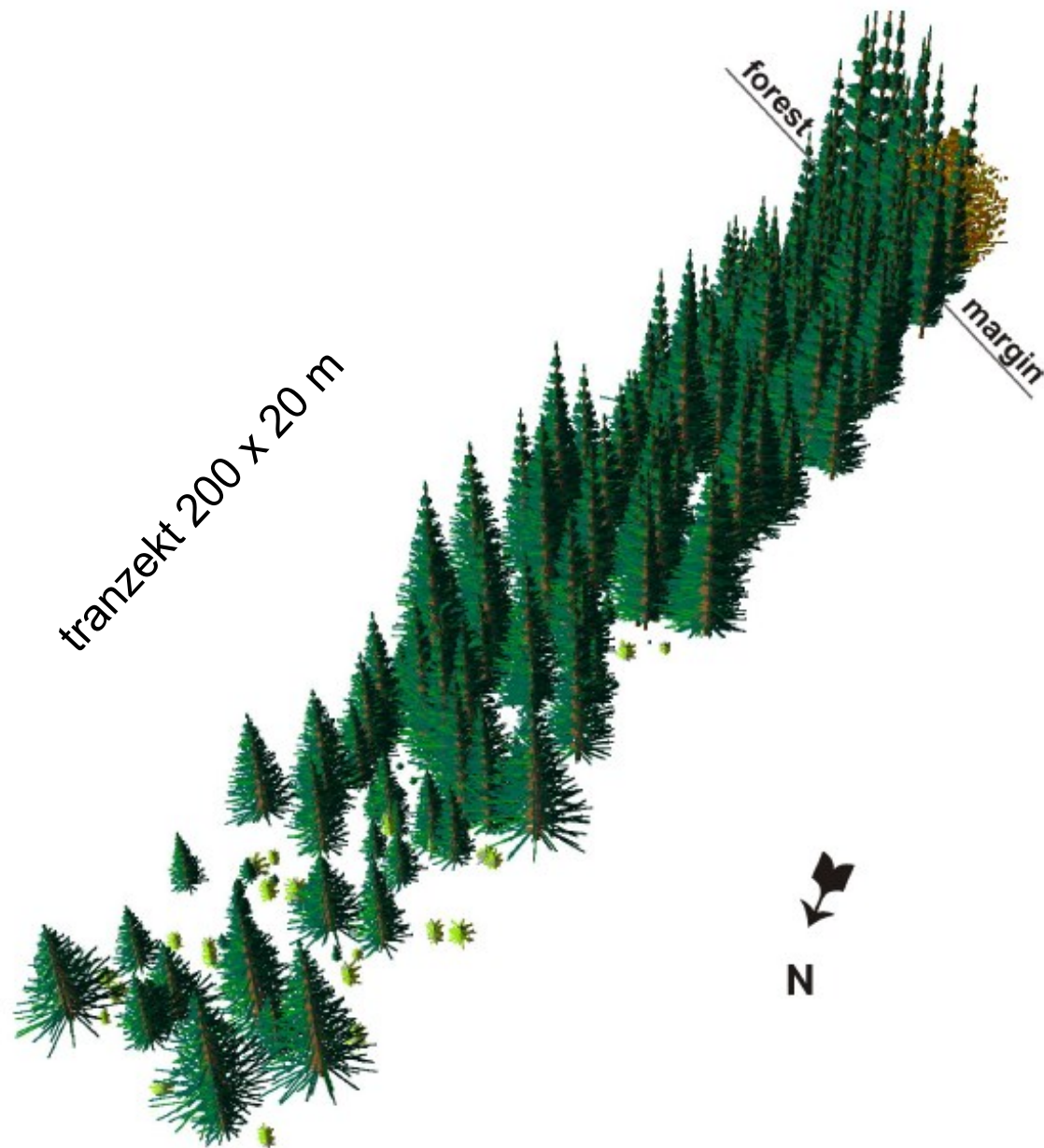
**Séria paralelných plôch
na rovnakom stanovišti
(sklon, expozícia,
pôdny typ, hĺbka pôdy,
vlhkosť...)**

Séria paralelných plôch

- na rovnakom stanovišti
- stratifikovaný náhodný výber

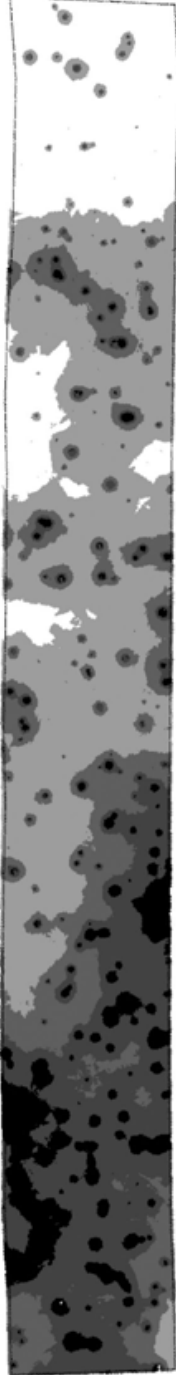


Štruktúra drevín na výskumnom objekte Príslopý

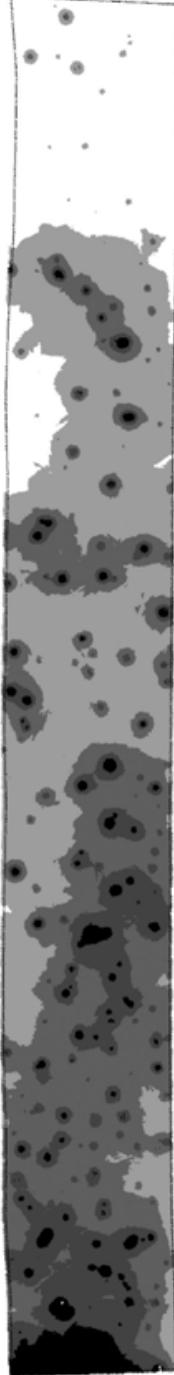




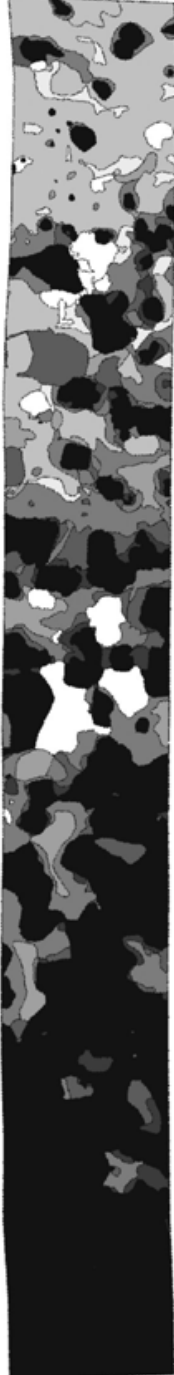
crown
projections



d1.3



crown
volume



vegetation
types



temperature



t. amplitude



moisture



pH KCl



N

Vstupné údaje pre analýzy

- **fytocenologické zápisy**
 - analytické znaky
 - kvantifikácia výskytu druhov podľa etáží
 - semikvantitatívne stupnice
 - prevod na % alebo ordinálne stupnice

Zlatníkova stupnica	-	+	1	1-2	-2	+2	3	4	5
ordinálna stupnica	1	2	3	4	5	6	7	8	9
%	0.1	0.5	3	5	8	18	38	63	88

- **údaje o stanovišti**
 - merané alebo odhadované
 - expozícia, pH, pôdny typ, zrážky, svetlo...
- **údaje o druhoch**
 - ekoindexy, vlastnosti druhu, syntaxonomická príslušnosť...

Vstupné údaje pre analýzy

- **prevod údajov do digitálnej podoby**

1) databázy a špeciálne databázové programy

- preddefinovaná štruktúra
- zadefinované stupnice, vrstvy, zoznamy taxónov
- každý zápis sa vkladá samostatne aj s hlavičkovými údajmi
- napr. Access
- **Turboveg (Hennekens, Schaminée 2002)**

2) tabuľkové procesory

- vytvára tabuľky s vybraných zápisov
- Excel
- **JUICE (Tichý 2002)**

Database: Kujha

✖	✓	Relevé number	Date (year/month/day)	Syntaxon code	Relevé area (m2)	UTM grid system code	Altitude (m)	Aspect (degrees)	Slop
		736001	2000/06/14	17AB03	20.00	...	910	260	12
		736002	2000/06/14	17AB03	20.00	...	920	250	15
		736003	2000/06/26	27BE02	400.00	...	560	335	20
		736004	2000/06/26	27BD02	400.00	...	635	20	7
		736005	2000/06/26	27BE02	400.00	...	520	40	30
		736006	2000/06/26	27BD	500.00	...	510	40	37
		736007	2000/06/28	27BD02	400.00	...	710	75	17
		736008	2000/06/28	27B	400.00	...	770	5	35
		736009	2000/07/03	27BD01	400.00	...	610	320	5
		736010	2000/07/03	27BC	400.00	...		310	30
		736011	2000/07/03	27BC	300.00	...		335	20
		736012	2000/07/04	27BD04	400.00	...	990	330	35
		736013	2000/07/04	27BD	400.00	...		285	9
		736014	2000/07/06	27BD	400.00	...	820	260	25
		736015	2000/07/06	27BD04	400.00	...	945	196	25
		736016	2000/07/06	27BC05	400.00	...	1035	165	25
		736017	2000/07/11	27BD	400.00	...	850	75	22
		736018	2000/07/11	27BD	400.00	...	865	330	27
		736019	2000/07/11	27BD04	400.00	...	855	315	12
		736020	2000/07/11	27BD	400.00	...	830	340	20
		736021	2000/07/11	27BD	400.00	...	810	25	7
		736022	2000/07/12	27BD01	500.00	...	590	30	14
		736023	2000/07/12	27BC	400.00	...	705	30	30
		736024	2000/07/12	27BB06	400.00	...	670	335	8
		736025	2000/07/13	27BE02	400.00	...	525	260	27
		736026	2000/07/13	27B	500.00	...	480	90	30
		736027	2000/07/14	27B	400.00	...	720	140	6
		736028	2000/07/14	27BD04	400.00	...	710	220	7

Header c Created by Karol on 04/01/2011 1/347 29/01/2011 C_europe Europe ReadWrite Form edit

Press F1 for Help

Releve: 736001

Species	Cove	Layer
Achillea millefolium	+	-hl
Agrostis capillaris	2b	-hl
Ajuga reptans	+	-hl
Alchemilla species	2a	-hl
Anthoxanthum odoratum	+	-hl
Avenula pubescens	3	-hl
Brachythecium species	2b	-ml
Briza media	1	-hl
Campanula patula	+	-hl
Carex caryophyllea	r	-hl
Carex pallescens	+	-hl
Carlina acaulis	+	-hl
Carum carvi	2a	-hl
Colchicum autumnale	+	-hl
Cruciata glabra	1	-hl
Festuca nigrescens	r	-hl
Festuca pratensis s.str.	1	-hl
Festuca rubra	2a	-hl
Festuca rupicola	r	-hl
Galium verum	2a	-hl
Hypericum maculatum	1	-hl
Knautia arvensis	+	-hl
Lathyrus pratensis	r	-hl
Leontodon hispidus	r	-hl
Leucanthemum vulgare agg.	1	-hl
Lotus corniculatus	2a	-hl
Luzula campestris agg.	+	-hl
Nardus stricta	1	-hl

Species data Rec: 6/52



Species

red



<Ctrl>



Initial entry number:

Relevés 322

Species 374

Carlina acaulis 6
 Polygala vulgaris 6
 Nardus stricta 6
 Silene nutans s.lat. 6
 Veronica officinalis 6
 Cardamine pratensis agg. 6
 Phyteuma spicatum 6
 Ajuga reptans 6
 Fragaria vesca 6
 Ranunculus auricomus agg. 6
 Primula elatior 6
 Thlaspi caerulescens 6
 Cerastium holosteoides 6
 Stellaria graminea 6
 Prunella vulgaris 6
 Rhinanthus minor 6
 Campanula patula 6
 Alchemilla vulgaris s.lat. 6
 Ranunculus acris 6
 Pimpinella saxifraga agg. 6
 Plantago lanceolata 6
 Trifolium pratense 6
 Poa pratensis agg. 6
 Trifolium repens 6
 Achillea millefolium agg. 6
 Festuca rubra agg. 6
 Agrostis capillaris 6
 Acetosa pratensis 6
 Veronica chamaedrys 6
 Lotus corniculatus agg. 6
 Plantago media 6
 Galium mollugo agg. 6
 Tragopogon orientalis 6
 Briza media 6
 Anthoxanthum odoratum agg. 6
 Leucanthemum vulgare agg. 6
 Euphrasia stricta 6
 Trifolium aureum 6
 Polygonatum multiflorum 6

2
 7277442
 7934206

CANOCO 4.5 / CANODRAW 4.0

R-PROJECT

- TWINSpan
- Hierarchical Cluster Analysis
- Non-hierarchical Cluster Analysis
- OPTIMCLASS Analysis
- Results of OPTIMCLASS Analysis
- Ordinations
 - DCA Analysis
 - PCA Analysis
 - NMDS Analysis
- Interspecific Associations
- INI Groups Ctrl+G
- COCKTAIL Groups Ctrl+C
- Group Aggregation
- Expert System
- Matching to WHITE Relevés
- Beals Smoothing
- Distance Measures
- Diversity
- Species Response Curves

121211 222221222211
 907916 330309387777
 67060513230119004346

Environmentálne premenné – druhové dáta

plocha	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	4,1	4,8	5,3	4,7	5,1	6,0	4,8	4,2
nadmorská výška	980	930	860	920	770	650	850	900
andezit	1	1	0	1	0	0	1	0
granit	0	0	1	0	1	1	0	1
monotropa hypophytis					0.5			
rosa pendulina	0.5	0.5		0.5				0.5
dryopteris cartusiana agg.	0.5	0.5				2.5		
lilium martagon	2	5.5	1	8	2.5	3.5	3	2
epipactis sp.	2	3.5	2.5	0.5	4	2		0.5
mycelis muralis	13.5	1.5	15	1.5	9	6.5	1	2
polygonatum verticilatum	17.5	15.5	5	11	15	20	11	4
prenanthes purpureum	10.5	10	3.5	10	8.5	6	7	4
viola reichenbachiana	57.5	19.5	21.5	24.5	22	42.5	37.5	2
dryopteris filix-mas	4	0.5	5			6		1.5
vaccinium myrtilus	6			4.5		8.5	0.5	1
oxalis acetosella	42	24	38	21	32	56	41.5	10
polystichum aculeatum	7.5	0.5	9.5	0.5	0.5	5	0.5	
dentaria bulbifera	46	4.5	43	10.5	0.5	5.5	0.5	
mercurialis perennis	62	2	37	2.5	6	22	1	
polystichum aculeatum	7.5	0.5	9.5	0.5	0.5	5	0.5	
dentaria enneaphylos	10.5	2	2	3.5	5.5	2		
senecio ovatus	0.5	0.5	1.5	0.5	3.5	1	0.5	
daphne mezereum	0.5		0.5	0.5	1	0.5		
rubus saxatilis	6.5			0.5	0.5			
cystopteris fragilis	3.5		4		0.5	2		
athyrium filix-femina	5.5	2	8.5			10	2	
fragaria vesca	27.5	0.5	14.5		0.5	5	0.5	
gymnocarpium	14		23		1	15	0.5	
brachypodium sylvaticum	33.5		13.5		0.5	3		

Numerické analýzy

- rastlinné spoločenstvá = populácie mnohých druhov rastlín
- výskyt každého druhu je možné kvantifikovať
 - spoločenstvo „meriame kvantitou druhov“
 - mnoho druhov = mnoho rozmerov

 **mnohorozmerné matematicko-štatistické metódy**

Typy analýz

- **klasifikačné metódy**
 - na diferenciáciu spoločenstiev a objektívne vymedzenie jednotiek
 - na základe matematicky vyjadrenej floristickej podobnosti
- **ordinačné metódy**
 - usporiadavanie plôch (spoločenstiev) a/alebo druhov podľa ekologických gradientov
 - pri dynamike je gradientom čas

Klasifikačné metódy a systémy

- **neriadené** (*unsupervised*)
 - hierarchické / nehierarchické klas. metódy
 - čisto matematické
 - na základe podobnosti zápisov
 - výsledné jednotky väčšinou celkom „nesedia“ s existujúcimi subjektívne vytvorenými systémami
 - subjektívna voľba metódy ovplyvňuje výsledok
- **riadené** (*supervised, semisupervised*)
 - klasifikačné systémy
 - súbory metód
 - kombinácia mat.-štatistických metód a formálnych definícií jednotiek
 - snaha o kompatibilitu s exist. systémom
 - formálna definícia jednotky umožňuje objektívne zatriedenie

Klasifikačné systémy

neřízená – unsupervised



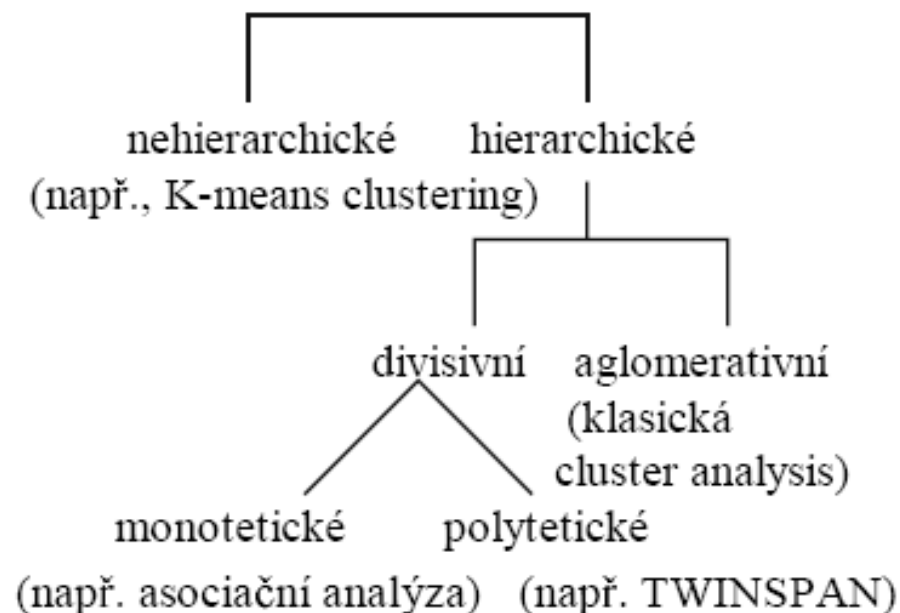
řízená – supervised



Klasifikačné metódy

– „klasické“ neriadené

- nehierarchické
 - vytvárajú rovnocenné skupiny
- hierarchické
 - vytvárajú jednotky rôznej šírky
 - nižšie spadajú do vyšších
 - obdoba syntaxonomických systémov
 - aglomeratívne
 - divizívne



Divizívna klasifikácia

TWINSPAN

- špeciálna metóda pre klasifikáciu vegetácie
- súčasné radenie druhov a zápisov
- delí súbor „zhora“
 - podľa súradníc na 1. osi CA
- hierarchická
 - väčšie skupiny sa delia na menšie
- polyteticá
 - delenie podľa viacerých atribútov (druhov)
 - na základe indikačných druhov - snaha o napodobenie tabelárnej syntézy Z-M školy

- hrubá tabuľka

[illegible]

[illegible]

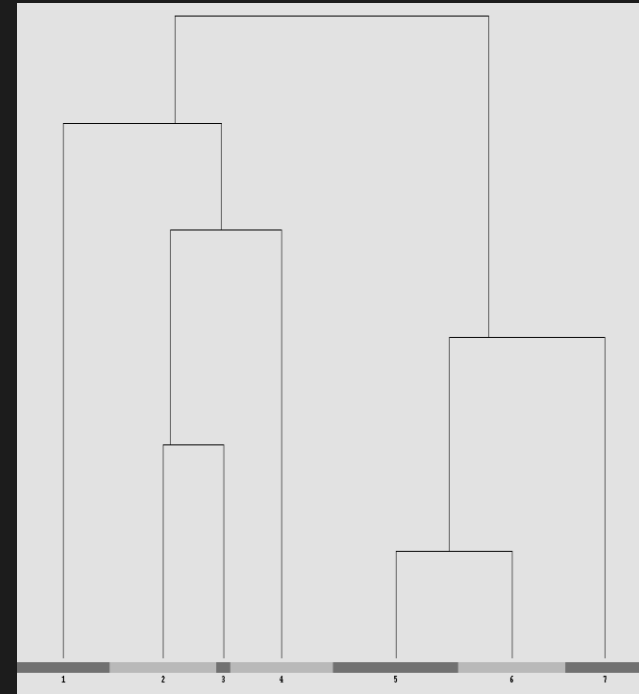
- prezentácia výsledku v synoptickej tabuľke
- interpretácia stĺpcov

Percentage synoptic table

Number of relevés:	5	24	38	40	43	86	41	45
Relevés 322								
Species 352	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Lathyrus pratensis</i> 6	100	46	5	13	16	9	7	2
<i>Chaerophyllum aromaticu</i> 6	40	13	.	.	12	1	.	.
<i>Aegopodium podagraria</i> 6	60	8	.	3	5	2	.	.
<i>Vicia sepium</i> 6	100	50	3	5	16	6	5	2
<i>Geum rivale</i> 6	.	38	.	3	5	1	.	.
<i>Carex pallescens</i> 6	40	58	53	68	33	38	51	18
<i>Tragopogon orientalis</i> 6	40	75	8	28	14	28	12	24
<i>Hieracium cymosum</i> 6	.	17	5	3	.	3	.	9
<i>Alchemilla vulgaris</i> s.l. 6	100	96	92	100	91	83	78	29
<i>Cruciata glabra</i> 6	100	100	100	95	60	67	83	29
<i>Heracleum sphondylium</i> 6	60	13	.	3	7	7	2	.
<i>Ranunculus auricomus</i> ag 6	100	88	16	10	37	19	2	.
<i>Rumex alpestris</i> 6	.	13	3	.	5	.	.	.
<i>Pilosella officinarum</i> 6	.	13	63	60	2	14	78	78
<i>Potentilla incana</i> 6	.	.	.	3	.	.	2	.
<i>Plantago media</i> 6	60	46	37	75	5	37	85	51
<i>Arabis hirsuta</i> 6	.	.	.	8	.	1	10	13
<i>Hypericum perforatum</i> 6	.	4	11	45	.	26	66	80
<i>Sanguisorba minor</i> 6	.	13	5	23	.	5	34	60
<i>Betonica officinalis</i> 6	20	.	5	3	.	2	12	4
<i>Trifolium aureum</i> 6	20	.	8	13	.	8	24	20
<i>Anthyllis vulneraria</i> 6	20	8	13	25	2	6	44	56
<i>Cuscuta species</i> 6	.	.	.	3	.	.	5	2
<i>Silene nutans</i> s.lat. 6	20	13	37	58	2	23	32	44
<i>Carex caryophylla</i> 6	40	17	47	80	.	31	85	82
<i>Galium verum</i> agg. 6	60	17	26	63	16	26	49	58
<i>Pseudolysimachion spica</i> 6	.	.	3	8	.	.	2	13
<i>Steris viscaria</i> 6	.	29	29	28	.	38	24	51
<i>Knautia arvensis</i> 6	60	38	21	45	9	35	34	64
<i>Filipendula ulmaria</i> 6	.	4	.	.	16	3	.	.
<i>Ranunculus repens</i> 6	.	.	5	.	21	1	.	.
<i>Trifolium hybridum</i> 6	.	4	3	.	12	7	.	2
<i>Crepis biennis</i> 6	.	4	.	.	5	5	.	.
<i>Plantago major</i> 6	.	.	.	8	21	3	2	.
<i>Angelica sylvestris</i> 6	20	.	.	.	12	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i> 6	40	33	.	.	63	24	.	16
<i>Poa trivialis</i> 6	.	8	3	.	33	7	.	.
<i>Taraxacum sect. Ruderal</i> 6	.	54	8	43	81	79	51	49
<i>Phleum pratense</i> agg. 6	.	8	5	10	53	30	10	13
<i>Festuca pratensis</i> agg. 6	80	63	13	43	98	76	68	51
<i>Poa annua</i> 6	.	.	.	3	21	1	.	.
<i>Poa alpina</i> 6	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i> 6	.	.	.	.	26	13	2	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> 6	.	.	.	.	5	.	.	.
<i>Veronica serpyllifolia</i> 6	.	.	.	.	33	13	.	4
<i>Polygonum aviculare</i> 6	.	.	.	.	5	1	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i> 6	20	4	.	.	9	14	2	4
<i>Lolium perenne</i> 6	.	.	.	.	16	3	.	4
<i>Lychnis flos-cuculi</i> 6	.	4	.	3	35	33	5	4

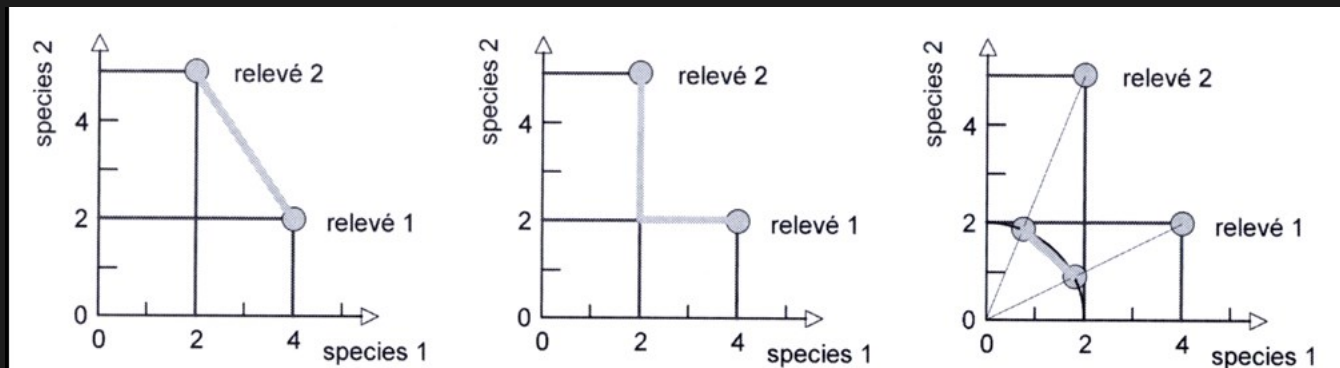
Aglomeratívna klasifikácia – zhlukové analýzy

- všeobecné metódy – nie len pre vegetáciu
- skupiny vytvára „zdola“
 - k dvojici najpodobnejších zápisov priraduje tretí najpodobnejší
 - **miera podobnosti**
 - **metóda zhlukovania**
- hierarchická
 - menšie skupiny sa spájajú do väčších
- dendrogramy
 - známa miera podobnosti zhlukovania
 - hodnoty podobnosti na vertikálnej osi



- výpočet podobnosti
 - medzi všetkými dvojicami zápisov
 - indexy podobnosti
 - kvalitatívne – len podľa prítomnosti/absencie druhov
 - kvantitatívne – podľa pokryvnosti(početnosti) druhov
 - geometrické miery
 - vzdialenosť medzi zápsmi v n-rozmernom priestore
 - každý druh = 1 rozmer

		Druhy ve vzorku B	
		1	0
Druhy ve vzorku A	1	a	b
	0	c	d



Nastavenia zhlukovej analýzy

= výber miery (indexu podobnosti)
a výber zhlukovacej metódy

SYN-TAX 2000 - Hierarchical Classification

File Method Coefficient Standardization Graphics Utilities Help

Method menu options:

- Single link (Nearest neighbor)
- Complete link (Farthest neighbor)
- Group average (UPGMA)
- Simple average (WPGMA)
- Centroid
- Median
- ☒ Beta-flexible...
- Flexible UPGMA...
- Incremental sum of squares
- More combinatorial methods
- Neighbor joining...
- Minimum spanning tree
- Information theory methods
- Global optimization
- Ordinal (non-metric)...

Data: 750 rows

	4	5
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	1.41	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	1.41	1.41
7	0.00	0.00
8	0.00	0.00
9	0.00	0.00

Title: JUICE export file from C:\Data\Publikac\BucinySR\pokusbke1 domStrat.wct

Beta flexible with beta= -0.25

Euclidean distance

SYN-TAX 2000 - Hierarchical Classification

File Method Coefficient Standardization Graphics Utilities Help

Coefficient menu options:

- For binary data
- For ordinal data
- ☒ For ratio scale data
- For mixed data

Ratio scale data options:

- Correlation
- Bray - Curtis
- ☒ Ruzicka
- Similarity ratio
- Horn
- City block
- Mean character diff.
- Canberra
- Normalized Canberra
- Euclidean distance
- Chord
- Angular separation
- Balakrishnan - Shangvi
- Weighted dissimilarity
- Penrose size
- Penrose shape
- Generalized distance...

Data: 750 rows

	4	5
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
7	0.00	0.00
8	0.00	0.00
9	0.00	0.00

Title: JUICE export file from C:\Data\Publikac\BucinySR\pokusbke1 domStrat.wct

Beta flexible with beta= -0.25

1 - Ruzicka index

- voľba metódy výrazne ovplyvňuje výsledok!

Indexy kvantitatívnej floristickej podobnosti:

Modifikácia Jaccardovho vzorca:

Gleasonov vzorec (GLEASON 1920):

$$IS_{J/G} = \frac{\sum c_i}{\sum a_i + \sum b_i + \sum c_i} \cdot 100 = \frac{178,1}{18,9 + 17,7 + 178,1} \cdot 100 = 83,0.$$

Ellenbergov vzorec (ELLENBERG 1956):

$$IS_{J/E} = \frac{\sum c_i / 2}{\sum a_i + \sum b_i + (\sum c_i / 2)} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 89,1}{18,9 + 17,7 + 89,1} \cdot 100 = 70,9.$$

Modifikácia Steinhausovho vzorca (MOTYKA 1947):

$$IS_{S/M} = \frac{2 \sum c_{i \min}}{\sum A_i + \sum B_i} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 65,5}{111,8 + 102,9} \cdot 100 = 61,0^*.$$

Hodnoty dosadzované do vzorcov: $\sum A_i$ = súčet hodnôt pokryvnosti (v %) druhov zápisu A (111,8), $\sum B_i$ = súčet hodnôt pokryvnosti druhov zápisu B (102,9), $\sum c_{i \min}$ = súčet nižších hodnôt pokryvnosti spoločných druhov (65,5), $\sum a_i$ = súčet hodnôt pokryvnosti druhov prítomných iba v zápisoch A (18,9), $\sum b_i$ = súčet hodnôt pokryvnosti druhov prítomných iba v zápise B (17,7).

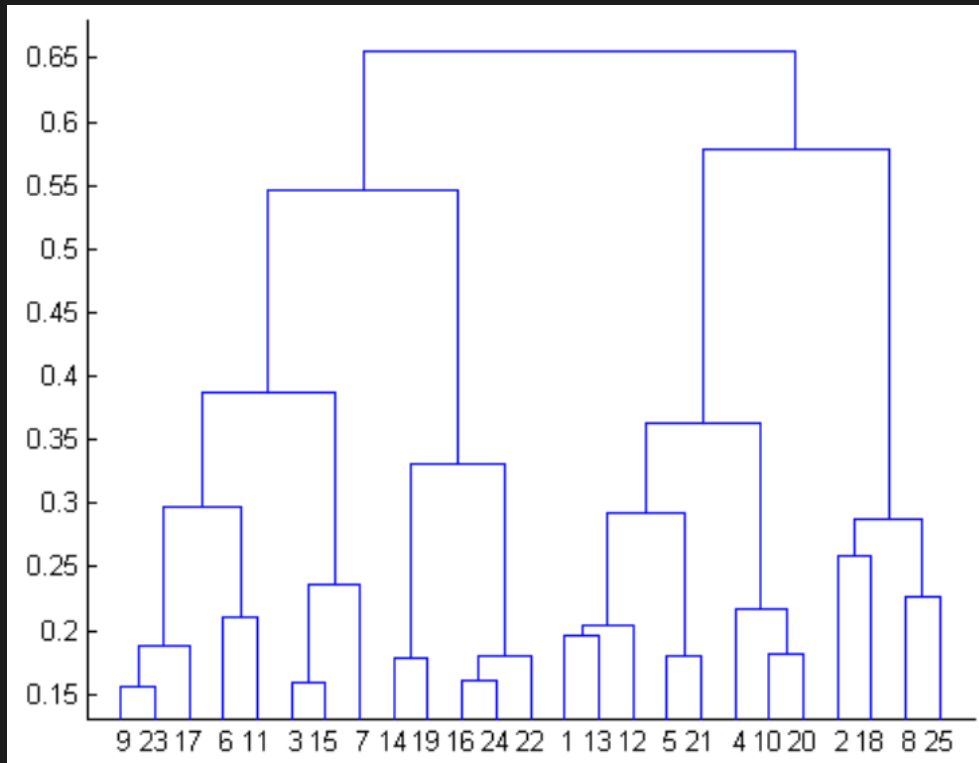
matica nepodobností

(nulová nepodobnosť = 100% podobnosť...

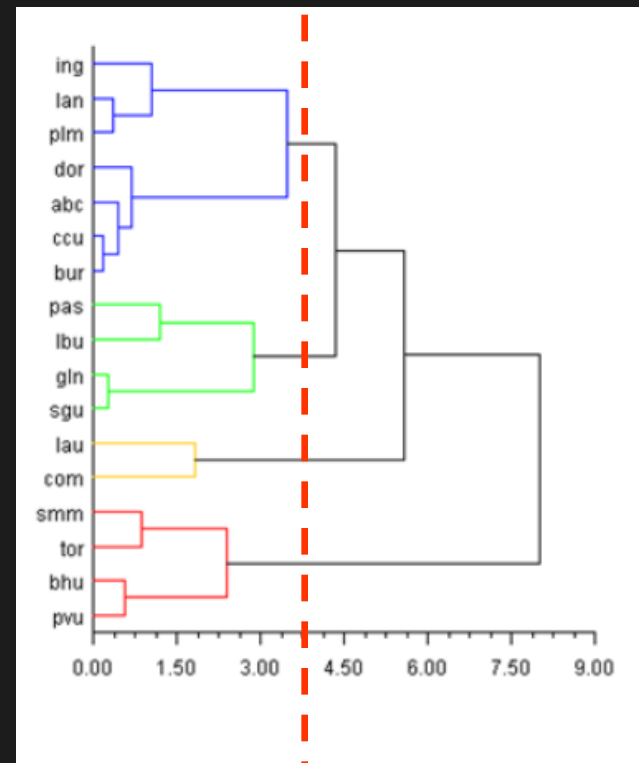
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
V1	0.00													
V2	34.55	0.00												
V3	37.93	11.48	0.00											
V4	44.68	36.00	28.30	0.00										
V5	40.43	20.00	24.53	19.05	0.00									
V6	43.48	42.86	38.46	17.07	26.83	0.00								
V7	45.10	33.33	29.83	34.78	26.09	42.22	0.00							
V8	37.26	37.04	26.32	30.44	30.44	37.78	24.00	0.00						
V9	41.18	33.33	33.33	30.44	30.44	42.22	28.00	32.00	0.00					
V10	93.33	75.76	77.78	76.00	76.00	75.00	79.31	79.31	79.31	0.00				
V11	38.18	17.24	24.59	36.00	32.00	46.94	33.33	33.33	37.04	75.76	0.00			
V12	52.73	17.24	14.75	36.00	28.00	46.94	37.04	40.74	40.74	81.82	27.59	0.00		
V13	65.22	51.02	53.85	41.46	41.46	55.00	42.22	55.56	42.22	75.00	55.10	46.94	0.00	
V14	38.98	22.58	13.85	33.33	33.33	43.40	27.59	24.14	34.48	78.38	16.13	22.58	54.72	0.00

interpretácia zhukov

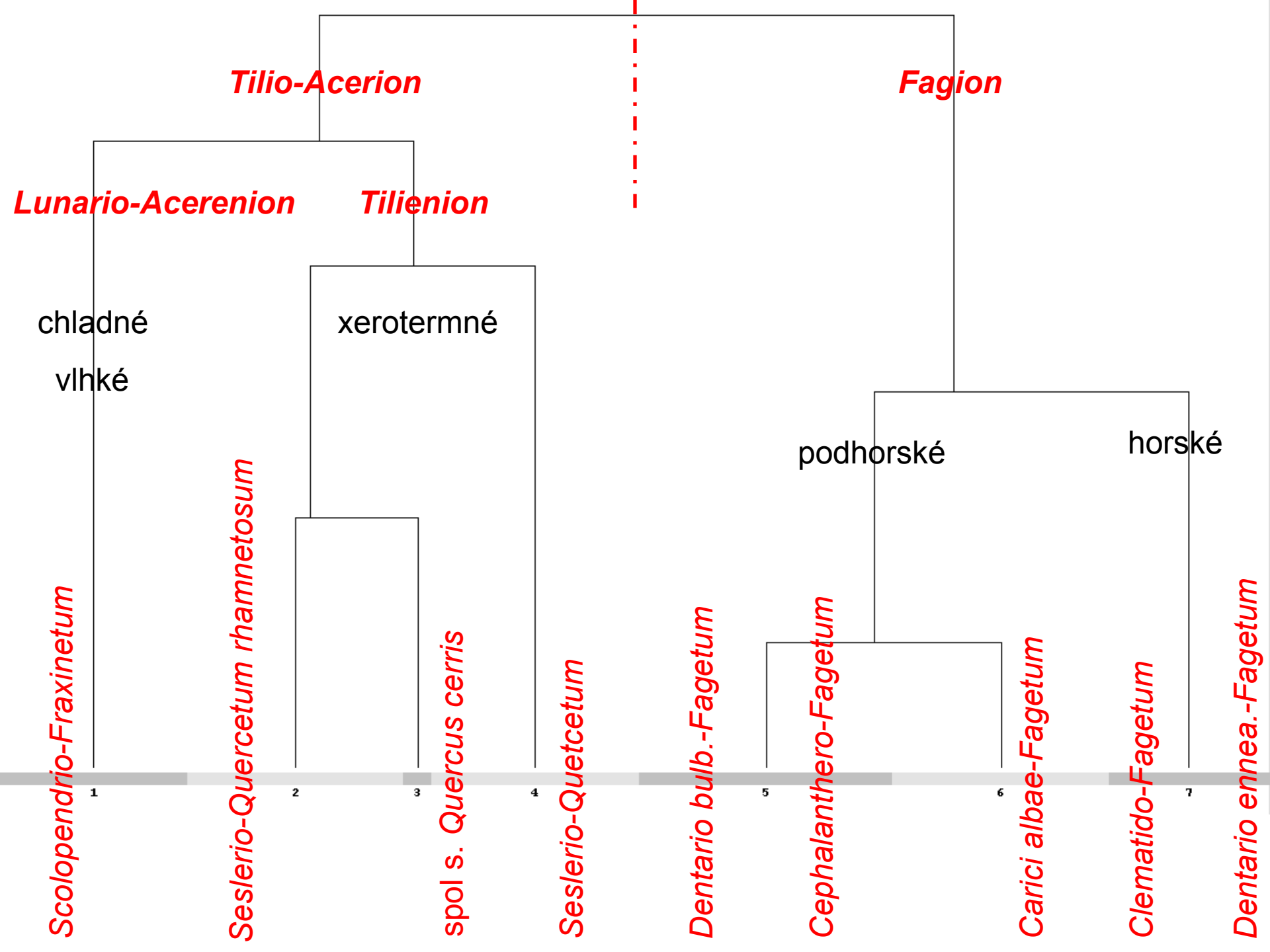
mera nepodobnosti



číslo plochy



voľba podrobnosti
klasifikácie
- „rozrezanie“
dendrogramu



Prenesenie výsledku klasifikácie do tabuľky

– pri zhľukovej analýze sa druhy musia zoraďovať „ručne“ ako pri klasickej tabelárnej syntéze

Table 1. Types of vegetation

Vegetation type	A Tf-Bp	B Ad-Ns oligotr.	C Ps-Ar mesotr.	D Ka-Asp	E Pv-Ar mesotr.	F Pb-Af oligotr.	G Vm oligotr.	H Hs oligotr.	I Jl-Pa
Variant									
Average of phledity	30.7	28.1	25.0	16.6	25.0	17.3	13.3	16.0	22.0
Average number of species	19.4	24.0	30.9	23.5	30.8	23.5	17.4	13.4	7.8
No. of species with phl more than 25	8.0	17.0	30.0	4.0	22.0	5.0	2.0	3.0	4.0
No. of species with constancy more than 50%	12.0	13.0	12.0	17.0	15.0	17.0	16.0	12.0	4.0
No. of dominant species (cover more than 25%)	2.0	3.0	7.0	3.0	4.0	3.0	4.0	1.0	1.0
<i>Brachypodium pinnatum</i>	2		2			2		1	2
<i>Trifolium medium subsp. flexuosum</i>	2		2		2				
<i>Viola canina</i>	2	2							
<i>Brian media</i>		2		1					
<i>Lactuca campestris</i> agg.		2		2					
<i>Anthriscus odoratus</i>		2		2					
<i>Antennaria dioica</i>		2							
<i>Plantaginium cuspidatum</i>		2							
<i>Phytolacca spicatum</i>	2		2	2		2		2	
<i>Ranunculus polyanthus</i>		1	2	1		1	1		
<i>Carex hirs</i>		2	2	2				2	
<i>Pteris media</i>			2						
<i>Derhamia complata</i>	2		2	2	2	1			
<i>Campanula patula</i>			2	2					
<i>Lotus corniculatus</i>	2		2	2	2		2		
<i>Knautia arvensis</i>				2					
<i>Hieracium marianum</i>		1	2	2				2	3
<i>Prunella vulgaris</i>				1	2	2	2		
<i>Fagus sylvatica</i>			1			2			1
<i>Sorbus aucuparia</i>				1	3	1			1
<i>Fraxinus excelsior</i>				1		1			
<i>Ranunculus acris</i>			2	2		1	1		
<i>Abies alba</i>						1			
<i>Plantago bifolia</i> ssp. latifolia	1		1	1	2		2		2
<i>Vaccinium myrtillus</i>		2			2		2		
<i>Polygonatum denudatum</i>						2			2
<i>Lophocolea heterophylla</i>						2			2
<i>Juncus maritima</i>							3		2
<i>Asplenium platyneuron</i>	2	3	3	3	2	3		2	
<i>Achillea millefolium</i>	1	2	2	2	2	2			
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	2	2	2	2	2		1	
<i>Achillea</i> sp.	1	1	2	2	2	2		2	
<i>Picea abies</i>	2		2	2	2	2		1	1
<i>Gallium verum</i>	2	2	2	2	2	2			
<i>Danthonia decumbens</i>		3	3	3	3	3	2	3	
<i>Nardus stricta</i>	2	8	7	7	7	7	2	2	
<i>Festuca rubra</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Potentilla aurea</i>		2	2	2	2	2	2	2	
<i>Cruciana glabra</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	
<i>Carlina acuta</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Lucida lucida</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Carex pilifera</i>		2	2	2	2	2	2	2	2

Riadená klasifikácia

druhové skupiny

Soldanella hungarica

Soldanella hungarica
Melampyrum sylvaticum
Maianthemum bifolium

Thymus alpestris

Thymus alpestris
Ranunculus nemorosus
Ranunculus
pseudomontanus

Trommsdorfia uniflora

Crepis conyzifolia
Trommsdorfia uniflora
Pilosella aurantiaca
Omalotheca norvegica

Vaccinium myrtillus

Avenella flexuosa
Vaccinium myrtillus
Vaccinium vitis-idaea

formálne definície

NSA07 Phleo alpini-Nardetum strictae

[<Nardus strictaUP05>AND{<#### Poa alpina>OR(<#### Thymus alpestris>AND<#### Campanula serrata>)}}NOT{(<#### Soldanella carpatica>OR<#### Vaccinium myrtillus>)OR(<#### Gentiana asclepiadea>OR<#### Avenula versicolor >)}]

NSA08 Violo sudeticae-Agrostietum capillaris

[{(<Agrostis capillarisUP05>AND<#### Campanula serrata>)AND(<#### Hypericum maculatum>AND<#### Carlina acaulis>)}AND(<#### Veronica officinalis>OR<#### Vaccinium myrtillus>)]NOT[{(<#### Geranium sylvaticum>OR<#### Cardaminopsis halleri>)OR(<Poa alpina>OR<#### Thymus alpestris>)}OR<#### Soldanella carpatica>]

Expertné systémy

- formálne definície jednotiek umožňujú tvorbu **expertných systémov**
- systémy automatickej klasifikácie spoločenských (zápisov)
- porovnanie druhového zloženia s formálnou definíciou
 - podmienkou je reprezentatívny súbor už klasifikovaných dát
 - výstižná definícia
 - softvér

Expertné systémy

- presné zaradenie do jednotky
 - ak zápis zodpovedá definícii
- priradenie k najbližšej jednotke (s ?)

Initial entry number:

Relevés 322

Species 374

Pilosella officinarum	6	.2113322.5324255453445.54.352443.442.....2.....	1.....2.221273...222.1...2.....
Thymus pulegioides	6	22.23236653127765655772367576567557.....	2.....2.22..2.2...555.5222.2.....
Carex caryophyllea	6	..23.2.22.3243...5545735554537555.....	22525...5...2333.56.2..255424...3..2...
Bellis perennis	6	2.....	2.....
Viola tricolor	6	1.....	2.41.....2.32..2.13...1...2...22.....2...252...
Poa trivialis	6	.....	22.3...4...2...2.....
Carum carvi	6	31..2...2.2.....1.....1.....	555533.13542...21.332.42222.2.....4.....3.....
Deschampsia cespitosa	6	.....	2221...835723...1.....5.....5.....
Steris viscaria	6	..226...3112...22.....	135.52..62433.53.6.577...265.11..22332.22...
Carex pallescens	6	..1.....2...2.3...2.....223.....	2.....1.....2.2.2..3..2.....
Nardus stricta	6	..2.....2.5887.1...222.....342.....	1.....1.....4.....3.2.....
Carlina acaulis	6	1.....221.21222...1..11.....	1.....1...1.1.1.1.2.1.12221.....
Potentilla erecta	6	2.....	1.....3.....
Ranunculus auricomus ag	6	.....	1.....3.....2.2.....
Primula elatior	6	.....	.....2.....
Phyteuma spicatum	6	.....	.....2.....
Ajuga reptans	6	2.....	1.2.....2.....
Luzula luzuloides	6	.....	.....2.....
Rumex alpestris	6	.....	.....2.....
Polygala vulgaris	6	..3...2.51...1222...5.4..4...24.....	2.....
Veronica officinalis	6	...3...1.322.331..2.22.....	1.2.....2.1...2.....2.....1
Silene nutans s.lat.	6	...126.2..11..2...2.4...2..1.....	344.2...43..5526.525...1...2.32...
Carex pilulifera	6	.....	.....1.....2.....
Potentilla aurea	6	.....	.....1.....2.....
Fragaria vesca	6	1.2.2.....6.....	1.....123.....
Trommsdorffia maculata	6	.....	.....
Antennaria dioica	6	.....	.....

Ordinácie – gradientové analýzy

- ekológia spoločenstiev
 - netvoria triedy, zhluky, delenia
 - najvhodnejšie pre výskum vývoja vegetácie
- súvislosť druhového zloženia s faktormi prostredia
- **nepriame** gradientové analýzy
 - gradienty len podľa druhových dát (*species data*)
- **priame** gradientové analýzy
 - súvislosti medzi nameranými gradientmi prostredia (*environmental data*) a druhovými dátami

Ordinácie – vstupné údaje

- druhové (*species*) dáta
 - kvantita druhu na ploche
 - semikvantitatívne stupnice
 - vysvetľované (*response*) premenné
- charakteristiky prostredia (*environmental variables*)
 - vysvetľujúce (*explanatory*) premenné
- kovariáty (*covariates*)
 - známy vplyv na vysvetľované premenné, ktorý chceme oddeliť
- transformácia dát
 - pokryvnosti na ordinálnu škálu
 - prípadne (logaritmická) transformácia
 - štandardizácia – prevod údajov na rovnaký rozsah (1–100, 0–1, ...)

Nepriame gradientové analýzy

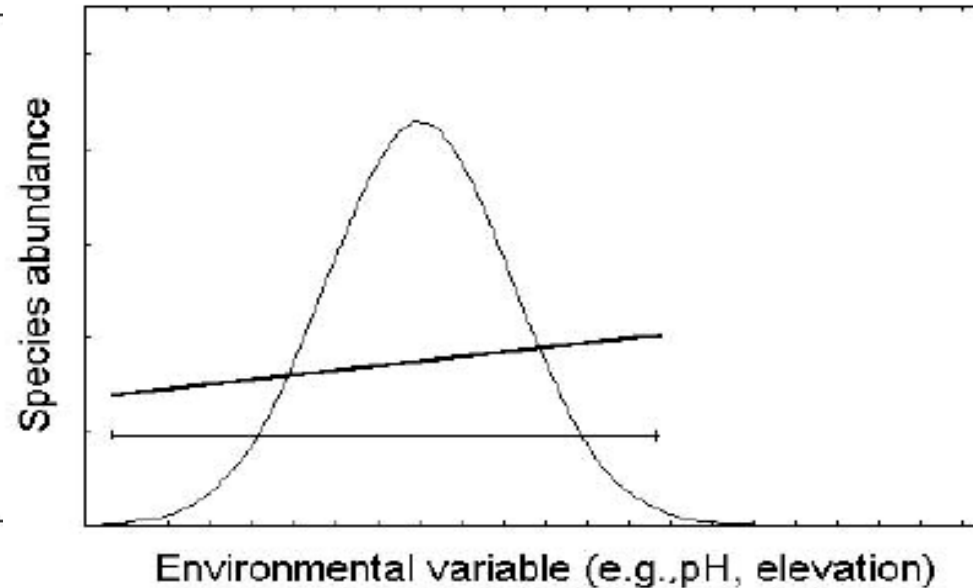
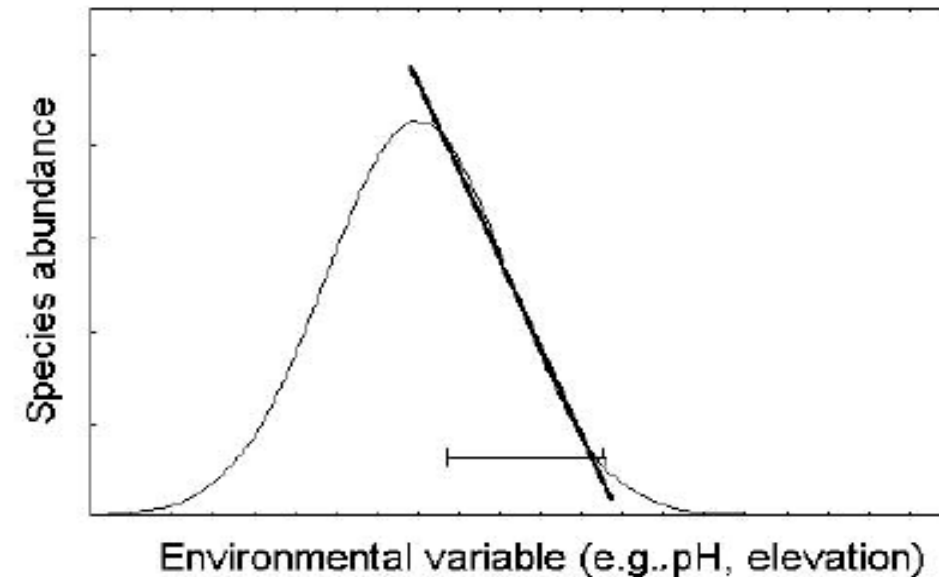
- lineárne (PCA)
 - predpokladajú lineárnu odpoveď druhov na gradienty prostredia
 - skóre zápisov je lineárnou kombináciou skóre druhov
 - vhodné na krátke gradienty (≤ 3 SD)
- unimodálne – jednovrcholové (CA, DCA)
 - nelineárna odpoveď
 - skóre zápisov je váženým priemerom skóre druhov
 - dlhé gradienty (≥ 4 SD)
 - dentrendovanie (DCA) – odstránenie oblúkového (*arch*, *horse shoe*) efektu

Nepriame gradientové analýzy

lineárne
PCA

X

unimodálne
CA, DCA



- dĺžka gradientu sa dá zistiť vo výstupe DCA:

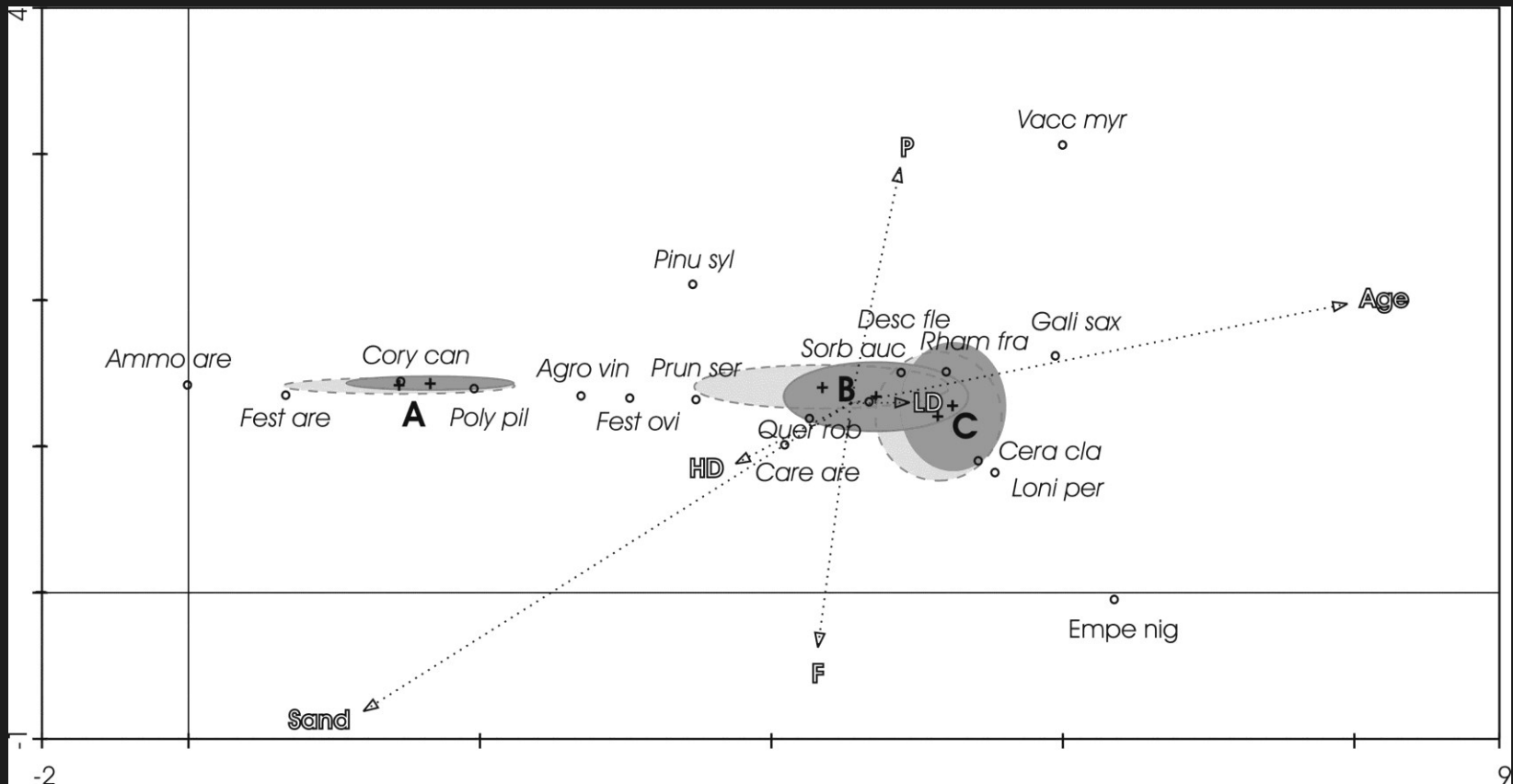
Lengths of gradient	:	2.990	1.324	.812	.681
---------------------	---	-------	-------	------	------

Nepriame gradientové analýzy - výstupy

- charakteristika osí
 - eigenvalues, dĺžka gradientu, podiel z celkovej variancie
- súradnice
 - druhov a zápisov
 - + ich váha v analýze (závisí na frekvencii a kvantite)
- grafy
 - buď samostatne alebo spolu druhy + zápisy (*biplot*)
 - podľa rôznych osí
- interpretácia gradientov – osí
 - je možné korelovať os s charakteristikami prostredia

Príklady nepriamej gradientovej analýzy

- Sukcesný gradient
 - podľa ordinačnej analýzy DCA
 - na základe 2400 plôch 10 x 10 m a bylinnej etáže
 - zoradenie druhov v priebehu primárnej sukcesie na viatych pieskoch

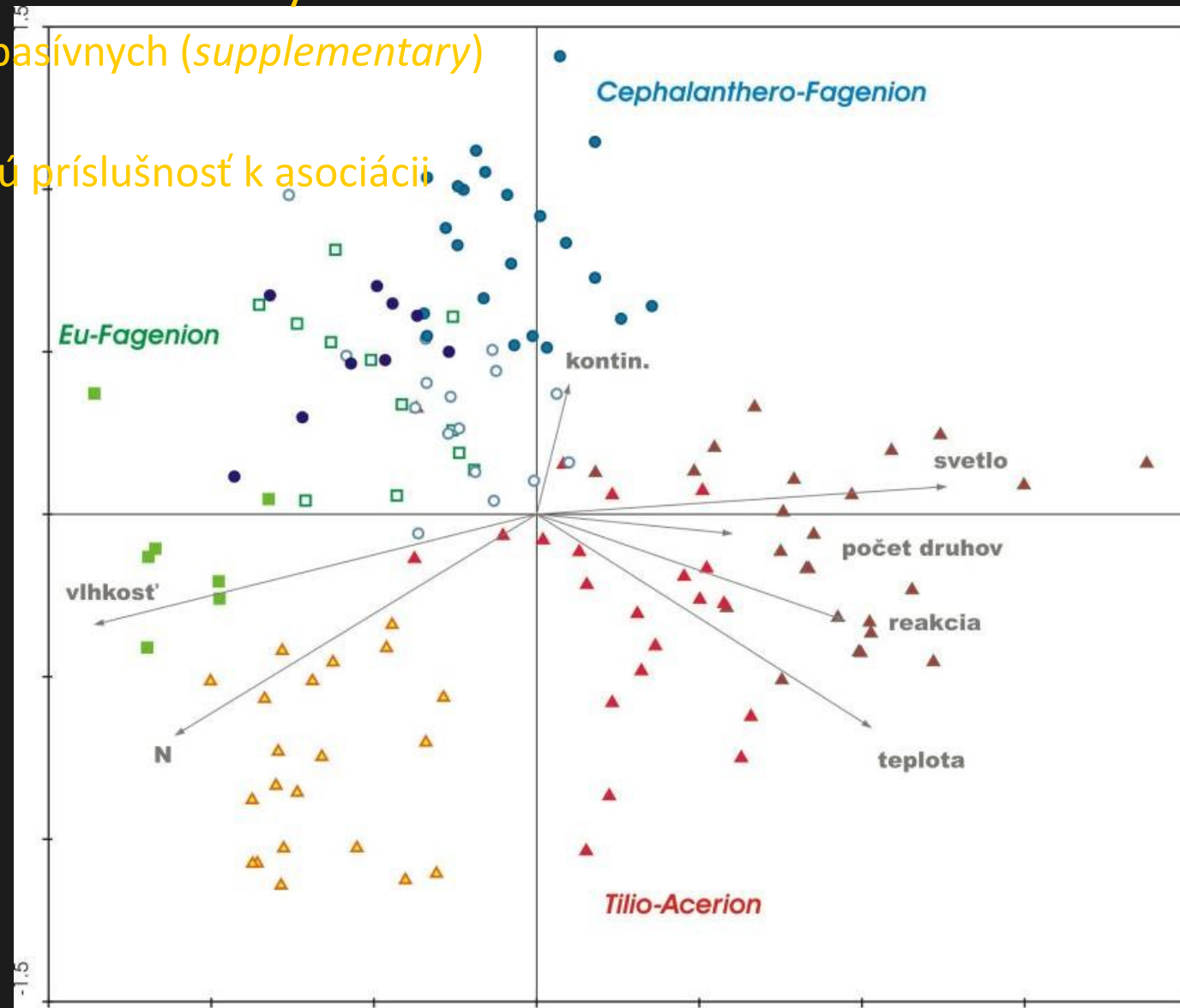


- využitie nepriamej gradientovej analýzy pri klasifikácii lesných spoločenstiev

- CA nepriama gradientová analýza

- s premietnutím pasívnych (*supplementary*) premenných

- symboly označujú príslušnosť k asociácii



- rekonštrukcia vývojového cyklu bylinnej synúzie v jedľovo-bukovom pralese
- DCA – nepriama gradientová analýza

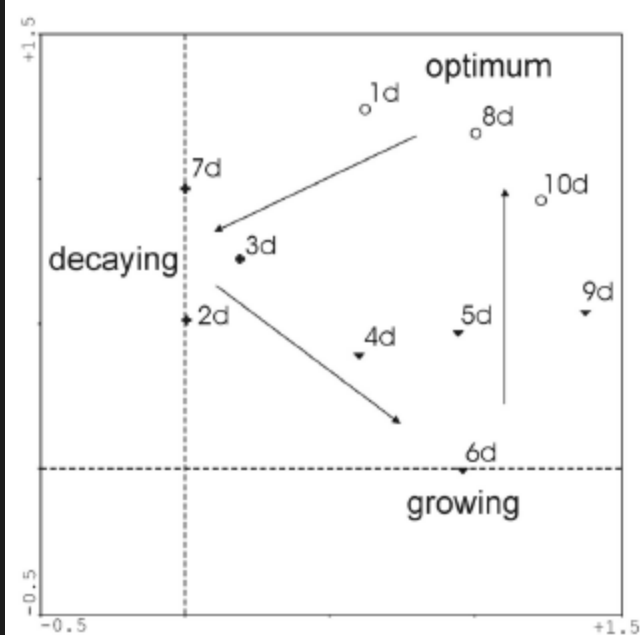


Figure 4. DCA ordination of sample plots following simulation of forest development.

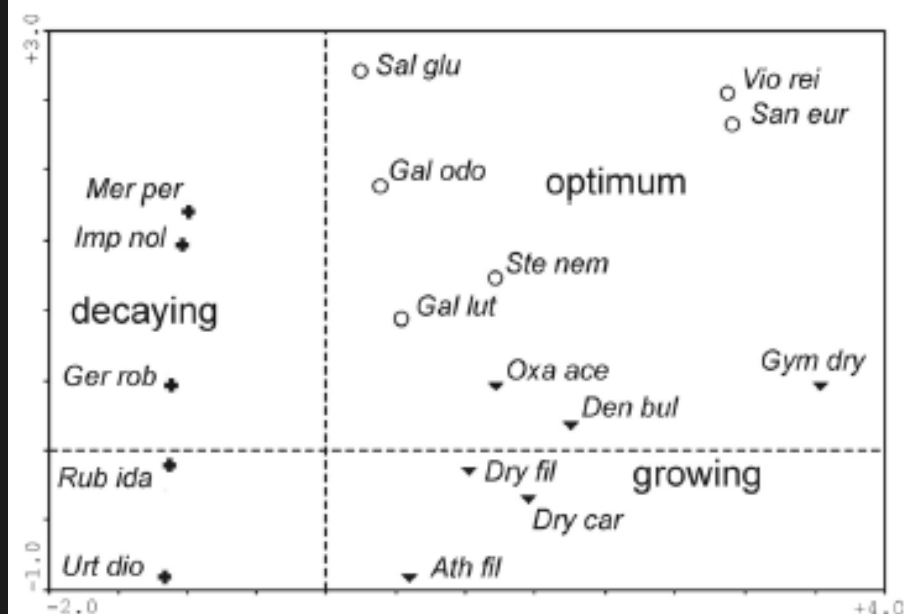


Figure 5. DCA differentiation of species according to stages: triangle = growing, circle = optimum, cross = decaying.

Priame gradientové analýzy

- kanonická ordinácia s obmedzením:
 - ordinačné osi vypočítané podľa druhových dát musia byť lineárnou kombináciou charakteristik prostredia
- lineárne – RDA
- unimodálne – CCA, DCCA
- vstup:
 - druhové dáta ako pri nepriamej g. a.
+ vysvetľujúce premenné, príp. kovariáty

Priame gradientové analýzy

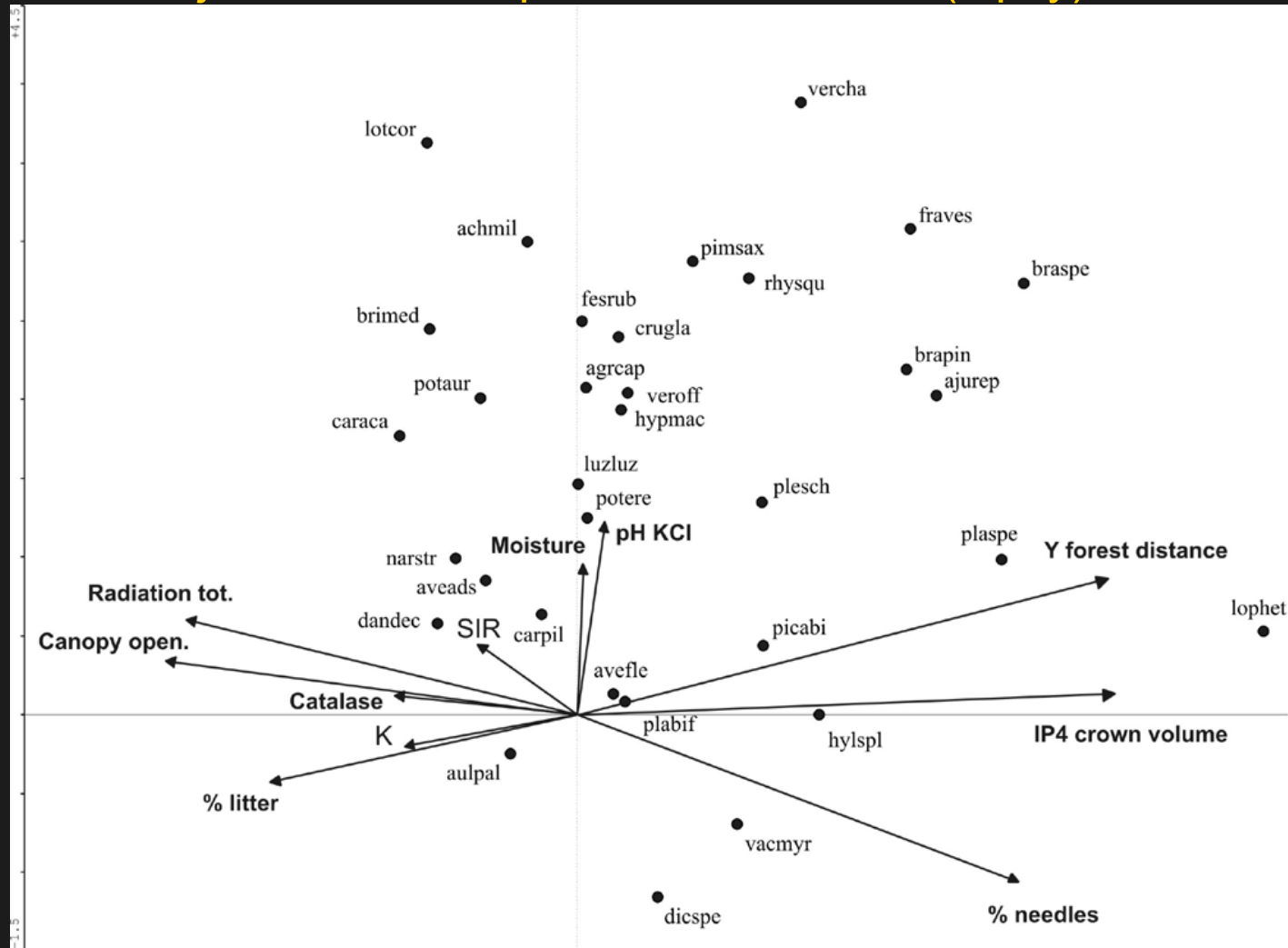
- výber najlepších vysvetľujúcich premenných
 - MonteCarlo permutačný test (CANOCO)
 - nezávislý od rozdelenia hodnôt druhových dát
 - postupný výber
 - tvorba kombinácií premenných

Priame gradientové analýzy - výstupy

- charakteristika osí
 - eigenvalues, dĺžka gradientu, podiel z celkovej variancie
- korelácie premenných s osami
- súradnice
 - druhov a zápisov
 - + ich váha v analýze (závisí na frekvencii a kvantite)
- grafy
 - druhy (zápisy) + faktory (*biplot*)
 - druhy + zápisy + faktory (*triplot*)

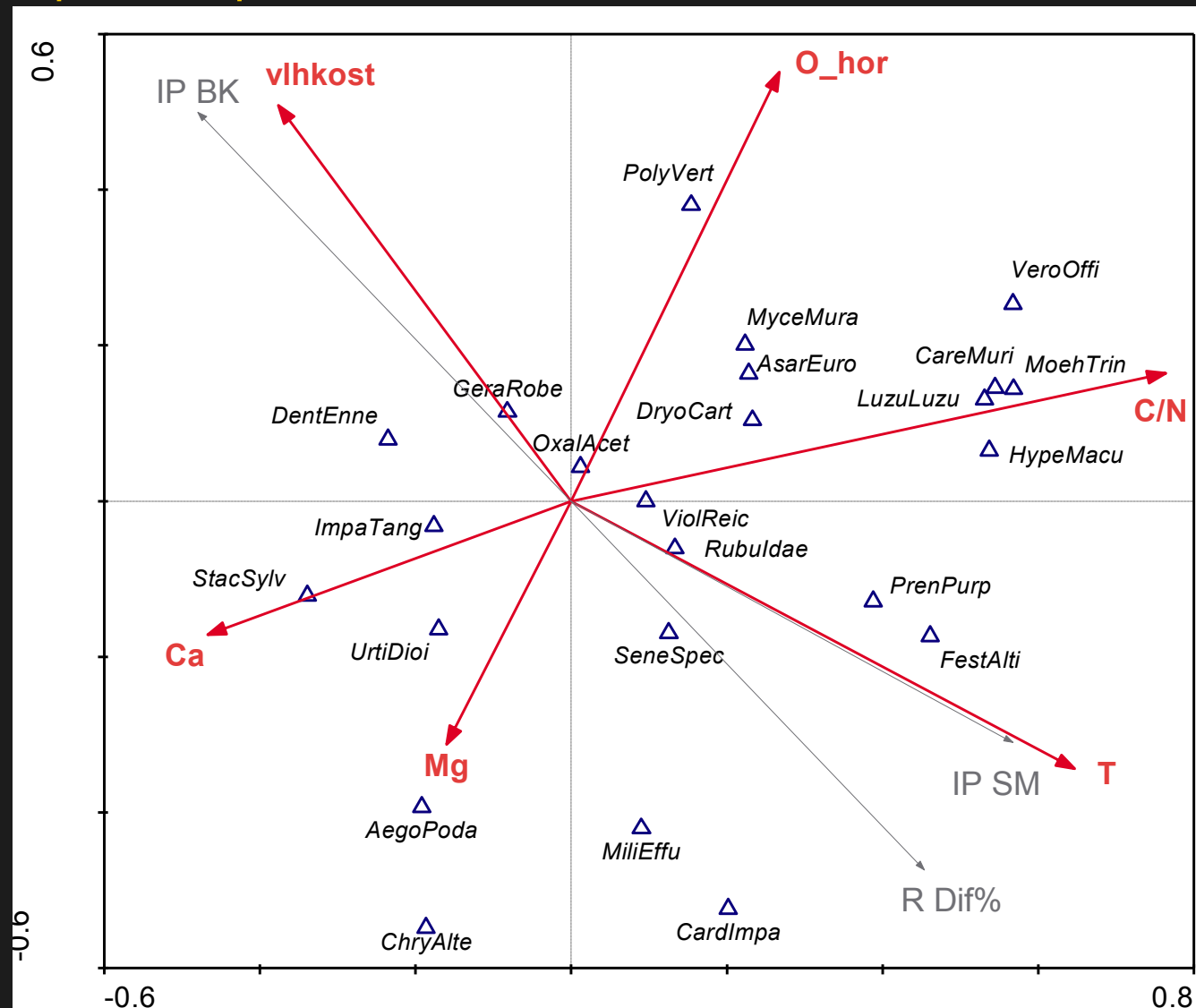
Príklady priamej gradientovej analýzy

- CCA – sukcesný gradient na zarastajúcom pasienku
 - šípky ukazujú smer a silu pôsobenia najvýznamnejších premenných podľa permutačného testu
 - pozícia druhov koreluje so smerom pôsobenia faktorov (šípky)



■ CCA priama gradientová analýza

- vplyv vlastností pôdy na vegetáciu na stanovišti jd-bučín
- červené šípky – vysvetľujúce premenné (signifikantné)
- sivé šípky – pasívne premenné



CCA – Monte Carlo
permutačný test
štatistickej
významnosti
vysvetľujúcich
premenných
– faktorov

Environmental variable	whole data set		whole data set <i>x</i> and <i>y</i> as covariables		subset	
	variation explained	P	variation explained	P	variation explained	P
<i>x</i>	0.026 (0.024)	*	covariable		0.085 (0.076)	*
<i>y</i>	0.184 (0.184)	***	covariable		0.284 (0.284)	***
<i>CO</i>	0.112	***	0.039	***	0.127	**
<i>IP_DBH</i>	0.171 (0.021)	***	0.048 (0.021)	***	0.195 (0.280)	***
<i>IP_BA</i>	0.171 (0.041)	***	0.041	***	0.178	***
<i>Rdir</i>	0.083	***	0.036	***	0.088	n.s.
<i>Rdif</i>	0.106	***	0.039	***	0.121	**
<i>Rtot</i>	0.108 (0.037)	***	0.042 (0.037)	***	0.112	*
<i>N</i>	0.025	n.s.	0.018	n.s.	0.046	n.s.
<i>pH</i>	0.027 (0.023)	*	0.023 (0.023)	**	0.065	n.s.
<i>Moisture</i>	0.019	n.s.	0.021	n.s.	0.072	n.s.
<i>Resp</i>	0.022	n.s.	0.020	n.s.	0.068	n.s.
<i>C</i>	0.017	n.s.	0.016	n.s.	0.057	n.s.
<i>SIR</i>	0.024 (0.021)	*	0.022 (0.021)	**	0.041	n.s.
<i>Catalase</i>	0.038	**	0.020	n.s.	0.068	n.s.
<i>DBLav</i>	0.038	**	0.019	n.s.	0.060	n.s.
<i>Litter</i>	0.081 (0.032)	***	0.031 (0.031)	**	0.106	*
<i>Needles</i>	0.141 (0.088)	***	0.085 (0.085)	***	0.127 (0.083)	**
Explained variance by all variables	0.640		0.472		1.388	
Explained variance by signif. variables	0.490		0.218		0.633	