

→ ojet 1000

**Biologická fakulta Jihočeské univerzity**

**České Budějovice**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Analýza vegetace podél gradientu nadmořské  
výšky v Nízkých Tatrách**

**JIRÍ DOLEŽAL 1996**

vedoucí práce: RNDr. Miroslav Šrůtek

Prohlašuji, že jsem uvedenou práci vypracoval samostatně,  
jen s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích, 16. května 1996

*Jirí Doležal*



## Úvod

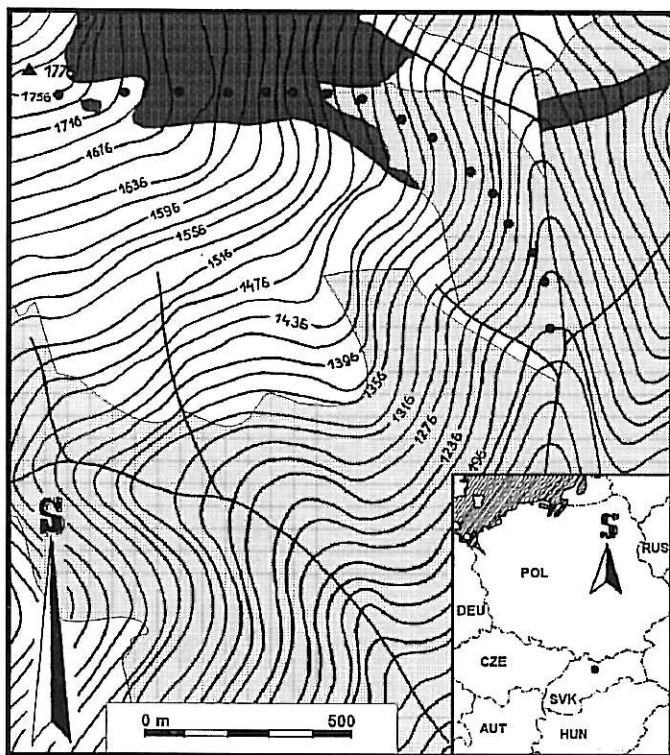
Jako většina horských celků je příroda Nízkých Tater velmi pestrá a rozmanitá, jak z hlediska struktury reliéfu, tak organismů a jejich společenstev. Obecně je druhová a prostorová struktura rostlinných společenstev ovlivněna především působením změn nadmořské výšky, různou orientací svahů ke světovým stranám a sklonem svahů (Perry 1994). Rozmanitost geologického podloží a mohutnost pohoří ovlivňující výškové rozpětí hor a tedy i výškové rozšíření vegetace, biodiverzitu horských ekosystémů pak ještě zvyšují (Grozdeckij et Golubčikov 1987).

Botanický výzkum Nízkých Tater se, jak je dlouhodobou středoevropskou tradicí, zpočátku ubíral zejména cestou popisného studia flóry a vegetace (Roubal 1922; Sillinger 1931a,b, 1933; Klika 1935; Suza 1935; Jeslík 1970; Randuška 1975; Fajmonová 1978, 1982; Vološčuk 1985). Ekosystémový výzkum této oblasti prakticky chybí. Částečně byla pozornost, zejména pracovníků lesnického výzkumu, věnována vegetaci poblíž hranice lesa a jejímu vztahu ke geomorfologickým vlastnostem terénu (Louček 1954, 1956; Piskun 1969; Seko 1974; Konôpka 1978; Zátkařík 1979; Randuška 1976, 1979; Milan 1985).

Novější práce se zabývaly strukturou a vztahy v horském smrkovém lese (Korpeľ 1989), popř. zhodnocením změn vegetace podél gradientu nadmořské výšky (Lepš et al. 1985). Gradientovou analýzou vegetace se zabývá i předložená studie. Jejím obsahem je dokumentace změn vegetace podél výškového gradientu na jihovýchodním svahu Velkého Gápeľa v Nízkých Tatrách. Naznačen je také vztah vegetace k významným faktorům prostředí, jako je nadmořská výška, orientace svahu, výška sněhové pokrývky a hloubka půdního profilu.

Výsledky studie by měly být pokusem o zodpovězení následujících otázek:

- (1) Jaký je vliv nadmořské výšky, orientace svahu, hloubky půdy a sněhové pokrývky na změny druhové diversity rostlinných společenstev podél gradientu nadmořské výšky?
- (2) Který z uvedených faktorů nejvíce vysvětluje variabilitu v rostlinných společenstvech?
- (3) Je možné v rámci vegetačního kontinua rozlišit jednotlivá rostlinná společenstva?
- (4) Mění se prostorová struktura lesního porostu a biometrické charakteristiky stromů podél gradientu nadmořské výšky?



■ les ■ kleč □ louka ▲ vrchol  
 ● poloha snůnků na transektu

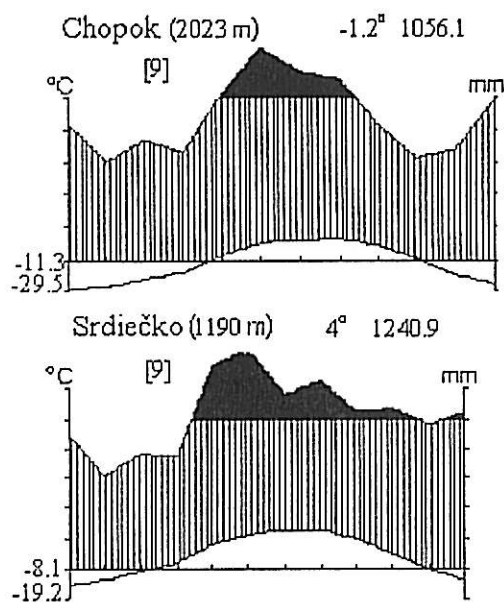
Obr. 1. Mapa jihovýchodní části Veľkého Gápeľ'a s vyznačením studovaného transektu.

## Popis stanoviště

Studovaná lokalita leží v nejvyšší části Nízkých Tater, které jsou součástí vysokých Karpat. Ty patří z hlediska fytogeografického do oblasti západokarpatské flóry - Carpathicum occidentale (Anonymus 1972).

Pro analýzu vegetace byl vybrán jihovýchodní svah Veľkého Gápeľ'a (1776 m n. m., 48° 55' s.z.š, 19° 30' v.z.d., 2 km JJZ od Ďumbiera). Ten je hlavním vrcholem bočního hřebene, odstupujícího jižním směrem z hřebene centrálního v místech Ďumbiera. Geologické podloží tvoří rula (obr. 1). Klimatické poměry stanoviště jsou přibližně charakterizovány údaji ze dvou následujících meteorologických stanic: Chopok (2023 m n. m.) a Srdiečko (1183 m n. m.). Průměrné měsíční teploty a sumy srážek (Holý 1973) jsou znázorněny v klimadiagramech sestavených podle Waltra (1983) pro obě stanice (obr. 2). Srážky nad 100 mm nejsou v grafech redukovány v měřítku 1/10.

Přehled lesních typů pro dané území uvádí Hančinský (1972). K rámcovému popisu vegetace svahu lze využít údaje z lesní hospodářské knihy pro lesní hospodářský celek Ďumbier, kde je studovaný svah dělen podle nadmořské výšky do dvou vegetačních stupňů, a to montánního a subalpínského (Anonymus 1988):



Obr. 2. KLIMADIAGRAMY - v prvním řádku vedle jména lokality je nadmořská výška, prům. roční teplota vzduchu a souhrn ročních srážek; měsíční průměry srážek, jež sleduje horní křivka, nejsou v černé vrstvě kráceny 10x; spodní křivka patří prům. měsíčním teplotám. Vlevo dole je absolutní minimum a denní prům. v nejmraznějších měsících.

1. Nižší horský stupeň (1100-1300 m n.m.) - jedlovo-bukové smrčiny s *Fagus sylvatica* (85%), *Abies alba* (5%), *Acer pseudoplatanus* (5%) a *Picea abies* (5%); v keřovém patru je zastoupen *Fagus sylvatica* (95%) a *Acer pseudoplatanus* (5%). Porost patří do skupin lesních typů *Fagetum abietino-piceosum* (50%), *Abieto-Fagetum* (40%) a *Fageto-Aceretum* (10%); stáří porostu bylo odhadováno<sup>nuto</sup> na 160 let.

2. Vyšší montánní stupeň (1300-1500 m) - vysokohorské smrčiny s příměsí *Fagus sylvatica* (5%); buk v keřovém patru převládá (95%), zatímco *Picea abies* tvoří příměs (5%). Skupina lesních typů *Sorbeto-Piceetum* má 50% zastoupení, *Acereto-Piceetum* 30% a *Fagetum abietino-piceosum* 20%. Stáří smrkového porostu bylo odhadnuto na 165 let.

3. Subalpínský stupeň (1500-1776 m) - porosty *Pinus mugo* var. *mughus* (Hejný et Slavík 1988) (asociace *Mughetum acidifilum*) s nepatrným zastoupením *Picea abies* (1%) a *Sorbus aucuparia* (4%). Stáří porostu bylo odhadnuto na 140 let.

## Materiál a metody

Vegetace byla studována na transektu mezi 1150 a 1750 m nadmořské výšky. Podél výškového gradientu byly uspořádány fytoocenologické snímky (celkový počet 48), vždy po třech na 16 stanovištích. Výškový rozdíl mezi stanovišti byl vždy 40 m. Vzájemná vzdálenost snímků na stanovišti byla 15 m, s uspořádáním po vrstevnici.

Plocha fytoocenologických snímků čtvercového tvaru se lišila podle typu vegetace: a) nelesní formace (vrchol hory až hranice stromová, 1 až 24) - 25 m<sup>2</sup>; b) les a porosty se stromy (hranice stromová až dno údolí, snímky 25 až 48) - plocha 400 m<sup>2</sup>.

Pokryvnost druhů byla odhadnuta v procentech s přesností na 5 %. Pro druhy s malou pokryvností a početností byly použity hodnoty stupnice podle Braun-Blanqueta: r, +, 1 (Braun-Blanquet 1964). K výpočtu Shannonova indexu druhové diverzity byly také použity procentické hodnoty<sup>podle druhů</sup> (Pielou 1977). Pro další zhodnocení mnohorozměrnou analýzou byly hodnoty převedeny na devítičlennou stupnici (van der Maarel 1979). Pokryvnost druhů v této stupnici znázorňuje tabulka č. 2.

Nadmořská výška byla měřena výškoměrem (Thommen, Švýcarsko) a porovnána s topografickou mapou. Sklon svahu a maximální výška porostu byla zjištěna kombinovaným přístrojem na měření sklonu terénu a výšek stromů (Suunto, Finsko). Hloubka půdy byla odhadnuta vpichem kalibrovaným ocelovým drátem. Získané hodnoty přibližně odpovídají }  
půdnímu horizontu. Výška sněhové pokrývky byla měřena kalibrovanou lavinovou sondou. }  
? *Blauca*  
f. h.?

Pro grafické znázornění rozmístění kmenů na plochách (obr. 8) byly měřeny pravouhlé souřadnice všech kmenů vyšších než 2 m na plochách č. 25 - 48. Obvod kmenů, z kterého byl vypočítáván jejich průměr (dále DBH), byl měřen ve výčetní výšce 1,3 m; současně byla na každé ploše měřena maximální výška porostu. Stromy byly rozlišeny na tři kategorie: živý, mrtvý - souše a mrtvý - komín (suchý strom po korunovém zlomu) (Vacek 1979). Určení mocnosti sněhové pokrývky bylo omezeno pro snímky nad horní hranicí lesa (snímky 1 - 24) z důvodu většího vlivu sněhu na subalpínskou a alpínskou vegetaci (zejména bylinné a mechové patro) než na lesní porost.

Nomenklatura cévnatých rostlin je uváděna podle Dostála (1958). Názvy mečů jsou uváděny podle práce: Pilous et Duda (1960). Nomenklatura lišejníků je uváděna podle Volkmar (1980) a Hawkswortha (1992).

## Analýza dat

Soubor snímků byl zhodnocen následujícími metodami mnohorozměrné analýzy:

### 1. Ordinační metody:

*Analýza 1)* Detrended correspondence analysis (DCA) - zhodnocení celkové variability v souboru fytoecologických snímků; určení směru maximální změny druhového složení rostlinného společenstva a jeho srovnání se směrem změn měřených faktorů prostředí.

*Analýza 2a)* Canonical correspondence analysis (CCA) - dokumentace vlivu několika proměnných prostředí (nadmořskou výškou = A - altitude, sklonem svahu = S - slope a hloubkou půdního horizontu = DS - soil).

*Analýza 2b)* Pasivní analýza CCA - zhodnocení vlivu zvolených faktorů prostředí na změny v pokryvnostech vegetačních pater (stromového patra =  $E_3$ , keřového patra =  $E_2$ , bylinného patra =  $E_1$ , mechového a lišejníkového patra =  $E_0$ ).

*Analýza 3)* Hybridní analýza CCA - odhad variability souboru snímků nevysvětlený zvolenými proměnnými prostředí.

*Analýza 4)* Zhodnocení vegetace nad hranicí lesa (snímky 1 - 24) metodou CCA s rozšířením počtu vysvětlujících proměnných o gradient sněhové pokrývky.

*Analýza 5 až 8)* Ve čtyřech aplikacích metody CCA byla testována hypotéza, zda existuje určitý vliv vždy jediného zvoleného faktoru prostředí, který nelze připsat zbývajícím faktorům prostředí.

## 2. Klasifikační metody:

Divizivní polytetická klasifikace - rozdělení souboru snímků na skupiny podle rozdílu v druhovém složení s použitím pěti hladin (cut levels - 0.0, 2.0, 5.0, 10.0, 20.0).

Statistická významnost vlivu proměnných prostředí byla testována Monte Carlo permutačním testem. Pro účely mnohorozměrné analýzy byl použit program CANOCO (Ter Braak 1987b), TWINSPAN (Hill 1979) a CANODRAW (Šmilauer 1992).

Z dalších statistických metod byly použity následující:

3. **Regresní analýza** - testování vlivu nadmořské výšky na hustotu lesního porostu a změnu

stromových parametrů (výška stromů, maximální DBH a plochu kmenů ve výčetní výšce).

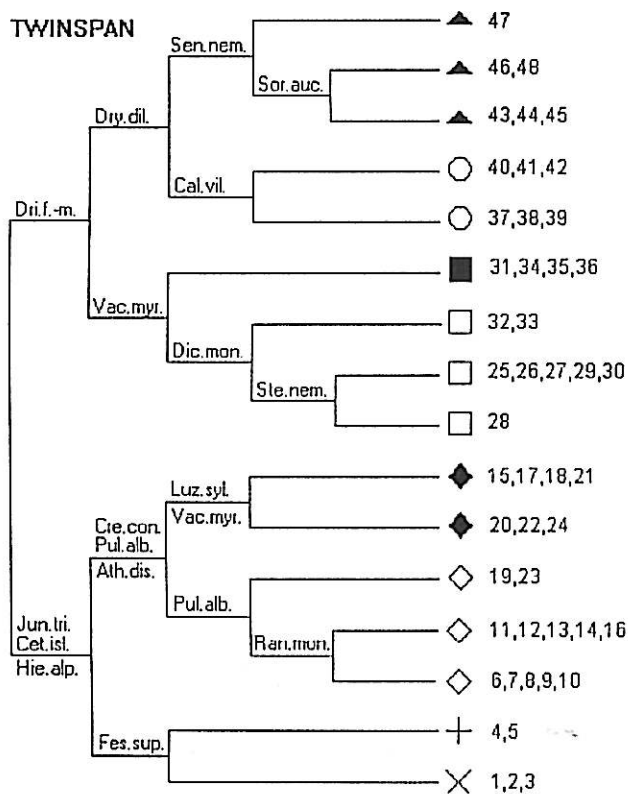
4. **Spearmanův korelační koeficient** - hodnocení vztahu mezi druhovou diverzitou a nadmořskou výškou.

## Výsledky analýzy dat

**Tab. 1.** Souhrn analýz a hodnot charakteristických čísel (*eigenvalue*) pro první tři ordinační osy. Neomezené ordinační osy jsou označeny !. Symboly: EV - faktory prostředí (A = altitude, nadmořská výška; DS = soil, hloubka půdy; S = slope, sklon svahu; SN = snow, výška sněhové pokrývky; E<sub>3</sub> - E<sub>0</sub> = pokrývnosti vegetačních pater). CV - faktory prostředí vybrané jako covariables.

Č.	Analýza	EV	CV	1 osa	2 osa	3 osa
1	DCA	-	-	0.826!	0.242!	0.181!
2a	CCA	A, S, DS,	-	0.801	0.248	0.205
2b	CCA	E <sub>0</sub> , E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub> , E <sub>3</sub> ,	-	0.691!	0.283!	0.146!
3	CCA	A, S, DS	-	0.801	0.534!	0.392!
4	CCA	A, S, DS, SN	-	0.462	0.204	0.132
(sn. 1 - 24)						
5	CCA	A	S, DS	0.554	0.472!	0.262!
6	CCA	DS	A, S	0.214	0.427!	0.262!
7	CCA	S	A, DS	0.277	0.427!	0.262!
8	CCA	SN	A, S, DS	0.130	0.308!	0.269!
(sn. 1 - 24)						

Výsledky jednotlivých ordinačních analýz udávají hodnoty charakteristických čísel (dále *eigenvalue*). Tyto významnostní míry ordinačních os jsou uvedeny v tabulce 1. Monte Carlo permutační test na první ose ukázal v analýzách 2 až 7 statisticky průkaznou závislost



Obr. 3. Dendrogram. Rozdělení vegetačních snímků do skupin podle podobnosti druhového složení metodou TWINSpan. Symboly skupin jsou shodné s označením skupin v obr. 4.

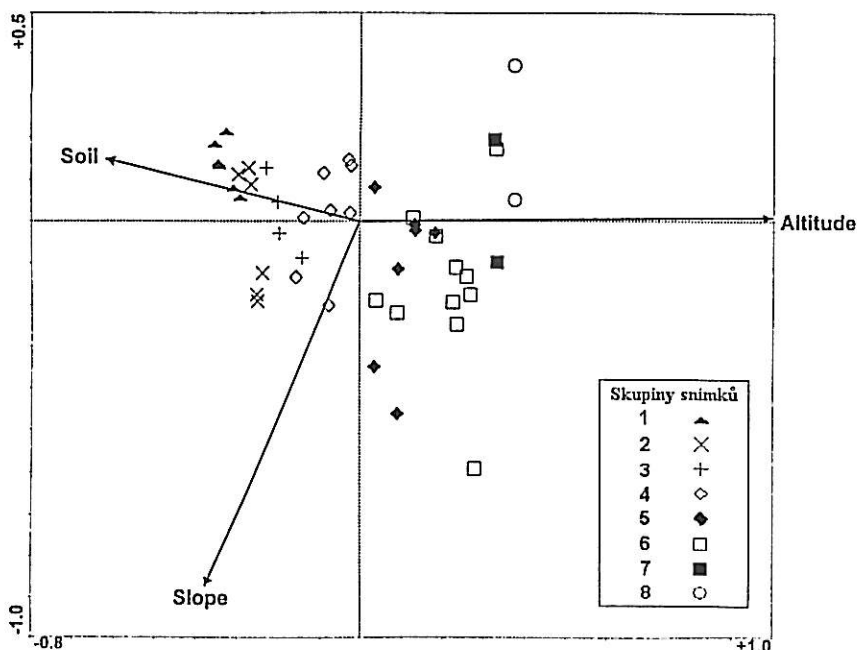
druhového složení na proměnných prostředí ( $P = 0.01$ ). V analýze 8 byla dosažena hladina významnosti  $P = 0.16$ . Neomezené permutace byly použity v analýzách s volbou covariables (5 až 8).  
**Analýza 1:** Porovnáním omezených a neomezených ordinací (CCA s DCA) se ukázalo, že vegetace dobře odráží měnící se podmínky stanoviště (tab. 1). První DCA osa byla <sup>hlavně</sup> vysoko korelována s proměnnými prostředí ( $r = 0.98$ ). Gradient nadmořské výšky nejlépe odpovídal směru největší změny druhového složení společenstva ( $r = -0.97$ ).

**Analýza 3:** Obsah <sup>rostlin</sup> variability rostlinného společenstva nevysvětlený proměnnými prostředí lze odhadnout porovnáním druhé eigenvalue v analýze

3 (hybridní analýza s první osou omezenou) a analýze 1 (všechny tři osy neomezené).  
**Analýza 2a, 2b:** v CCA s třemi proměnnými prostředí byla první osa <sup>zvolavána</sup> určena především nadmořskou výškou ( $r = 0.99$ ) a průměrnou hloubkou půdy ( $r = -0.61$ ). Nejtěsnější vztah k první ose měly stromy *Fagus sylvatica*, *Abies alba* a byliny lesního podrostu *Oxalis acetosella*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Adenostyles alliariae*, *Prenanthes purpurea*, *Dryopteris dilatata*, *Vaccinium myrtillus* (obr. 5, 6). Vyskytovaly se v nižší nadmořské výšce, kde půdní horizont dosahoval větší mocnosti. Nejvyšší míru těsnosti vazby (dále skóre) k druhé ose, určené především sklonem svahu ( $r = -0.66$ ), měly druhy s nízkou frekvencí jako *Juncus trifidus*, *Cetraria islandica*, *Campanula alpina*, *Ligusticum mutellina*. Tyto druhy se vyskytovaly ve snímcích vrcholové části transektu s mírným sklonem terénu (ekoton mezi subalpínským a alpínským stupněm).

Variabilita druhových dat vysvětlená prvními třemi osami ordinace činí 16,8; 5,2; 4,3 %.



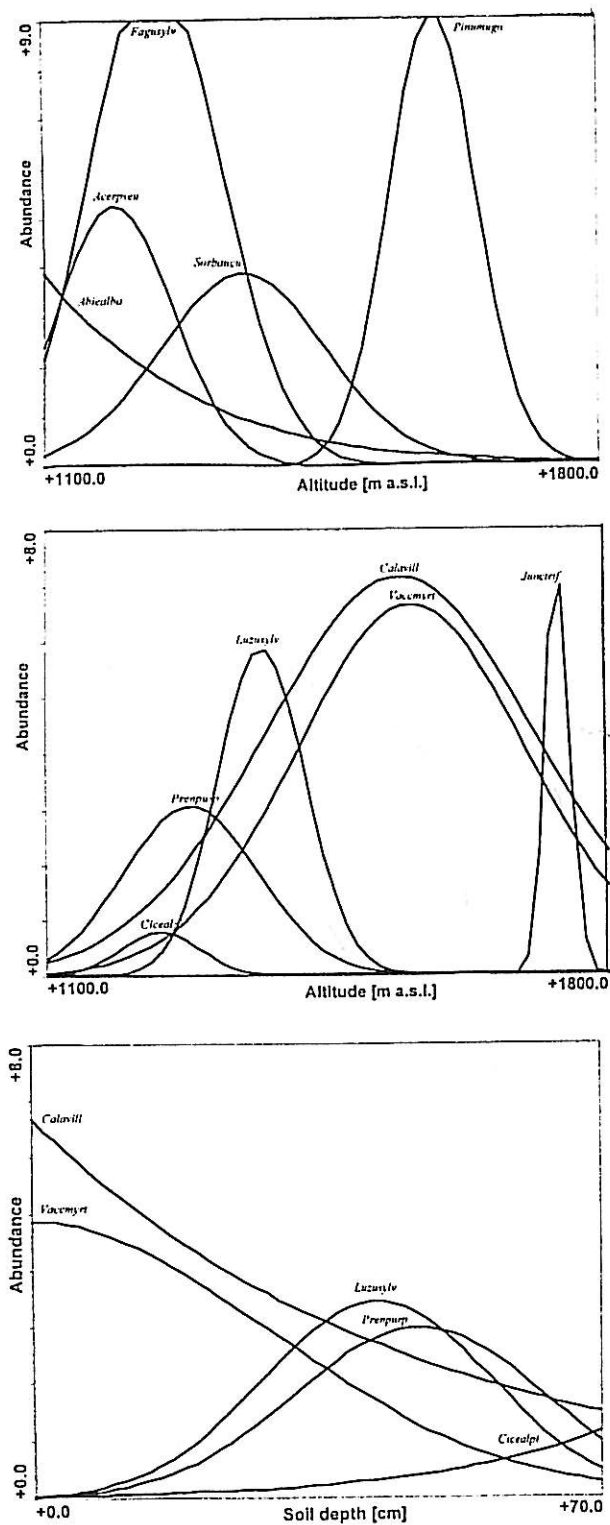


**Obr. 4.** Ordinační diagram analýzy 2a. Vztah fytoocenologických snímků k ordinačním osám určeným faktory prostředí: **altitude** (A) = nadmořská výška, **soil** (DS) = hloubka půdy a **slope** (S) = sklon svahu. Symboly skupin snímků se shodují se symboly v obr. 3.

Vliv zvolených faktorů prostředí na změny vegetace, vyjádřené pokryvností vegetačních pater, přibližuje analýza 2b. Pokryvnost stromového patra klesala podél první osy ( $r = -0.87$ ), zatímco pokryvnost bylinného patra stoupala ( $r = 0.38$ ). Podél druhé osy tvořené především sklonem horského svahu vzrůstala pokryvnost mechového patra ( $r = 0.38$ ) a klesala pokryvnost keřového patra ( $r = -0.35$ ).

Výsledky analýzy 2a jsou znázorněné ve třech ordinačních diagramech, k jejichž sestavení byly použity vždy první dvě osy (obr. 4 - 6).

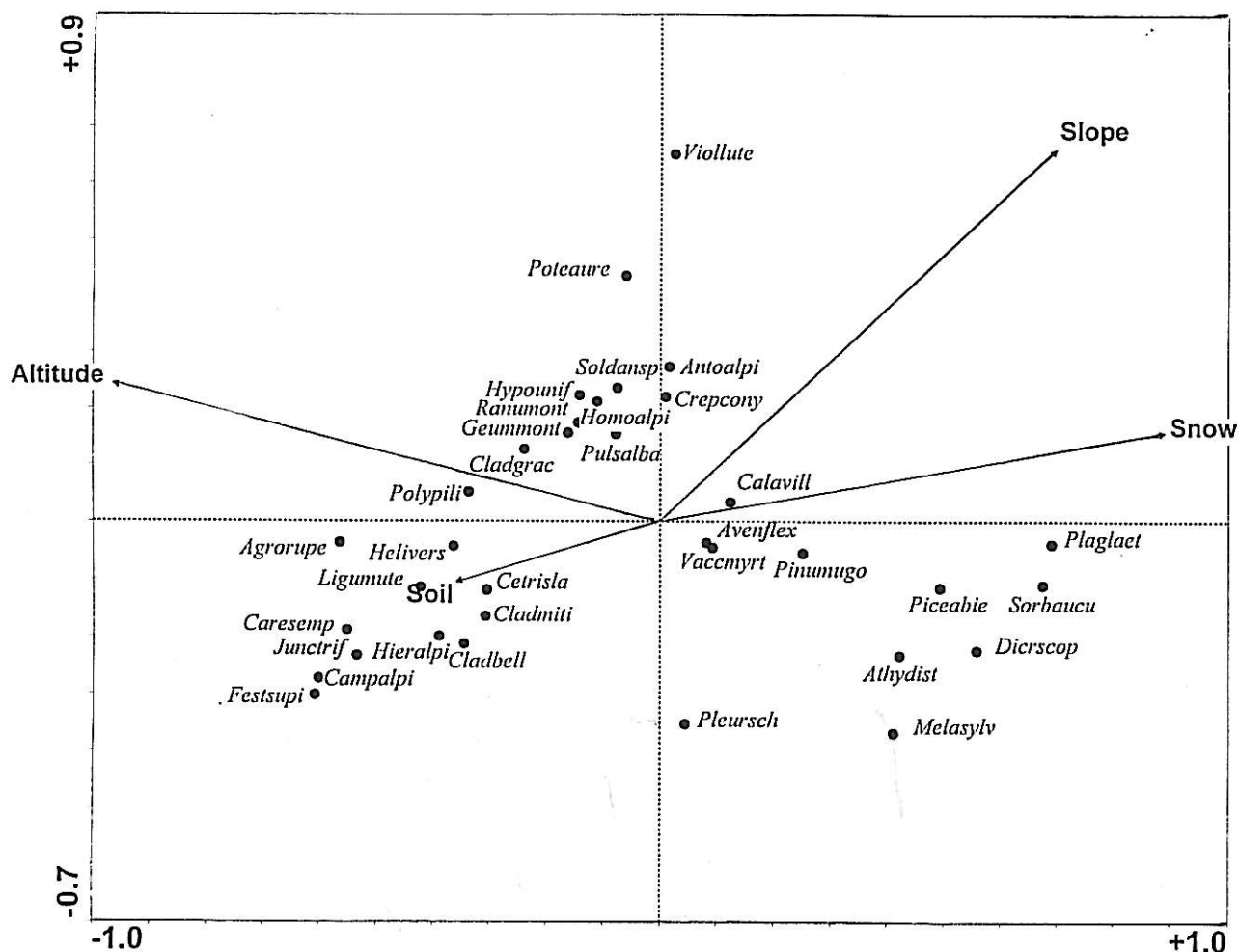
V diagramu (obr. 4) je soubor snímků rozdělen do osmi skupin, které odrážejí změny druhového složení podél vertikálního gradientu. Tyto skupiny, rozlišené klasifikační metodou TWINSpan, lze na základě podobnosti dále dělit (obr. 3). V levé polovině diagramu jsou uspořádány lesní snímky. Snímky první a druhé skupiny představují původní bukový les s *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus* a *Abies alba*. Ekoton mezi horskou bučinou a smrčínou představují snímky třetí skupiny se zvýšenou druhovou diverzitou (srovn. tab. 2). Tato smíšená zóna přecházela se vzrůstající nadmořskou výškou v horský smrkový les (*Picea abies*) s dominancí *Vaccinium myrtillus* a *Luzula sylvatica* v bylinném patru (skupina 4). Horní hranice souvislého zapojeného lesa probíhá přibližně v 1450 m n. m., zatímco stromová hranice byla určena v nadmořské výšce 1510 m. (srovn. pokryvnosti *Pinus mugo* a *Picea abies* - tab. 2) V pravé polovině ordinačního diagramu jsou snímky získané v širokém přechodu od hranice lesa až po alpské louky (skupina 5 - 8), tj. ekoton mezi lesem a klečovými porosty subalpínského stupně, subalpínské keřové formace a ekoton mezi subalpínským a alpským



Obr. 6. Ordinační diagramy analýzy 2a (Tab. 1).  
Změny hodnot pokryvnosti dominantních druhů na  
gradientu nadmořské výšky = altitude a hloubky  
půdy = soil.

stupněm (obr. 4). Vztah těchto vegetačních typů k faktorům prostředí charakterizují také výsledky analýzy 4.

**Analýza 4:** první osa je nejvíce ovlivněna nadmořskou výškou ( $r = -0.92$ ) a sněhovou pokrývkou ( $r = 0.85$ ), druhá osa je určena především sklonem terénu ( $r = 0.55$ ; tab. 1). Průměrná výška sněhové pokrývky se snižovala s rostoucí nadmořskou výškou ( $r = -0.79$ ). Půdní horizont dosahoval větší mocnosti při nižším sklonu svahu ( $r = -0.46$ ). Zvolené proměnné vysvětlily změny druhového složení nad hranicí lesa jen částečně. Jednou z příčin může být přítomnost silných dominant, jako jsou *Pinus mugo* a *Calamagrostis villosa* a jejich slabá reakce na změny nadmořské výšky na dlouhé části gradientu. Nepochází k výraznému poklesu v zastoupení a tedy i pokryvnosti těchto druhů se stoupající nadmořskou výškou. Výskyt dalších druhů bylinného a mechového patra, jako hlavního zdroje variability, je tak výrazně potlačován. Ordinační diagram (obr. 7) dokumentuje změny v druhovém složení vegetace od hranice lesa po vrcholovou část transektu (snímky 1- 24).



**Obr. 7.** Ordinační diagram analýzy 4. Ordinance vybraných druhů snímků 1 - 24. *Melasylyv*: *Melampyrum sylvaticum*, *Pleursch*: *Pleurozium schreberi*, *Athydist*: *Athyrium filix-femina*, *Dicscop*: *Dicranum scoparium*, *Sorbaucu*: *Sorbus aucuparia*, *Piceabie*: *Picea abies*, *Plaglaet*: *Plagiotechium laetum*, *Pinumugo*: *Pinus mugo*, *Homoalpi*: *Homogyne alpina*, *Poteaure*: *Potentilla aurea*, *Polypili*: *Polytrichum piliferum*, *Agrorupe*: *Agrostis rupestris*.

**Analýza 5 - 8:** první ordinační osa v těchto analýzách charakterizuje podíl jednotlivých faktorů na vysvětlené variabilitě společenstva (tab. 1). Největší podíl měla nadmořská výška a nejtěsnější vztah k ní měly lesní snímky a druhy tvořící stromové patro (analýza 5). Pokryvnost stromového patra se s rostoucí nadmořskou výškou snižovala, zatímco zastoupení keřového patra se zvyšovalo.

Při testování vlivu sklonu svahu (analýza 7) dosahovaly vysokých hodnot na první ose následující druhy mechového patra: mechy - *Plagiotechium laetum* a lišejníky - *Rhizocarpon geograficum*, *Umbilicaria cylindrica* a *Cladonia pyxidata*, které se vyskytovaly ve snímcích s větším sklonem a množstvím kamenitých výchozů.

V analýze 8 byla první ordinační osa určena gradientem sněhové pokrývky. Hodnota charakteristického čísla (eigenvalue) byla nízká a Monte Carlo permutační test na první ose

nevynesl statisticky průkaznou závislost druhového složení na gradientu sněhové pokrývky ( $P = 0.16$ ). Toto je částečně způsobeno třemi faktory prostředí zvolenými jako *covariables*, které mají velmi těsný vztah k výšce sněhové pokrývky. Zejména silná korelace mezi nadmořskou výškou a sněhovou pokrývkou způsobila, že je těžké odlišit vliv těchto dvou faktorů na složení rostlinného společenstva od horní hranicí lesa po vrchol.

Výška porostu klesala s rostoucí nadmořskou výškou ( $r = -0.93$ ,  $N = 48$ ,  $P < 0.01$ ). Hustota lesního porostu (počet kmenů) <sup>na jednotku plochy</sup> se směrem k hranici lesa zvyšovala ( $r = 0.53$ ,  $N = 24$ ,  $P = 0.01$ ). Závislost maximálního DBH a výčetní kmenové plochy na nadmořské výšce nebyla statisticky významná.

Vztah mezi druhovou diverzitou (vyjádřenou Shannonovým indexem) a nadmořskou výškou charakterizuje hodnota Spearmanova korelačního koeficientu,  $r_s = -0.018$  ( $P \gg 0.05$ ). Výsledek naznačuje, že tyto proměnné nejsou navzájem korelovány.

## Diskuse

Studium změn vegetace podél gradientu nadmořské výšky je v ekologické literatuře velmi časté (např. Ives et Barry 1974; Ohsawa 1984; Šrůtek et Lepš 1994). V mnoha případech totiž názorně dokumentuje výskyt základních typů původní a přirozené vegetace dané oblasti (Ellenberg 1988). Mimoto zejména ve vyšších nadmořských výškách se působení významných faktorů prostředí, jako je sluneční záření, teplota, srážky a vítr, výrazněji projevuje, jak na struktuře vegetace, tak na změnách v morfologii a anatomii rostlin (Beals 1969; Ives et Barry 1974; Arno et Hammerly 1985; Grace 1989; Körner et al 1989; Šrůtek et Kolbek 1994).

V oblasti střední Evropy patří především Alpy a Karpaty k pohořím, kde lze dokumentovat dobře patrné gradienty nadmořské výšky změnami různých vegetačních typů, včetně bezlesých formací alpského stupně (Ellenberg 1988).

Pro potřeby předložené práce byl jako modelové území vybrán masív Ďumbiéra v oblasti slovenských Karpat, resp. Nízkých Tater. Vlastní studie byla zaměřena na jihovýchodní svah Velkého Gápeľa, který končí v Mlynné dolině, je dlouhý přibližně 1250 m a dosahuje průměrného sklonu 30 stupňů. Na relativně krátkém svahu s poměrně velkým výškovým rozpětím (700m) má komplexní gradient nadmořské výšky rozhodující vliv na uspořádání a celkovou fyziognomii vegetace (srov. Lepš et al. 1985).

Snahou předložené studie je odpovědět na otázky nastíněné v úvodu práce.

(1, 2) Největší druhová pestrost a rozmanitost byla zaznamenána v kontaktních zónách vegetačních typů, zatímco v místech s největší pokryvností dominantních druhů (např. dřeviny a *Calamagrostis villosa*) byla diverzita nejnižší (tab. 2) (srov. Jeník 1961; Whittaker 1975). Vysoká druhová diverzita bývá často zaznamenána v oblasti horní hranice lesa (Arno et Hammerly 1985). Dochází zde k oslabení růstu a regenerace dominantních dřevin (*Picea abies* na studovaném svahu). Projevem je snížení jejich pokryvnosti, a tedy snížení konkurence o světlo a živiny. Výsledkem může být zvýšení počtu druhů (Wilson et al 1990). Často se v těchto polohách vyskytují jak druhy lesa, tak bezlesí (Jeník 1961). Příkladem výskytu lesních druhů v ekotonu mezi horskými smrčínami a porosty kosodřeviny mohou být druhy tolerující stín, jako je *Melampyrum sylvaticum* a *Polygonatum verticillatum*.

Důležitou roli ve změně druhové diverzity vegetace hrají různé typy především exogenních narušení (např. vítr a laviny), a to často narušení střední intenzity (Sousa 1984; Perry 1994). Mimoto přirozená narušení, jako jsou laviny v horách, mají často podstatný vliv na obnovu diversity rostlinných společenstev a celých ekosystémů (Perry 1994). V polohách nad hranicí lesa lze předpokládat výrazné narušení větrem, a to zejména dřevin. Povrch půdy, včetně vegetace pak bývá na svazích silně narušován lavinami (Jeník 1961; Daly 1984).

V druhově chudých porostech kosodřeviny v subalpínských polohách studovaného svahu, v místech s nižší pokryvností dominant, tj. *Pinus mugo* a *Calamagrostis villosa*, se projevvalo větší zastoupení konkurenčně méně zdatných druhů, jako je *Sempervivum montanum*, *Crepis conyzifolia*, *Pulsatilla alpina* a *Viola lutea*. Jednou z příčin snížení pokryvnosti dominant je narušení jejich porostů sněhovými lavinami (srov. Jeník 1961; Arno et Hammerly 1985). Narušený půdní povrch umožňuje ecesi konkurenčně slabších druhů. Tento fenomén byl pozorován především v porostech na lavinové dráze, zachycených snímky 10, 14 a 16 (tab. 2, obr. 1). Se stoupající nadmořskou výškou se také snižovala průměrná hloubka půdního horizontu (srov. Grace 1989). Tento limitující faktor dále přispívá k výskytu specializovaných druhů rostlin, které jsou schopny získat dostatečné množství živin z chudého a mělkého půdního horizontu (např. *Juncus trifidus* a *Calamagrostis villosa*). Vedle neúživného podloží (rula), jsou nepříznivé živinné poměry v půdě zvyšovány tvorbou surového humusu z těžko rozložitelného opadu *Pinus mugo*, *Picea abies*, *Vaccinium myrtillus* apod. (Kuoch et Schweingruber 1975).

Druhem bylinného patra vykazujícím i v těchto podmínkách silnou dominanci je *Calamagrostis villosa*. Zejména na volných plochách nad hranicí lesa vykazuje až stoprocentní pokrývnost (tab. 2). Její konkurenční schopnost se zvyšuje právě na kyselých a středně vlhkých půdách nezastíněných stanovišť (Pyšek 1993). *Calamagrostis villosa* redukuje jak množství, tak celkovou biomasu jiných druhů. Silnější negativní vliv na výskyt dalších druhů má její opad, více než živá nadzemní biomasa (Pyšek 1990). Především její schopnost vegetativního šíření a tvorba rozsáhlého oddenkového systému jí umožňuje na druhotně odlesněných stanovištích vytváření dlouhodobě blokovaných sukcesních stádií (Pyšek 1993). Nízká druhová diverzita porostů s dominancí *Pinus mugo* a *Calamagrostis villosa* potvrdila hypotézu Wilsona et al. (1990), že druhová diverzita klesá při navzájem se zesilujících vlivech více faktorů prostředí (výškový fenomen, konkurence o zdroje, disturbance v případě studovaného svahu); tento pokles se projevuje zvláště poté, co se některé druhy silněji adaptují na limitující faktory (*Calamagrostis villosa*) a stávají se silnými konkurenty.

Druhová a prostorová struktura vegetace je mimo uvedené faktory ovlivněna i průměrnou výškou sněhové pokrývky, která se snižuje se stoupající nadmořskou výškou. Význam různé mocnosti sněhové pokrývky na rozšíření odlišných vegetačních typů dokumentovala Klimešová (1993) výskytem různých typů smilkových porostů podmíněných různou hloubkou sněhu a délkou doby jarního tání sněhové pokrývky.

(3) Hranice mezi vegetačními typy mohou být podél gradientu nadmořské výšky ostré, většinou jsou však pozvolné a tvoří široké ekotony. Beals (1969) spojuje existenci ostrých přechodů mezi populacemi dominantních rostlin ve vyšších nadmořských výškách s rychlými změnami abiotických podmínek. To má za následek vytváření ostrých přechodů mezi populacemi a společenstvy (obr. 3). Příkladem jsou křivky výskytu dominantních druhů podél studovaného výškového gradientu. Dokumentují rozdělení vegetačního gradientu studovaného svahu na tři výrazné části odpovídající třem typům horské vegetace - les (bukové a smrkové porosty), subalpínské křoviny (porosty kleče) a alpínské louky (obr. 6). V rámci fytoecologického systému lze tato společenstva zařadit do svazů *Luzulo-Fagion*, *Vaccinio-Piceion*, *Pinion mugii* a *Calagrostion villosae*. Na vrcholu Velkého Gápeře se maloplošně vyskytují alpínské trávníky svazu *Juncion trifidi* (Moravec et al. 1983, Michalko et al. 1986). Horní hranice rozvolněného lesa (stromová hranice), tedy nikoliv souvislého zapojeného lesa, byla určena v nadmořské výšce 1510 m. Sillinger (1933) stanovil přirozenou horní hranici lesa východního svahu Velkého Gápeře na 1530 m n. m.. Průběh přirozené horní hranice lesa je podmíněn mnoha faktory, z nichž nejdůležitější jsou teplota, větrné proudění a orientace

svahů ke světovým stranám. Nepřímo působí mohutnost pohoří; velká pohoří mají v létě vyšší průměrnou teplotu, čímž se zlepšují růstové podmínky pro les a jeho hranice se zvyšuje (Sillinger 1933). Velmi časté jsou případy snížení lesní hranice způsobené buď lokálně-klimatickými faktory (např. laviny, inverze), edaficky nebo činností člověka (Sillinger 1933). Především rozšiřování pastvin vedlo k umělému snižování horní hranice lesa. Výskyt stávaníšť pasených zvířat dokumentují mnohdy rozsáhlé porosty *Rumex alpinus*.

(4) V lesních porostech studovaného svahu se vliv stoupající nadmořské výšky projevuje zejména postupným snižováním výšky stromů a zvyšováním hustoty kmenů na ploše (srov. Šrůtek et Lepš 1994). Ve vyšších nadmořských výškách dochází ke změnám tvaru kmenů a korun stromů (výskyt vlajkových forem korun *Picea abies* na horní hranici lesa), mění se zastoupení životních a růstových forem jak dřevin, tak trav a bylin (výskyt *Pinus mugo* v subalpnském stupni, poléhavých a polštářovitých růstových forem druhů alpských trávníků - např. *Juncus trifidus*, *Campanula alpina*) (srov. Plesník 73; Yoshino 1973; Daly 1984). Je obecně známo, že hlavní příčinou uvedených změn vegetace podél nadmořské výšky je především snižování průměrné roční teploty a zvyšování srážek se stoupající nadmořskou výškou (Perry 1994).

#### Poděkování

Děkuji RNDr. Miroslavu Šrůtkovi za odborné vedení a cenné rady nejen při vypracování této bakalářské práce i všem ostatním, kteří mi pomáhali dovést práci až do konce.

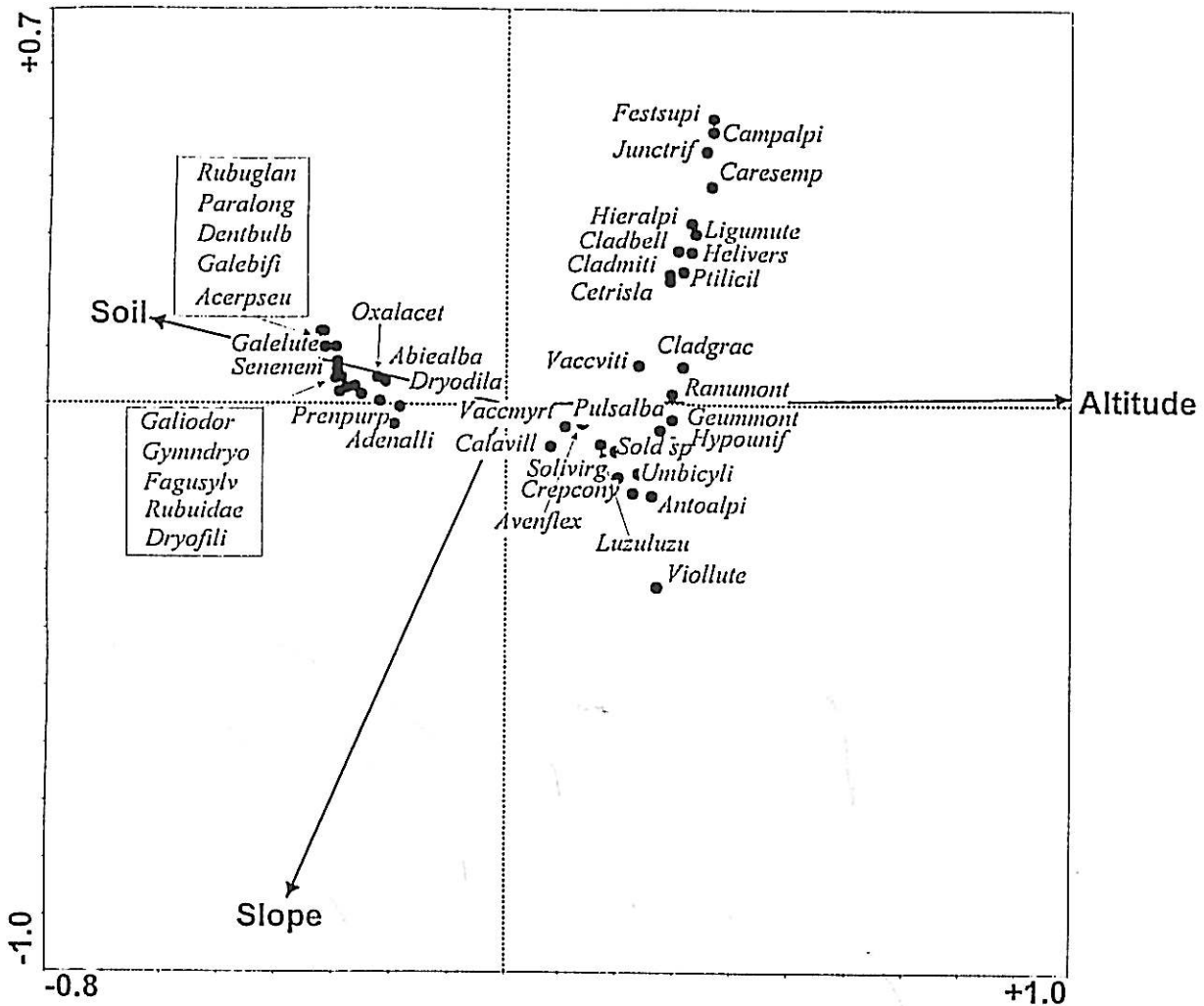
## Literatura

- Anonymus (1972): Slovensko - Príroda. - Obzor, Bratislava, 920 pp.
- Anonymus (1988): Prehľad mapových listů: Lesný hospodársky celok Ďumbier. - Ms. [depon. In: LZ Čierny Balog].
- Arno S.F. et Hammerly R.P. (1985): Timberline. Mountain and arctic forest frontiers. - The Mountaineers, Seattle, 304 pp.
- Beals E. W. (1969): Vegetational change along altitudinal gradients. - *Sciencia* 165: 981-985.
- Braun-Blanquet J. (1964): Pflanzensozologie. Springer-Verlag, Berlin.
- Daly C. (1984): Snow distribution patterns in the alpine krummholz zone. *Progress in Physical Geography*, 8: 157-175.
- Dostál J. (1958): Klíč k úplné květeně ČSR. - ČAV, Praha, 982 pp.
- Ellenberg H. (1988): Vegetation ecology of Central Europe. - Cambridge Univ. Press, Cambridge, 731 pp.
- Fajmonová E. (1978): K syntaxonómii spoločenstiev radu Athyrio-Piceetalia Hadač 62 v Západných Karpatoch. - *Biológia*, 33: 551-563.
- Fajmonová E. (1982): Spoločenstvá podsväzu Aceri-Fagion v Západných Karpatoch. - *Preslia*, 54: 259-269.
- Grace J. (1989): Tree lines. - *Philosophical Transactions of Royal Society of London, Ser.B*, 324: 233-245.
- Grozdeckij N.A. et Golubčikov J.N. (1987): Gory. - Mysl, Moskva, 400 pp.
- Hančinský J. (1972): Prehľad lesných typov. SAV, Bratislava.
- Hawksworth D. L. (1992): The lichen flora of Great Britain and Ireland. - The British lichen society, London.
- Hejný S. et Slavík B. (eds)(1988): Květena ČSR 1. - Academia, Praha, 559 pp.
- Hill M. O. (1979): TWINSPAN: A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca.
- Holý D. (1973): Hodnotenie klimatických pomerov Nízkých Tater. - Jasna, 128 pp.
- Ives J.D. et Barry R.G. (eds)(1974): Arctic and alpine environments. - Methuen & Co., London, 999 pp.
- Jeník J. (1961): Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Sněžníků a Hrubého Jeseníku. - Nakladatelství ČSAV, Praha, 412 pp.
- Jeslík R. (1970): Květena alpínských holí Nízkých Tater v západní části. - Ms. [Dipl. Pr.; Depon in: přírod. Fak. UK Praha] (511 pp.)
- Kuoch R. et Schweingruber F. (1975): Baumarten an der alpinen Waldgrenze in der Schweiz. - *Schweiz. Z. f. Forstw.*, 126(1): 13-40.
- Klika J. (1935): Příspěvek k floristickému poznání Liptovských holí, Nízkých Tater a Velké Fatry. - *Věda přír.*, 16: 285, 286.
- Klimešová J. (1993): Rostlinná společenstva se smilkou tuhou (*Nardus stricta*) v Hrubém Jeseníku. Vztah mezi smilkovými porosty a sněhovou pokrývkou. - *Preslia*, Praha, 65: 63-75.
- Körner Ch., Neumayer M., Menendez-Riedl P. S., Smeets-Scheel A. (1989): Functional morphology of Mountain Plants. - *Flora*, 182: 353-383.
- Konôpka J. (1978): Optimálná a krajná hranica rastových vlastností stromov smreka z hľadiska odolnosti lesných porastov proti vetru v oblasti Nízkých Tatier. - *Ved. Pr. Výsk.*



- Úst. Lesn. Hosp. Zvolen, 26: 13-41.
- Lepš J., Prach K. et Slavíková J. (1985): Vegetation analysis along the elevation gradient in the Nízke Tatry Mountains (Central Slovakia). - *Preslia*, 57: 299-312.
- Louček D. (1954): Geomorfologie velehorské oblasti Královy Holy v Nízkých Tatrách - *Rozpr. Čs. Akad. Věd, Praha, ser. MPV*, 64/8: 1-19.
- Louček D. (1956): Ďumbírský velehorský kras. - *Rozpr. Čs. Akad. Věd, Praha, ser. MPV*, 66/3: 1-46.
- Michalko J., Berta J. et Magič D. (1986): Geobotanická mapa ČSSR. Slovenská socialistická republika. Textová část. - Veda, Bratislava, 167 pp.
- Milan L. (1985): Výsledok pokusného ochranného zalesňovania hornej hranice lesa na Veľkom Boku. - *Lesn. Čas.*, 31: 431-447.
- Moravec J. et al. (1983): Rostlinná společenstva České socialistické republiky a jejich ohrožení. - *Severočes. Přír., Příloha 1983/1*: 1-129.
- Ohsawa M. (1984): Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji. - *Vegetatio*, 57: 15-52.
- Perry D.A. (1994): Forests ecosystems. - The John Hopkins Univ. Press, Baltimore, 649 pp.
- Pielou E.C. (1977): Mathematical ecology. - J. Wiley, New York, 385 pp.
- Pilous Z. et Duda J. (1960): Klíč k určování mechorostů. - ČAV, Praha.
- Piskun B. (1969): Otázky hornej hranice lesa v Nízkých Tatrách. - *Les*, 25: 201-205.
- Plesník P. (1973): Some problems of the timberline in the rocky mountains compared with central Europe. - *Arctic and Alpine Research*, 3: 77-84.
- Pyšek P. (1990): The influence of *Calamagrostis villosa* on the species diversity of deforested sites in the Krušné hory Mts. - *Preslia*, 62: 323-325.
- Pyšek P. (1993): What do we know about *Calamagrostis villosa*? - A review of the species behaviour in secondary habitats. - *Preslia*, 65: 1-20.
- Randuška D. (1975): Fytocenologický a ekologický výskum spoločenstiev Nízkých Tatier. 1.-2. - Záver. Spr. Výsk. [depon in: *Kat. Bot. A Fytocenol. VŠLD Zvolen*].
- Randuška D. (1976): O problematike hornej hranice lesa a pásma kosodreviny na južnej strane Nízkých Tatier. - *Zborn. Ved. Pr. Lesn. Fak. Vys. Šk. Lesn. Drev. Zvolen*, 18: 25-38.
- Randuška D. (1979): Rekonstruktion der oberen Waldgrenze und der Latsche in Gebirge Nízke Tatry. - *Zborn. Ved. Pr. Lesn. Fak. Vys. Šk. Lesn. Drev. Zvolen*, 22(1978): 35-46.
- Roubal J. (1922): Ďumbier s Malými Tatrami - naiprirodzenejšia rezervácia. - *Krása našeho Domova*, 14: 106, 107
- Seko L. (1974): Vplyv geografických činiteľov na hornú hranicu kosodreviny v oblasti Ďumbiera. - *Zborn. Pedag. Fak. Univ. Komen. Trnava*, 7: 41-59.
- Sillinger P. (1931a): Reliktné ostrovy teplomilné vegetace v Nízkých Tatrách. Příspěvek k otázce významu a původu teplomilných prvků ve vegetaci středních Karpat. - *Preslia*, 10: 156-166.
- Sillinger P. (1931b): Festucetum carpaticeae v Nízkých Tatrách ve srovnání s analogickou asociací v jiných částech oblasti západokarpatské. - *Rozpr. 2. Tř. Čes. Akad.*, 41: 1-21.
- Sillinger P. (1933): Monografická studie o vegetaci Nízkých Tater. - Praha, 339 pp.
- za J. (1935): Lišejníky Nízkých Tater (Slovensko). - *Sborn. Muz. Slov. Spoloč.*, 29: 138-176.
- Sousa W. P. (1984): The role of disturbance in natural communities. - *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 15: 353-392.
- Suza J. (1935): Lišejníky Nízkých Tater (Slovensko). - *Sborn. muz. slov. Spoloč.*, 29: 138-176.
- Šmilauer P. (1992): CANODRAW user guide ver. 3.0. Microcomputer Power, Ithaca, NY.

- Šrůtek M. et Lepš. J. (1994): Variation in structure of *Larix olgensis* stands along altitudinal gradient on Paektu-san, Changbai-shan, North Korea. - *Arc. Alp. Research*, 26: 166-173.
- Šrůtek M., Et Kolbek J. (1994): Vegetation structure along the altitudinal gradient at the treeline of Mount Paektu, North Korea. - *Ecol. Research*, 9: 303-310.
- Ter Braak C.J.F. (1987a) The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.
- Ter Braak C.J.F. (1987b) CANOCO-a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial][detrended][canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Technical Report LWA-88-02, Agricultural Mathematics Group, Wageningen.
- Vacek S. (1979): Analýza prostorové a věkové struktury autochtonní smrčiny na Krkonoších. - Opočno.
- Van der Maarel E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. - *Vegetatio*, 39: 97-114.
- Volkmar W. (1980): Flechtenflora. - Eugen Ulmer GmbH & COMP., Stuttgart.
- Vološčuk I. (1985): Lesné spoločenstvá štátnej prírodnej rezervácie Ohnište. - *Ochr. Prír.*, 6: 295-314.
- Walter H. (1983): Vegetation of the earth and ecological systems of the geo-biosphere. - Springer-Verlag, Berlin, 320 pp.
- Whittaker R.H. (1975): *Communities and ecosystems*. 2nd edition. - Macmillan Publ., New York, 387 pp.
- Wilson J. B., Lee W. G. et Mark A. F. (1990): Species diversity in relation to ultramafic substrate and to altitude in southwestern New Zealand. - *Vegetatio* 86: 15-20.
- Yoshino M. M. (1973): Wind-shaped trees in the subalpine zone in Japan. *Arctic and Alpine Research*, 5: A115-A126.
- Zátkalík F. (1979): Vplyv reliéfu a orografie pohoria na charakter a diferenciaciu lesnej pokrývky v západnej časti Nízkých Tatier. - *Geogr. Čas. SAV*, 31: 280-296.



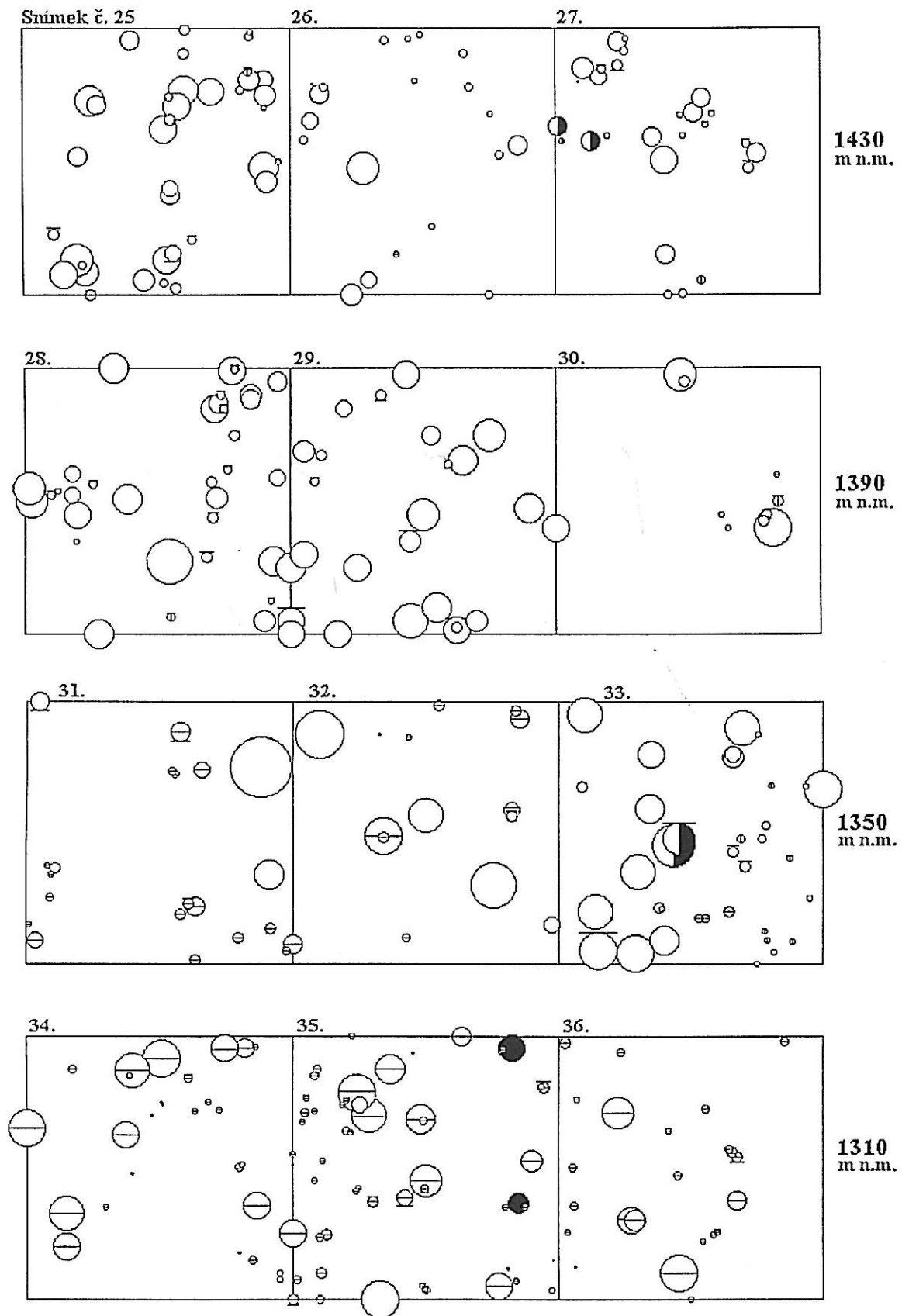
**Obr. 5.** Ordinační diagram analýzy 2a (Tab. 1). Ordinance vybraných druhů. *Rubuglan*: *Rubus ser. glandulosii*, *Paralong*: *Paraleucobryum longifolium*, *Dentabulb*: *Dentaria bulbifera*, *Galebifi*: *Galeopsis bifida*, *Acerpseu*: *Acer pseudoplatanus*, *Galealute*: *Galeobdolon luteum*, *Senenem*: *Senecio nemorensis*, *Oxalacet*: *Oxalis acetosella*, *Abiealba*: *Abies alba*, *Prenpurp*: *Prenanthes purpurea*, *Galiodor*: *Galium odoratum*, *Gymndryo*: *Gymnocarpium dryopteris*, *Fagusylv*: *Fagus sylvatica*, *Rubuidae*: *Rubus idaeus*, *Dryofili*: *Dryopteris filix-mas*, *Adenalli*: *Adenostyles alliariae*, *Dryodila*: *Dryopteris dilatata*, *Vaccmyrt*: *Vaccinium myrtillus*, *Pulsalba*: *Pulsatilla alba*, *Calavill*: *Calamagrostis villosa*, *Solivirg*: *Solidago virgaurea*, *Crepcony*: *Crepis conyzifolia*, *Avenflex*: *Avenella flexuosa*, *Luzuluzu*: *Luzula luzuloides*, *Viollute*: *Viola lutea*, *Antoalpi*: *Antoxanthum alpinum*, *Umbicyli*: *Umbilicaria cylindrica*, *Sold sp*: *Soldanella sp.*, *Hypounif*: *Hypochoeris uniflora*, *Geummont*: *Geum montanum*, *Ranumont*: *Ranunculus montanus*, *Vaccviti*: *Vaccinium vitis-idea*, *Cladgrac*: *Cladonia gracilis*, *Cetrsla*: *Cetraria islandica*, *Ptilicil*: *Ptilidium ciliare*, *Cladmiti*: *Cladonia mitis*, *Helivers*: *Helictotrichon versicolor*, *Cladbell*: *Cladonia bellidiflora*, *Ligumute*: *Ligusticum mutellina*, *Hieralpi*: *Hieracium alpinum*, *Caresemp*: *Carex sempervirens*, *Junctrif*: *Juncus trifidus*, *Campalpi*: *Campanula alpina*, *Festsupi*: *Festuca supina*.

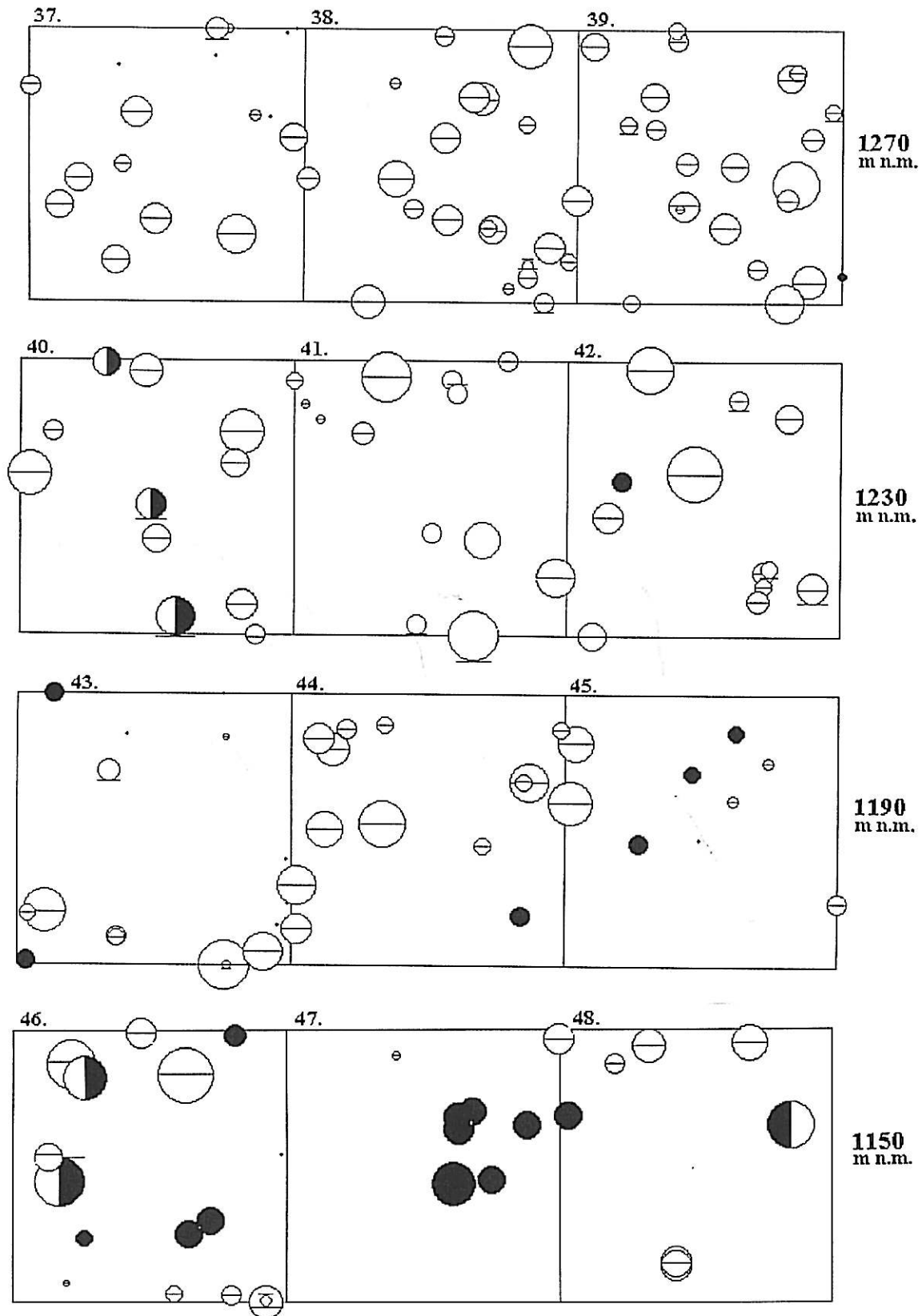
Tab. 3. Biometrické charakteristiky stromů ze 24 snímků velikosti 400m<sup>2</sup>.

Kmeny ≥ 2 m výšky										
Snímek č.	Nadm. výška	Hustota (400 m <sup>2</sup> )		DBH (cm) <sup>1)</sup>		Maximální	Průměrná <sup>1)</sup>		Výčetní <sup>1)</sup>	
		živých	mrtvých	průměr ± S.D.	maximum	stromová výška (m)	výčetní plocha (m <sup>2</sup> ·kmen <sup>-1</sup> )	plocha (m <sup>2</sup> )	(%)	
25	1430	32	5	26 ± 12	50	28	0.065	2.071	0.518	
26	1430	19	0	17 ± 11	49	32	0.031	0.065	0.016	
27	1430	18	8	22 ± 9	40	26	0.044	0.794	0.199	
28	1390	24	11	34 ± 12	65	40	0.103	2.477	0.619	
29	1390	18	15	36 ± 9	52	34	0.107	1.932	0.483	
30	1390	8	1	24 ± 18	57	37	0.071	0.572	0.143	
31	1350	17	14	24 ± 18	91	38	0.073	1.237	0.309	
32	1350	13	1	31 ± 26	74	36	0.117	1.517	0.379	
33	1350	27	8	30 ± 20	63	36	0.1	2.706	0.677	
34	1310	26	3	21 ± 19	58	38	0.064	1.673	0.418	
35	1310	39	13	20 ± 16	59	41	0.05	1.953	0.488	
36	1310	19	14	19 ± 14	55	40	0.045	0.848	0.212	
37	1270	16	1	25 ± 17	59	44	0.072	1.156	0.289	
38	1270	18	3	36 ± 13	64	41	0.117	2.105	0.526	
39	1270	21	2	35 ± 13	68	42	0.11	2.317	0.579	
40	1230	10	2	40 ± 13	60	49	0.138	1.381	0.345	
41	1230	9	3	37 ± 19	73	51	0.135	1.214	0.304	
42	1230	9	3	39 ± 21	79	58	0.154	1.390	0.348	
43	1190	14	2	25 ± 23	45	51	0.088	1.227	0.307	
44	1190	14	0	37 ± 18	60	46	0.131	1.848	0.462	
45	1190	9	0	30 ± 18	65	49	0.09	0.813	0.203	
46	1150	14	2	38 ± 21	71	63	0.147	2.063	0.515	
47	1150	8	0	38 ± 13	62	49	0.129	1.033	0.258	
48	1150	7	0	46 ± 11	68	61	0.178	1.245	0.311	
Snímek č.	Picea abies		Sorbus aucuparia		Fagus sylvatica		Abies alba		Acer pseudoplatanus	
	HK	V	HK	VP	HK	VP	HK	VP	HK	VP
25	32	2.071	—	—	—	—	—	—	—	—
26	18	0.569	—	—	1	0.007	—	—	—	—
27	17	0.674	1	0.008	—	—	2	0.112	—	—
28	24	2.477	—	—	—	—	—	—	—	—
29	18	1.932	—	—	—	—	—	—	—	—
30	7	0.566	—	—	1	0.006	—	—	—	—
31	3	0.816	—	—	14	0.441	—	—	—	—
32	4	1.045	—	—	9	0.472	—	—	—	—
33	18	2.312	5	0.035	3	0.05	1	0.309	—	—
34	—	—	—	—	26	1.674	—	—	—	—
35	3	0.309	—	—	34	1.644	—	—	—	—
36	—	—	—	—	19	0.848	—	—	—	—
37	—	—	—	—	16	1.156	—	—	—	—
38	—	—	—	—	18	2.105	—	—	—	—
39	—	—	—	—	20	1.949	—	—	1	0.011
40	—	—	—	—	9	1.26	1	0.122	—	—
41	3	0.394	—	—	6	0.821	—	—	—	—
42	—	—	—	—	8	1.327	1	0.063	—	—
43	—	—	—	—	12	1.098	2	0.129	—	—
44	—	—	—	—	13	1.793	1	0.055	—	—
45	—	—	—	—	6	0.665	3	0.147	—	—
46	—	—	—	—	9	1.4	4	0.357	1	0.306
47	—	—	—	—	2	0.155	6	0.877	—	—
48	—	—	—	—	5	0.784	1	0.1	1	0.361

Symbols: DBH = průměr kmene ve výčetní výšce 1.3 m; HK = hustota živých kmenů; VK = výčetní plocha živých kmenů (m<sup>2</sup>· snímek<sup>-1</sup>); <sup>1)</sup> Bez mrtvých kmenů.

Obr. 8. Kruhová výčetní plocha kmenů na snímcích č. 25 - 48. Plocha každého snímku byla 20 x 20 m.





**Průměrové třídy (cm):**

- 5.1 - 10   ○ 10.1 - 15   ○ 15.1 - 20   ○ 20.1 - 25   ○ 25.1 - 30   ○ 30.1 - 35
- 35.1 - 40   ○ 40.1 - 45   ○ 45.1 - 50   ○ 50.1 - 55   ○ 55.1 - 60
- 60.1 - 65   ○ 65.1 - 70   ○ 71.1 - 75   ○ 80.1 - 85

**Symbols:**

- *Picea abies*   ○ *Fagus sylvatica*   ● *Abies alba*   ○ *Sorbus aucuparia*
- *Acer pseudoplatanus*   ○ živý   ○ suchý   ○ komín



