

Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích



*Analýza vegetace a růstu dřevin na gradientech
nadmořské výšky a zeměpisné šířky ve smíšených
doubravách jižní části Korejského poloostrova*

Jan Altman

Bakalářská práce 2007

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Doležal, PhD.



bakalářská práce v nezkrácené podobě

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

9.5. 2007 v Českých Budějovicích

.....
Jan Altman

Bakalářská práce

Altman J (2007) Analýza vegetace a růstu dřevin na gradientech nadmořské výšky a zeměpisné šířky ve smíšených doubravách jižní části Korejského poloostrova. [Vegetation and tree growth analysis along altitudinal and latitudinal gradients in mixed-oak forests in mountain ecosystems of southern part of Korean peninsula]. - 49 pp., Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

ANNOTATION

This study deals with the altitudinal and latitudinal changes in mountain-temperate vegetation of mixed-oak (*Quercus mongolica*) forests in southern part of Korean Peninsula. 108 forest relevés containing 283 vascular plant species were described at elevations from cca 400-1500 m in four mountains from Seorak Mts. (38°N, 1708 m a.s.l.) to Mt. Halla (33°N, 1950 m a.s.l.). Vascular plants were identified to species, and their total cover and covers of individual species in herb (< 1 m), shrub (1 - 5 m) and tree (> 5 m) layers estimated using Braun-Blanquet scale. Both classification and ordination methods (TWINSPAN cluster analysis and Detrended and Canonical Correspondence Analyses) were used to analyze the variability in plant species composition and species-environment relationships. Redundancy analysis was used to analyze the variability in Raunkiaer life-form spectra in forest vegetation along the main gradients. Linear regressions were used to relate the species richness and diversity values to environmental variables. Finally, tree growth pattern in stem diameter (radial growth) was analyzed based on tree-ring data in major woody species co-occurring in two contrasting forest communities.

Obsah

1. Úvod	1
2. Studované území	5
3. Metodika	7
3.1 Sběr dat	7
3.2 Analýza dat	8
4. Výsledky	10
4.1 Klasifikace vegetace	10
4.2 Vegetační analýza	14
4.3 Analýzy letokruhových dat	25
5. Diskuze	32
5.1 Flóra	32
5.2 Klasifikace vegetace	34
5.3 Vegetační analýza	36
5.4 Analýzy letokruhových dat	38
5.5 Návrh managementu studovaných lesů	40
6. Závěr	41
7. Poděkování	42
8. Literatura	43
Přílohy	

1. Úvod

Horské ekosystémy jsou typické velkou rozmanitostí, jak v druhové skladbě, tak v různorodosti společenstev. Oproti jiným ekosystémům se zde na relativně malém území vyskytuje značné množství rostlinných společenstev (Oliver & Larson 1990, Peterken 1996). Toto rozložení je dáno několika typickými faktory pro pohoří. Zejména je to vliv změn nadmořské výšky, orientace svahu k různým světovým stranám a sklonu svahu (Perry 1994). Dalšími neméně důležitými podmínkami, které ovlivňují strukturu v rámci všech ekosystémů, jsou např. dostupnost živin, vody, množství světelného záření nebo teplota (Pausas & Austin 2001). Všeobecně se ekologové zkoumající rostlinná společenstva zabývají modely druhové odpovědi na gradienty prostředí (např. Whittaker 1972, Grime 1979, Tilman 1988, Wisheu & Keddy 1989, Callaway 1998, Šrůtek & Lepš 1994, Doležal & Šrůtek 2002, Wang et al.) a směřují ke zvolení spojitého přístupu k vegetaci s předpokladem neustálých změn ve skladbě společenstva (Austin 1985, 1999).

Často dokumentovaným ekologickým modelem je vztah mezi druhovou bohatostí a měnící se nadmořskou výškou. Objevují se dva hlavní typy tohoto modelu: 1) druhová početnost klesá s rostoucí nadmořskou výškou (MacArthur 1972, Stevens 1992) nebo 2) nelineární (humped-shaped) vztah s vrcholem bohatosti ve středních výškách (Rahbek 1995). Oba typy byly dokumentovány v rozmanitých biotopech a taxonech (Stevens 1992, Brown 1995, Rahbek 1995, Rosenzweig 1995, Brown & Lomolino 1998) a někteří autoři poukazují na možnost, že vrchol druhové početnosti ve středních nadmořských výškách je více běžný (Rahbek 1995, Colwell & Less 2000). První model se vysvětluje pozitivní korelací mezi nadmořskou výškou a výškovým rozpětím druhu (Sanders 2002). Nazývá se Rapoportovo pravidlo (Stevens 1992) a předpokládá, že klima ve vyšších nadmořských výškách je více proměnlivé, a tak druhy z vyšších poloh mohou tolerovat větší variabilitu, a proto mají větší výškový rozsah. Druhová bohatost je vyšší v nižších nadmořských výškách z důvodu blízkosti sousedství jednotlivých jádrových areálů pro druhy nižších poloh, ale tyto druhy nemohou setrvat na výše položených místech. Výsledkem tedy je, že druhová pestrost klesá se stoupající nadmořskou výškou. Tento model byl dokumentován u mnoha skupin organismů (Terborgh 1977, Fleishman et al. 1998, Stevens 1992). Druhý model má více možností vysvětlení. Tradiční výklad se zaměřuje na spojení druhové bohatosti a nadmořské výšky skrze produktivitu (Preston 1962, Rosenzweig & Abramsky 1993). Dalším možným vysvětlením tohoto modelu rozložení druhové diverzity je vliv velikosti areálu (Rahbek

1997). A třetím výkladem je, že vrchol druhové diverzity ve středních výškách je způsoben vzrůstajícím překrýváním rozpětí druhů směrem k vrcholu bohatosti nacházejícím se uprostřed, protože rozsah výškového rozpětí druhů je omezený nejvyššími a nejnižšími možnými výškami (Colwell & Hurtt 1994).

Dalším, v literatuře často zmiňovaným, gradientem ovlivňujícím druhovou bohatost je zeměpisná šířka (Fischer 1960, Stevens 1989, 1992, Ohsawa 1990, 1995). Existuje mnoho vysvětlení pro vztah mezi zeměpisnou šířkou a druhovou bohatostí (jako např. historie, predační rychlost, rozdílnost v produktivitě, atd.) aplikovatelných na výškový gradient stejně dobře jako na zeměpisnou šířku; zřídka je účinek změn nadmořské výšky vzat v úvahu rozdílně od změn zeměpisné šířky, přinejmenším co se týče druhové bohatosti (Stevens 1992). Výjimkou je použití principů ostrovní biogeografie na výškový gradient (MacArthur 1972). Také pro gradient zeměpisné šířky opět platí Rapoportovo pravidlo (Rapoport 1982, Stevens 1989), respektive odsud bylo přejato i pro vysvětlení modelů druhové diverzity na gradientu nadmořské výšky.

Změny vegetace a druhové bohatosti rostlin na hlavních gradientech prostředí jsou tradičně studovány v rostlinné ekologii. Avšak na některých místech stále schází podrobnější ekologický výzkum. Tato situace se týká i území, kterým se zabývám v této práci. Jejím cílem je analýza vegetačních změn na gradientech nadmořské výšky a zeměpisné šířky ve smíšených doubravách jižní části Korejského poloostrova. Většina prací z cílové oblasti se věnuje popisnému studiu flóry a vegetace (Song & Nakanishi 1985, Kim 1990, Kolbek et al. 1998, Krestov et al. 2006). Prací, zabývajících se ekologickým studiem vegetace, je stále málo (např. Chun et al. 2006, Yan & Shugart 2005). Navíc velká většina je publikována v korejštině. Některé recentní práce se týkají severní části Korejského poloostrova, kde několik expedic českých a slovenských botaniků studovalo vegetaci (Kolbek et al. 2003, Šrůtek et al. 2003a, Šrůtek & Lepš 1994).

Korejský poloostrov se nachází na východní hranici Euroasijského kontinentu. Je pokryt především opadavými listnatými lesy s převahou dubů jako *Quercus mongolica*, *Q. variabilis*, *Q. serrata*, *Q. acutissima*, společně s habry *Carpinus cordata*, *C. laxiflora*, *C. tschonoskii*, *Zelkova serrata* (aluvia řek) a *Fraxinus manshurica* (horská údolí). Většina přirozené vegetace byla degradována lidskou činností a často se vyskytujícími požáry především na jaře a na podzim. Korejský poloostrov náleží fyto geograficky do sino-japonské floristické oblasti (korejská flóra sdílí 63,6 % taxonů s japonskou flórou, Oh (1977), Ohwi (1978)). Klima na Korejském poloostrově je sušší a chladnější než na japonských ostrovech. Přesto je hlavním faktorem, určujícím rozmístění rostlin na poloostrově stejně jako na

japonských ostrovech, pravidelný výskyt monzunů. Vliv kontinentálního klimatu z asijského kontinentu je přesto značný, zvláště suché a chladné zimy, kterými se například vysvětluje absence druhů rodu *Fagus* na Korejském poloostrově. Během poslední doby ledové (15000-13000 před naším letopočtem) pokrývaly velkou část poloostrova modřínové lesy s *Larix gmelinii* a *L. olgensis*, společně s druhy rodů *Abies*, *Picea* a *Pinus koraiensis*. Tento boreální jehličnatý les byl nahrazen opadavým listnatým lesem s rody *Quercus*, *Acer*, *Ulmus* a *Fraxinus* přibližně 8000 př.n.l. (Kim 1980). Na Korejském poloostrově se nachází tři vegetační oblasti: 1) stálezelené neopadavé lesy, 2) opadavé listnaté lesy (mající největší rozšíření), a 3) subalpínské jehličnaté lesy. Fytocenologové rozlišují v rámci opadavých listnatých lesů tři zóny či typy lesních porostů: 1) *Pino koraiensis-Quercion mongolicae* s těžištěm rozšíření ve vyšších nadmořských výškách a severní části poloostrova, 2) *Lindero-Quercion mongolicae* ve středních (horských) polohách, a 3) *Callicarpo-Quercion serratae* v nižších polohách, který hraničí v jižní části poloostrova s neopadavými lesy *Camellietea japonicae*.

Z Korejského poloostrova existuje velmi málo prací zabývajících se strukturou a dynamikou lesních společenstev tvořících převážnou část vegetace daného území (Kolbek et al. 2003). Existující publikace se zaměřují spíše na vývoj sekundárních lesních porostů (často s dominancí *Pinus densiflora* a *Pinus koraiensis*) po požárech či těžbě dřeva (např. Lee & Hong 1998, Lee et al. 2004, Choung et al. 2004, Doležal et al. 2007), které v krajině, především v nižších polohách, převažují. Málo prací se týká původních druhově bohatých temperátních lesů. Zbytky původních porostů se dnes nacházejí pouze ve vyšších polohách horských oblastí jako je Seoraksan (nejvyšší vrchol Taechongbong 1708 m.n.m.), Jirisan (1915 m.n.m.) či Hallasan (1950 m.n.m.), kde spadají do chráněných území či národních parků. Jedná se o smíšené druhově bohaté porosty s dominancí dubů, především *Quercus mongolica* ve středních a vyšších polohách, a *Quercus serrata* v nižších polohách. K intenzivnímu narušení těchto porostů vlivem člověka docházelo především v období 1910-1945, během koloniální nadvlády Japonska, a dále v důsledku Korejské války v letech 1950-1953.

Součástí této práce je i analýza dvou lesních porostů ze dvou různých pohoří v jižní části Korejského poloostrova. Základem je analýza letokruhových dat. Pro zachycení dlouhodobého vývoje společenstva, zejména pokud studujeme změny proběhlé v minulosti, je vhodné využít analýzu letokruhových dat, která nám do jisté míry umožňuje popsat dynamiku lesa v minulosti na základě počtu a šířek letokruhů, tedy pomocí stárí stromů a jejich růstu (Schweingruber 1996). Dendrochronologická data se nejčastěji využívají ve studiích

v kombinaci s klimatickými údaji. Vlivem teplotních podmínek na růst se zabývá např. Krasowski et al. (1993), Yasue et al. (1996), MacDonald et al. (1998), ovlivnění růstu množstvím srážek se věnují např. Hughes (1989), Yasue et al. (1996). Na růst mají vliv i další faktory, např. vítr, živiny, osvětlení, antropogenní znečištění ovzduší či půdy (Schweingruber 1996). Další práce se zabývají změnou radiálního růstu na gradientu nadmořské výšky (Fritts et al. 1965, Norton 1984). Také byly provedeny studie srovnávající podobnost letokruhových dat v rámci geografických zón (Shove 1987, Feliksik 1993).

Hlavní cíle předkládané studie jsou:

- 1) Rozlišit jednotlivá rostlinná společenstva v rámci horských temperátních lesů.
- 2) Zjistit spektrum životních forem rostlin studovaného území a jejich změny na gradientech zeměpisné šířky a nadmořské výšky.
- 3) Změna druhové diverzity podél zvolených gradientů a co tyto změny způsobuje.
- 4) Vytvořit standardní chronologii radiálního růstu u vybraných druhů dřevin pomocí letokruhových dat.
- 5) Pokusit se o srovnání vytvořených standardních chronologií u vybraných druhů mezi dvěma horskými oblastmi.
- 6) Navrhnout management studovaných lesů.

2. Studované území

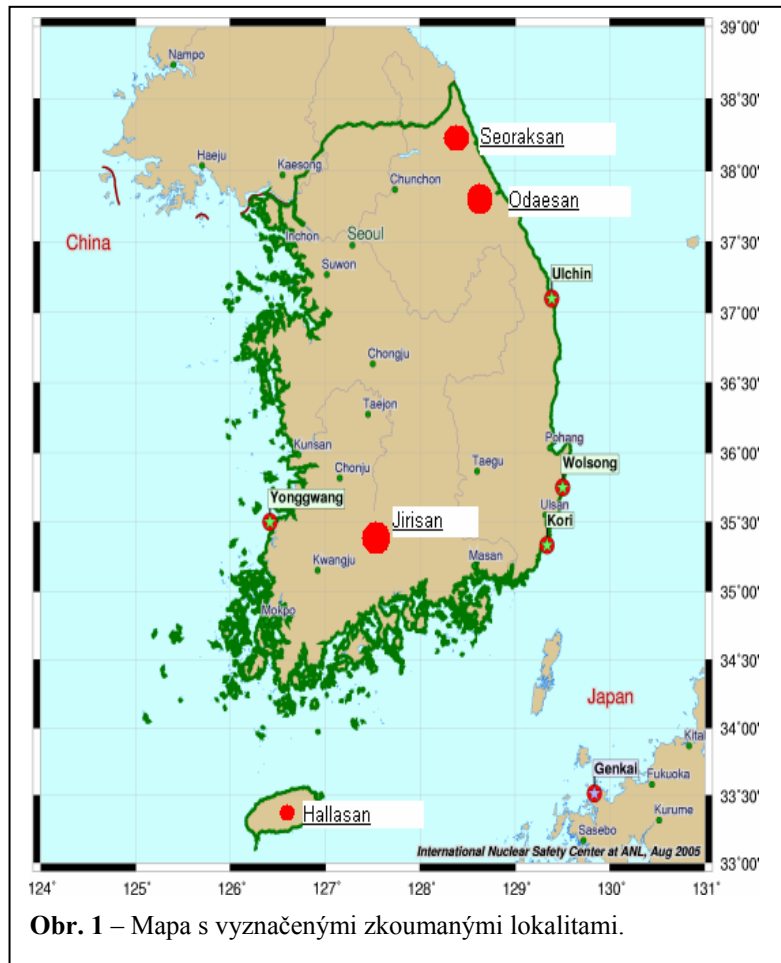
Studie probíhala ve východní části Euroasijského kontinentu, resp. v jižní části Korejského poloostrova v Jižní Koreji (37°00' S, 127°30' V). Výzkumné plochy byly situované ve čtyřech vybraných pohóřích, které jsou zároveň Národními parky (**Obr. 1**).

Hory pokrývají 70% plochy Jižní Koreje (Ministry of Home Affairs 1984). V lesích dominuje hnědá lesní půda, vzniklá přeměnou skal (granitová rula a nebo žula) v pozdním Archaeozoiku

(období před 3800 – 2500 milióny let) (Institute of Plant Environment 1971). Půdní reakce dosahuje hodnot pH od 5 do 5,7 a v půdě je poměrně nízká koncentrace Mg (Kim 1990, Dostálek et al. 1988).

Klima Korejského poloostrova (Korea Meteorological Service 1985) je do značné míry ovlivněno vzdušnými masami vznikajícími nad Sibiří v zimě a nad severní částí Tichého oceánu v létě. Srážky jsou koncentrovány do letního období, největší jsou v červenci a srpnu, malé srážky jsou v zimě. Roční srážky se zmenšují podél J-S gradientu. V jižní části se úhrn ročních srážek pohybuje mezi 1200 – 1400 mm, zatímco v centrální části to je „pouze“ 1000 – 1200 mm. Teploty dosahují 13 – 14°C a 10 – 12°C v průměru v jižním a centrálním regionu. Oblast opadavých listnatých lesů má průměrné roční teploty přibližně v rozmezí od 7 do 13°C a po 145 až 200 dní jsou teploty nad bodem mrazu. Klima je přechodného typu 'C' (středně teplé klima, temperátní zóna) a 'D' (málo teplé klima, chladná-temperátní zóna) (Köppen 1936). Podrobnější popis studované oblasti poskytuje Kolbek et al. (2003).

Nejj jižnější část studovaného území představuje ostrov Jeju-do s Národním parkem Hallasan (vyhaslá sopka vysoká 1950 m s poslední erupcí v roce 1007, Lautensach 1988).



Obr. 1 – Mapa s vyznačenými zkoumanými lokalitami.

Průměrné roční srážky za posledních 30 let na ostrově Jeju-do dosahují hodnot 2044 mm, přičemž na Hallasanu, tedy ve vyšších polohách, dosahují hodnot až 2766 mm. Ostrov je místem s nejčastějším výskytem tajfunů v Koreji (od roku 1940 do roku 1982 bylo zaznamenáno 110 případů). Průměrné teploty na pobřeží v Jeju city se pohybují od 15,2 do 15,9°C (http://nature.jeju.go.kr/emain/nature/e_contents_nat11.html). Nejsevernější část studovaného území představuje pohoří Seoraksan, kde se průměrné roční srážky pohybují okolo 1291 mm. Průměrná roční teplota byla 11,9°C. Údaje byly pořízeny v letech 1951-1980, Sogcho Meteorological Observatory (38°12' S, 128°36' V).

3. Metodika

3.1 Sběr dat

Práce je založena na trvalých plochách, vytyčených v průběhu let 2005 a 2006 ve čtyřech horských oblastech v Jižní Koreji. Plochy byly založeny na gradientu nadmořské výšky v rozmezí od 380 až do 1500 m. n. m. Základní informace k jednotlivým plochám uvádí **Tabulka 1** (viz. Příloha). GPS souřadnice byly měřeny přístrojem Garmin GPSMAP 76S, ke zjištění sklonu svahu byl použit sklonoměr a orientace svahu byla zaznamenávána přístrojem Haglöf Vertex III Hypsometer. Celkově bylo vytvořeno 31 trvalých ploch o velikosti 20 x 20 m. Každá **plocha** byla rozdělena na čtyři **podplochy** o velikosti 10 x 10 m, na kterých byly provedeny fytoecologické snímky. Pokryvnost pro jednotlivé druhy byla odhadována podle Braun-Blanquetovi stupnice: **r** (1 až 2 jedinci s nepatrnou pokryvností), **+** (pokryvnost pod 1 %), **I** (1 až 5 %), **2m** (kolem 5 %), **2a** (5 až 15 %), **2b** (15 až 25 %), **3** (25 až 50 %), **4** (50 až 75 %), **5** (75 až 100 %) (Braun-Blanquet 1964). K následnému statistickému vyhodnocení mnohorozměrnou analýzou byla Braun-Blanquetova stupnice převedena na devítičlennou stupnici (van der Maarel 1979). Fytoecologický snímek byl rozdělen na jednotlivá patra, tedy na bylinné (E1) - do 1 metru, keřové (E2) - 1 až 5 metrů a stromové (E3) – více jak 5 metrů, přičemž keře a stromy byly často zastoupeny ve více patrech. Dalším provedeným rozdělením rostlinných druhů je zařazení do příslušných životních forem podle Raunkiaerova systému (Raunkiaer 1934): **megafanerofyty**, **nanofanerofyty**, **micronanerofyty**, **chamaefyty**, **hemikryptofyty**, **terofyty**, **geofyty**, **epifyty** a **hydrofyty**. Příslušnost k dané životní formě byla převzata z práce Kim (2004). Dále byly přidány čtyři kategorie: **semenáčky stromů** (do 1 metru), **stromy keřového patra** (do 5 metrů), **semenáčky keřů** (do 1 metru) a **keře stromového patra** (nad 5 metrů).

Druhou částí práce je analýza radiálního růstu dřevin. Pro tyto účely byly vybrány dvě plochy, každá v jiném pohoří (Odaesan plocha č. 39 a Hallasan plocha č. 49). Plocha č. 39 (ca. 1130 m.n.m.) představuje smíšený jedlo-dubový porost s dominancí *Quercus mongolica* a *Abies hollophyla*. Plocha č. 49 (ca. 1350m.n.m.) představuje jedlo-dubový porost, tentokrát s *A. koreana*. Tyto dvě plochy byly vybrány, protože se jednalo o staré nenarušené porosty ve vyšších polohách, které byly dlouhodobě neovlivněné lidskou činností. Obě vykazovaly známky jak vertikální, tak horizontální heterogenity (přítomnost gapů, kde docházelo ke zmlazování porostů; přítomnost tlejícího dřeva). Odběr letokruhových vzorků byl prováděn u

všech jedinců na ploše, u kterých to bylo možné, tedy u nichž by nedošlo při odběru k výraznějšímu poškození. Odběr byl prováděn pomocí Presslerových přírůstkových nebozezů (Mora, Švédsko) o délkách: 20, 30 a 40 cm.

3.2 Analýza dat

Získané údaje o vegetaci byly zhodnoceny pomocí programu CANOCO (ter Braak 1990) a CANODRAW (Šmilauer 1992) pro zjištění ordinací na zvolených gradientech prostředí (postup podle Lepš & Šmilauer 2000) a pomocí programu TWINSpan (Hill 1979) za účely klasifikace rostlinných společenstev.

K odhadnutí druhové diverzity byly vybrány 3 indexy (Whittaker 1972): 1) druhová bohatost vyjádřena počtem zaznamenaných druhů, resp. se nejedná o skutečný počet přítomných druhů, ale o součet počtu druhů zaznamenaných v jednotlivých patrech

2) Shannonovým indexem diverzity $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ a 3) vyrovnaností (ekvitabilitou)

$$J = \frac{-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln S}.$$

Odebraná letokruhová data byla nalepena ve vodě rozpustným lepidlem Herkules do předem připravených lišt. Poté byla zbroušena na pásové brusce brusným papírem s hrubostí zrna 200. Pro přesnější a snazší konečné odečítání letokruhů byly následně některé vývrty seřezány žiletkou značky SOLINGEN a jednotlivé letokruhy zvýrazněny bílou křídou. U druhů, u nichž je hranice mezi jednotlivými letokruhy velmi špatně čitelná (*Acer pseudosieboldianum*, *Cornus kousa*), byly odebrané vzorky „zbroušeny“ velmi jemným brusným papírem o hrubosti zrna 400. U druhu *Acer pseudosieboldianum* byl navíc na vývrt nanesen 0,5% roztok toulidinové modře, používající se ke zvýraznění buněčných struktur. V některých případech došlo ke zvýraznění rozdílu mezi jednotlivými letokruhy. Následně byl vzorek opět „vyleštěn“ brusným papírem s hrubostí zrna 1000. Připravená letokruhová data byla analyzována na digitálním měřicím přístroji *L. KUTSCHENREITER Typ I*, pod stereomikroskopem značky ARSENAL. Tento měřicí přístroj odečítá šířky letokruhů s přesností na setinu milimetru. Údaje z přístroje byly zaznamenávány do programu DAS ve formátu *.rwl*. Poté byla data exportována do formátu Tuscon a importována do programu PAST32, kde byla data křížově zdatována a poté exportována do tabulkového formátu.

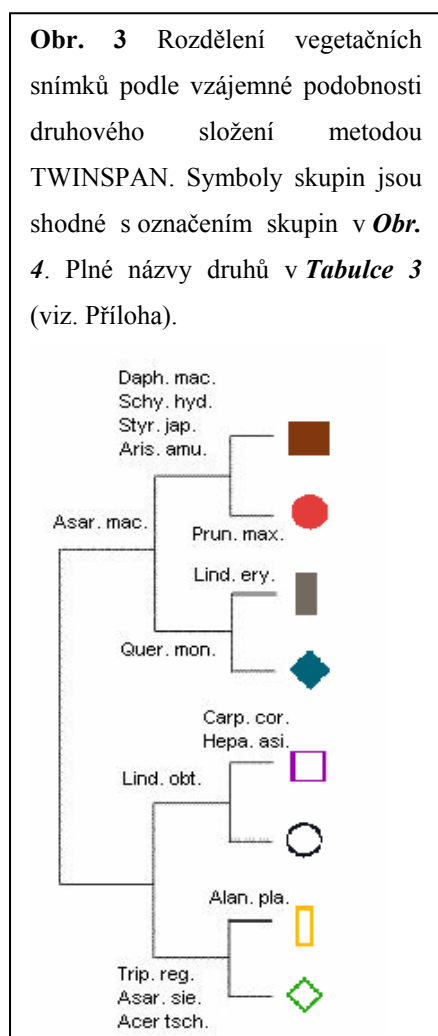
V programu Microsoft Excel 2003 byla pro každý druh (v rámci jedné plochy) spočtena průměrná délka letokruhu.

4. Výsledky

4.1 Klasifikace vegetace

Ve všech 108 snímcích jsme dohromady zaznamenali 283 druhů vyšších rostlin. Ve stromovém patře bylo 67 druhů, z toho 8 jehličnanů, v keřovém patře 99 druhů a v bylinném 268 (sečtením hodnot dostaneme výrazně vyšší hodnotu než 283, což je způsobeno tím, že se některé druhy vyskytovaly ve více patrech). Z celkového počtu zaznamenaných druhů jich bylo 19 endemických pro Korejský poloostrov, tedy 14,9 %. Nalezené druhy náležely do 70 čeledí. Mezi druhově nejbohatší čeledi zastoupené ve snímkovacím materiálu, který představuje reprezentativní vzorek smíšených horských doubrav, patří *Liliaceae* (20 druhů), *Asteraceae* (18), *Rosaceae* (17), *Aspidiaceae* (15), *Ranunculaceae* (12), *Caprifoliaceae* (12) a *Betulaceae* (12). Celkový přehled všech čeledí a v nich zaznamenaný počet druhů je zachycen na **Obr. 2** (viz. Příloha). Nejhojněji zaznamenané druhy ve snímcích byly *Acer*

Obr. 3 Rozdělení vegetačních snímků podle vzájemné podobnosti druhového složení metodou TWINSpan. Symboly skupin jsou shodné s označením skupin v **Obr. 4**. Plné názvy druhů v **Tabulce 3** (viz. Příloha).



pseudosieboldianum (v 99 snímcích), *Quercus mongolica* (80), *Tripterygium regelii* (63), *Rhododendron schlippenbachii* (50), *Ainsliaea acerifolia* (49) a *Sasa borealis* (42).

Rozdělení vegetace bylo provedeno podle vzájemné podobnosti fytoecologických snímků klasifikační metodou TWINSpan. Na základě tří klasifikačních kroků můžeme v daném souboru rozlišit 8 vegetačních jednotek. Na **Obr. 3** je ukázán výsledný dendrogram s diagnostickými druhy. **Obr. 4** je ordinační diagram DCA analýzy znázorňující podobnost mezi snímky. **Tabulka 2** (viz. Příloha) zachycuje „hlavní“ ekologické charakteristiky jednotlivých skupin. V **Tabulce 1** (viz. Příloha) je poznamenána příslušnost ploch k jednotlivým skupinám. Získaná společenstva se jednoznačně rozdělují na dvě skupiny; společenstva 1 - 4 se vyskytují na poloostrově a zbývající 4 jednotky pocházejí z ostrovního pohoří Hallasan. U každé skupiny je uveden průměrný počet druhů zaznamenaných v

snímku 10 x 10 m. Výsledná společenstva jsou tato:

1) *Abies holophylla* - *Quercus mongolica* - *Sasa borealis* - společenstvo vyskytující se v nadmořských výškách v rozmezí od 635 až do 1140 m.n.m. Tento typ můžeme nalézt v severní části zkoumaného území (pohoří Seoraksan a Odaesan). Diagnostickými druhy byly *Carpinus cordata* a *Hepatica asiatica*. Mezi hojné druhy patřily v bylinném patře *Ainsliaea acerifolia* (průměrná pokryvnost 2,9), *Tripterygium regelii* (2,2), *Acer tschonoskii* v. *tschonoskii* (1,6) a *Acer pseudosieboldianum* (1,6), v keřovém patře *Acer pseudosieboldianum* (3,1), *Rhododendron schlippenbachii* (3), *Magnolia sieboldii* (2,8), *Acer tschonoskii* v. *tschonoskii* (2,3) a ve stromovém patře *Carpinus cordata* (3,6), *Kalopanax pictus* (1,8) a *Tilia amurensis* (1,7). Tento typ společenstva byl poměrně druhově bohatý, průměrně se v něm nacházelo 40 druhů rostlin na ploše 10 x 10 m (zaznamenáno bylo min. 30 a max. 48 druhů). Průměrný počet zaznamenaných druhů v jednom snímku pro jednotlivá patra byl pro bylinné 27,8, pro keřové 8,7 a pro stromové 4,8. Tuto jednotku lze zařadit do svazu *Lindero-Quercion mongolicae* (Kim 1990) (**Foto 1, 2**).

2) *Abies nephrolepis* - *Quercus mongolica* - *Rhododendron schlippenbachii* - tato jednotka se nachází ve vyšších nadmořských výškách, konkrétně mezi 1070 až 1500 m.n.m. Společenstvo můžeme nalézt v horských oblastech celého poloostrova (Seoraksan, Odaesan a Jirisan). Jedná se o smíšený les, který se vykytuje mezi subalpínským jehličnatým lesem a temperátním opadavým lesem. Četnými druhy pro bylinné patro byly *Sasa borealis* (3), *Tripterygium regelii* (2,8), *Ainsliaea acerifolia* (2,8), *Carex siderosticta* (2,4), *Astilbe koreana* (1,4) a *Isodon excisus* (1,3), pro keřové *Acer pseudosieboldianum* (2,6), *Acer tschonoskii* v. *tschonoskii* (2,1) a *Tripterygium regelii* (2), pro stromové *Acer pseudosieboldianum* (2,3), *Pinus koraiensis* (1,5) a *Betula ermanii* (1,3). Druhová bohatost se pohybovala v průměru okolo 37 druhů, avšak byla zde velká variabilita (min. zaznamenáno 9 a max. 57 druhů). Počet druhů v jednotlivých patrech byl v bylinném 25,6, v keřovém 7,9 a ve stromovém 3,8. Tento smíšený les, který se vykytuje mezi subalpínským jehličnatým lesem a temperátním opadavým lesem, patří do skupiny *Pino koraiensis- Quercion mongolicae* (Kim 1990) (**Foto 3**).

3) *Ulmus laciniata* - *Alangium platanifolium* - jedná se o jednotku nacházející se v nižších nadmořských výškách kolem 600 m.n.m. v Seoraksanu. Společenstvo se nacházelo na suťovém svahu se sklonem přibližně 40°. Hojnými druhy pro bylinné patro byly *Lindera obtusiloba* (2,5), *Schisandra chinensis* (2), *Dryopteris crassirhizoma* (1,5) a *Philadelphus schrenckii* (1,5), pro keřové patro *Lindera obtusiloba* (6) a pro stromové patro byly hojné *Styrax obassia* (4), *Fraxinus rhynchophylla* (3), *Fraxinus sieboldiana* (2,5) a *Tripterygium*

regelii (2,5). Průměrný počet druhů byl 18 (min. 15 a max. 22 druhů), tedy poměrně malá druhová bohatost. Tento fakt může být zapříčiněn výše zmíněným typem svahu. Sesuvy kamení zde mohou být jedním z hlavních disturbančních činitelů ovlivňujících druhovou pestrost společenstva. Průměrný počet druhů v jednotlivých patrech byl pro bylinné 9, pro keřové 3,5 a pro stromové 5,5. Tuto vegetaci lze zařadit do svazu *Lindero-Quercion mongolicae* (Kim 1990).

4) ***Lindera obtusiloba* - *Quercus mongolioca* - *Styrax obasia*** - vegetační skupina rozprostírající se v nižších nadmořských výškách na severu území, okolo 450 m.n.m v Seoraksanu, a ve středních až vyšších na jihu, průměrně do 1100 m.n.m. v Jirisanu. Hojně druhy v bylinném patře byly *Sasa borealis* (4,8) a *Acer pseudosieboldianum* (0,9), v keřovém *Acer pseudosieboldianum* (3,1), *Rhododendron schlippenbachii* (1,5), *Stephanandra incisa* (1,2) a *Magnolia sieboldii* (1,2) a ve stromovém *Acer pseudosieboldianum* (3,1), *Quercus serrata* (2,4) a *Carpinus laxiflora* (2). Ve společenstvu tohoto typu se průměrně vykytuje 25 druhů vyšších rostlin (min. zaznamenáno 10, max. 37 druhů). Počet druhů v jednotlivých patrech byl v bylinném 12,7, v keřovém 7,7 a ve stromovém 4,8. Tento typ společenstva lze zařadit do svazů *Lindero-Quercion mongolicae* a *Callicarpo-Quercion serratae* (Kim 1990).

5) ***Carpinus laxiflora* - *Quercus mongolica* var. *grosserrata* - *Sasa quelpaertensis*** - poměrně jednotná jednotka, která se již týká ostrovní části studovaného území. Můžeme ji nalézt v nadmořských výškách od 1150 do 1200 m. n. m. Typickými druhy pro toto společenstvo byly v bylinném patře, kromě dominantního bambusu *Sasa quelpaertensis*, *Asarum maculatum* (2), *Carpinus tschonoskii* (1,4) a *Lindera erythrocarpa* (1,1), v keřovém *Acer pseudosieboldianum* (2,7), *Taxus cuspidata* (2,3), *Cornus kousa* (1,8) a *Styrax japonica* (1,7) a nakonec ve stromovém *Carpinus tschonoskii* (7), *Acer pseudosieboldianum* (2,6) a *Maackia fauriei* (1,6). Průměrně zde můžeme nalézt 19 druhů rostlin (min. 13 a max. 25). Průměrný počet zaznamenaných druhů v jednom snímku pro jednotlivá patra byl pro bylinné 9, pro keřové 4,8 a pro stromové 5. Tato jednotka odpovídá lesní vegetaci *Carpinus laxiflora* - *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* podle práce Yim et al. (1990). Je zde opět výrazné zastoupení bambusu, tentokrát druhu *Sasa quelpaertensis*, který tvoří souvislý porost o výšce 70 cm. Tento druh byl výrazně zastoupen i v následujících třech skupinách.

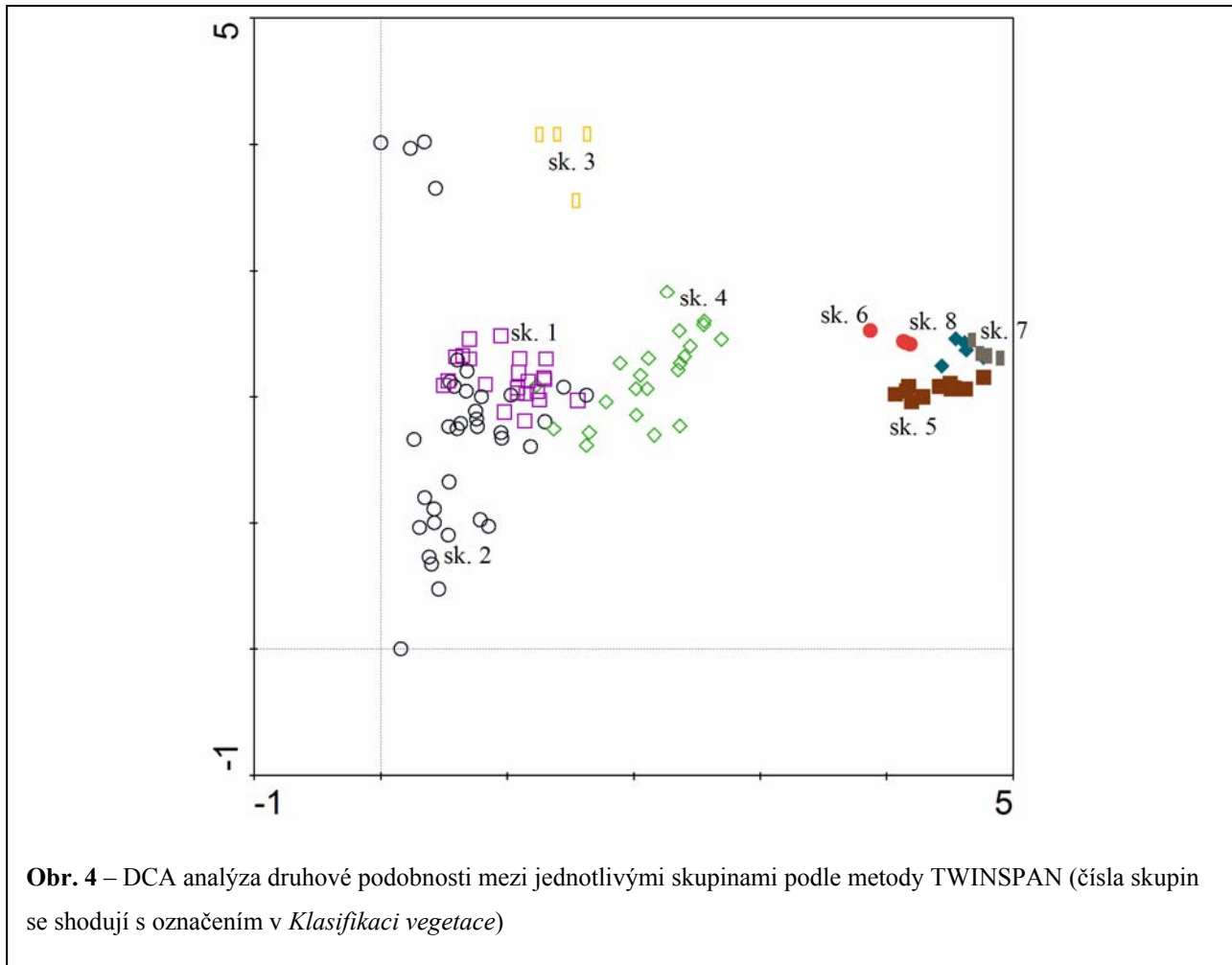
6) ***Abies koreana* - *Quercus mongolica* - *Taxus cuspidata*** - tento vegetační typ je situován do nadmořských výšek kolem 1350 metrů a představuje smíšený jedlo-dubový porost, který postupně přechází do subalpínských jehličnatých porostů skupiny *Abies koreana* – *Betula ermanii* – *Juniperus chinensis* var. *sergentii* (Yim et al. 1990). Hojnými druhy byly v tomto společenstvu v bylinném patře *Sasa quelpaertensis* (9), *Asarum maculatum* (2,8) a *Arisaema*

ringens (2), v keřovém *Acer pseudosieboldianum* (2,3) a *Pourthiaea villosa* (1) a ve stromovém byly velmi časté druhy *Acer pseudosieboldianum* (6,5), *Prunus maximowiczii* (5) a *Cornus kousa* (4,3). Počet druhů ve společenstvu byl průměrně 23 (nejméně zaznamenáno 21 a nejvíce 24 druhů). Počet druhů v jednotlivých patrech byl v bylinném 12,5, v keřovém 3,3 a ve stromovém 6,8. Vymezený vegetační typ patří do stejné skupiny jako předcházející společenstvo, tedy *Carpinus laxiflora* - *Quercus mongolica* var. *grosseserrata*, vyskytující se v nadmořských výškách od 1100 do 1500 m.n.m. (Yim et al. 1990). Výskyt této vegetační jednotky (*Abies koreana* - *Quercus mongolica* - *Taxus cuspidata*) je vymezen vyššími nadmořskými výškami, resp. předchozí jednotka (*Carpinus laxiflora* - *Quercus mongolica* var. *grosserrata* - *Sasa quelpaertensis*) se nachází v nižších polohách v rámci dané skupiny.

7) ***Lindera erythrocarpa* - *Quercus serrata* - *Daphniphyllum macropodum*** - společenstvo zahrnující druhově bohaté lesy zejména ve stromovém a keřovém patře. Společenstvo bylo mapováno v nadmořské výšce kolem 950 m.n.m. Významné druhy v této jednotce pro bylinné patro byly *Sasa quelpaertensis* (7), *Parthenocissus tricuspidata* (2,8), *Arisaema amurense* (2,3), *Smilax china* (2), *Huperzia serrata* (2) a *Goodyera velutina* (1,8), pro keřové *Viburnum erosum* (1,3), *Pourthiaea villosa* (1) a *Taxus cuspidata* (1) a pro stromové patro *Acer pseudosieboldianum* (6), *Carpinus tschonoskii* (4,3), *Styrax japonica* (2,3), *Prunus yedoensis* (2) a *Schizophragma hydrangeoides* (2). Charakteristický byl výskyt několika druhů lián: *Parthenocissus tricuspidata*, *Hydrangea petiolaris* a *Hydrangea serrata*. V průměru zde můžeme nalézt 27 druhů (zaznamenáno min. 23 a max. 29 druhů). Průměrný počet druhů v jednotlivých patrech byl pro bylinné 16,5, pro keřové 4 a pro stromové 6,5. Jednotku lze zařadit v rámci systému Yim et al. (1990) do skupiny *Daphniphyllum macropodum* - *Carpinus tschonoskii* (**Foto 4**).

8) ***Rhododendron weyrichii* - *Ilex crenata* - *Carpinus tschonoskii*** - jednotka nacházející se v podobných nadmořských výškách jako předchozí skupina, tedy kolem 950 m. n. m. Hojným druhem keřového a nižšího stromového patra byl stálezelený strom *Daphniphyllum macropodum* (Euphorbiaceae), který měl ale menší abundanci a celkově menší vzrůst než v předchozím společenstvu. K hojným druhům bylinného patra patří *Sasa quelpaertensis* (8,3), *Asarum maculatum* (2), *Euonymus fortunei* var. *radicans* (2), *Arisaema amurense* (1,5), *Arisaema ringens* (1,5), *Daphniphyllum macropodum* (1,5), *Dryopteris chinensis* (1,5) a *Huperzia serrata* (1,5), keřového patra *Taxus cuspidata* (2,8), *Symplocos* sp. (1,8) a *Acer pseudosieboldianum* (1,5) a stromového patra *Carpinus laxiflora* (4,8), *Styrax japonica* (4), *Acer pseudosieboldianum* (3,3), *Quercus serrata* (3), *Cornus controversa* (2,8) a *Schizophragma hydrangeoides* (2,8). V tomto vegetačním typu bylo možno v průměru nalézt

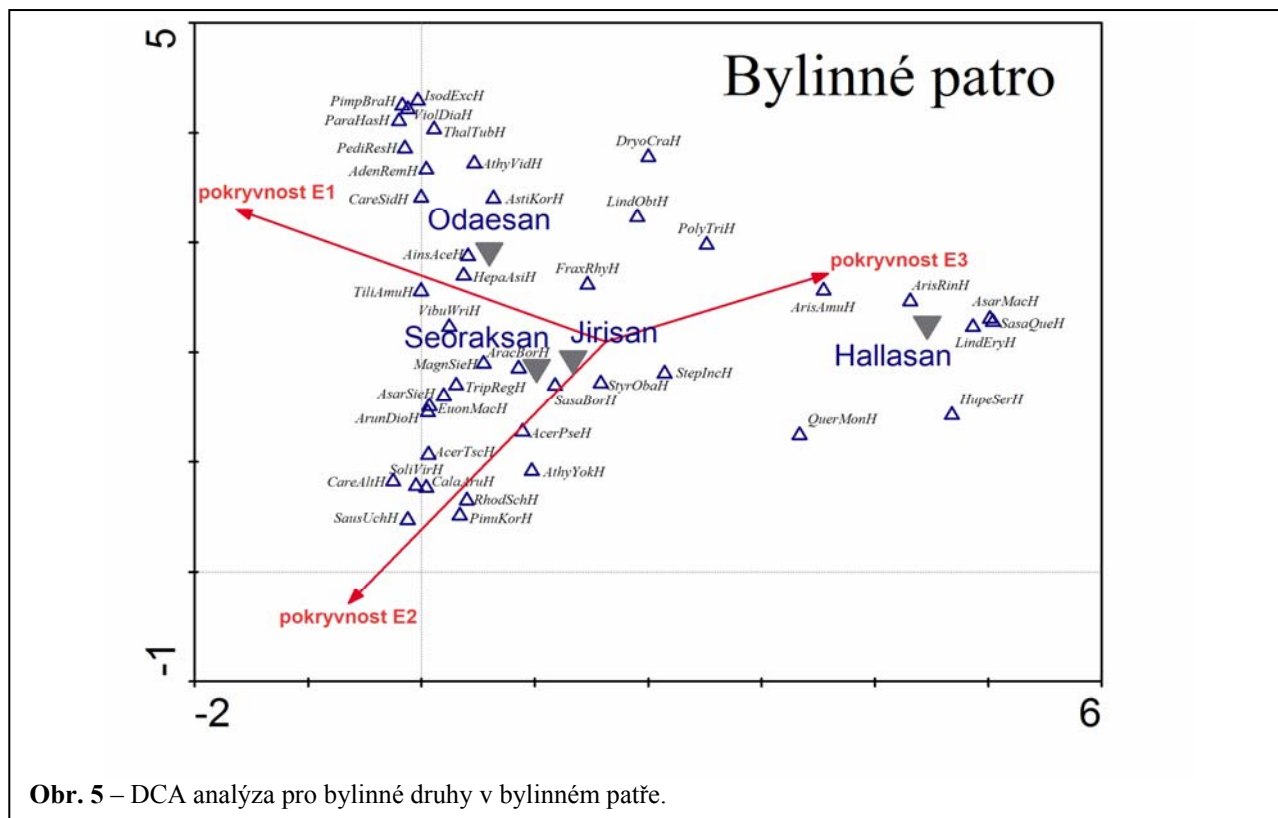
23 druhů ve čtverci 10 x 10 m (nejméně se zaznamenalo 18 druhů a nejvíce 29). Počet druhů v jednotlivých patrech byl v bylinném 12,4, v keřovém 5,4 a ve stromovém 5. Společenstvo bychom zařadili do stejné skupiny jako předcházející jednotku *Lindera erythrocarpa* - *Quercus serrata* - *Daphniphyllum macropodum*, tedy do skupiny *Daphniphyllum macropodum* - *Carpinus tschonoskii* (Yim et al. 1990).



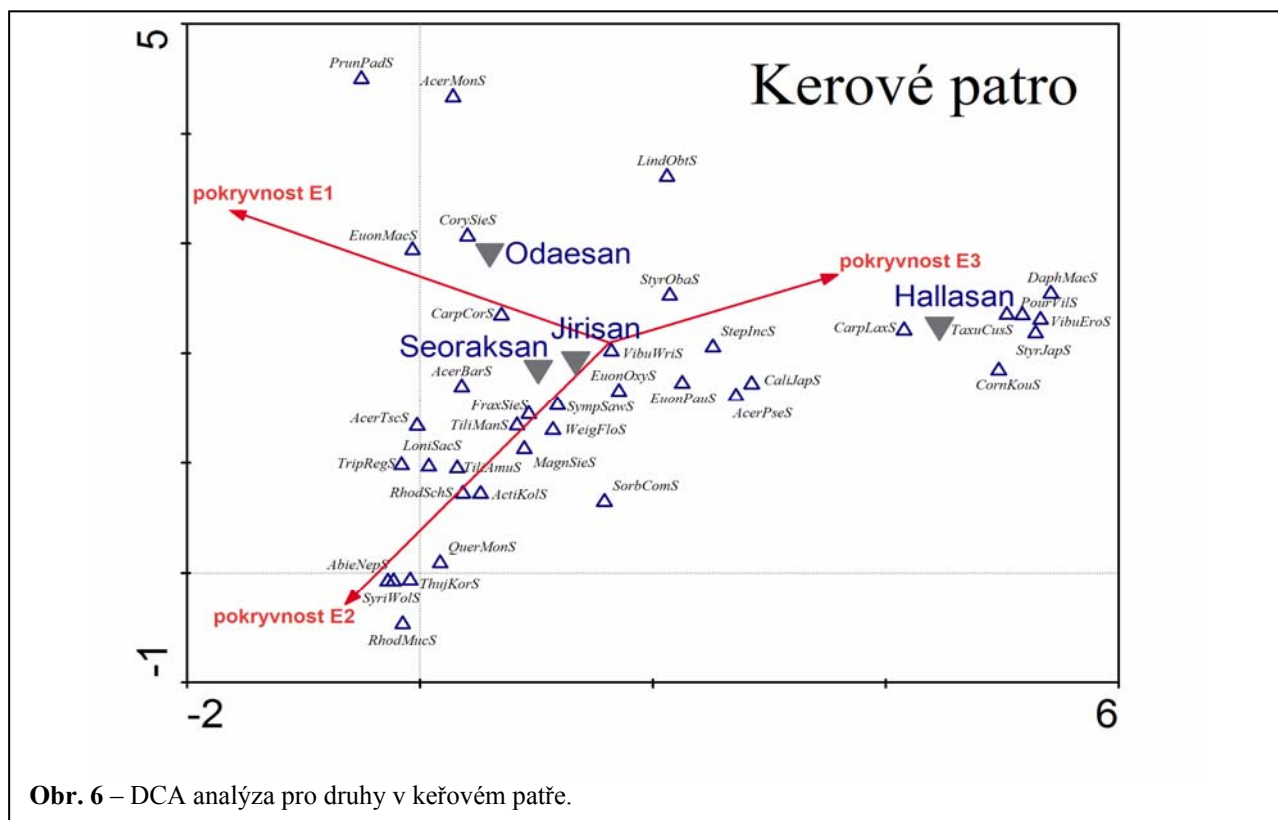
4.2 Vegetační analýza

Na souboru dat bylo provedeno několik vybraných ordinačních analýz. První z nich je analýza DCA (detrended correspondence analysis) (**Obr. 4-10**), pomocí níž jsme zjistili délku gradientu (lengths of gradient) pro zvolení následných analýz, variabilitu v souboru snímků a vzájemnou korelaci druhových dat a údajů o zjišťovaných faktorech prostředí. **Délka gradientu** vyšla pro první ordinační osu **4,897**, vysvětlovaná variabilita v druhových datech má pro první dvě osy hodnotu 6,5% a 3,8%. První dvě osy DCA, které jsou vysoce korelovány s proměnnými prostředí ($r = 0,93$ a $0,64$), ukazují, že zvolené faktory prostředí

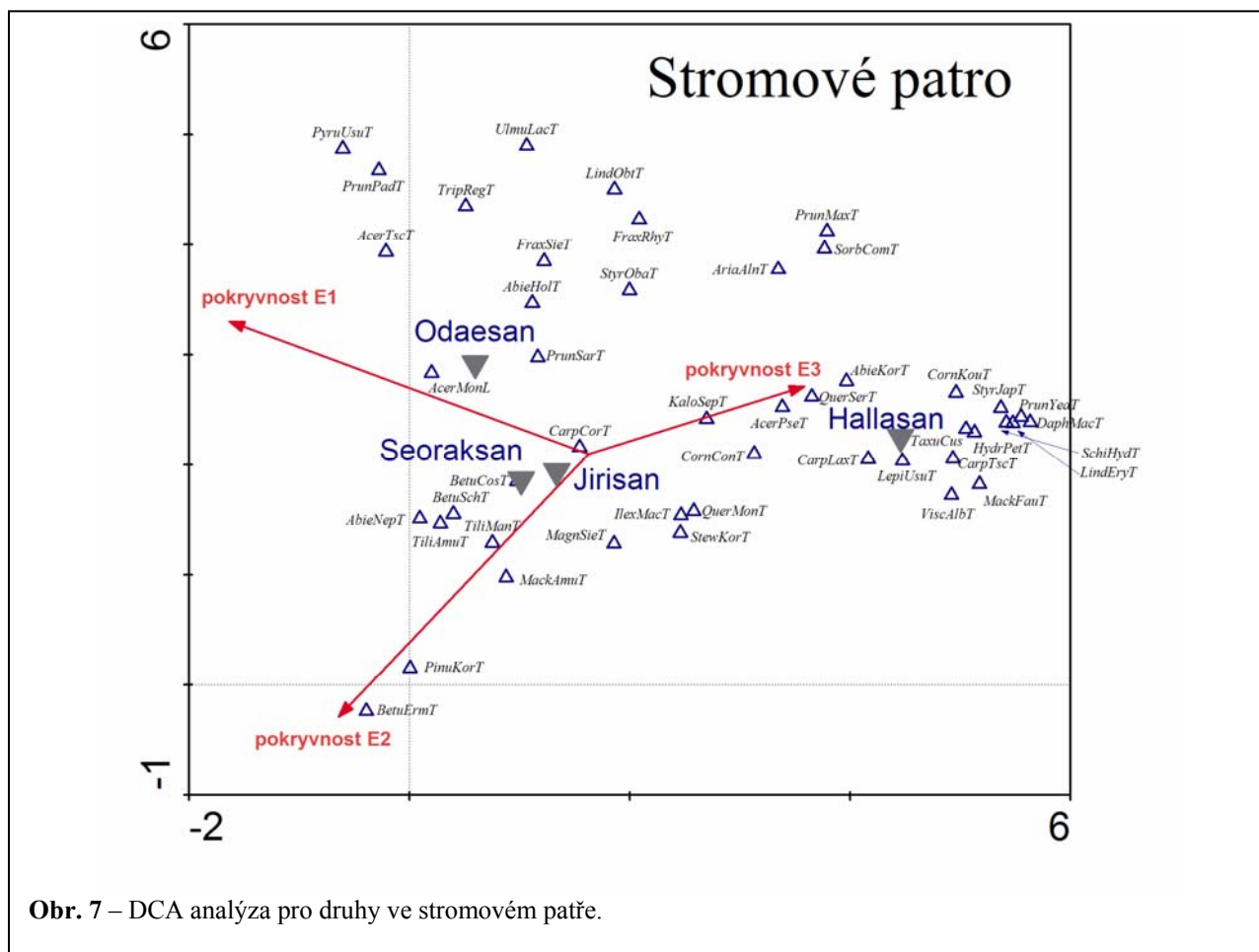
silně ovlivňují druhovou různorodost studované vegetace. Na **Obr. 5, 6, 7** lze vidět pro každé patro vybrané druhy mající největší výpovědní hodnotu. Pasivně jsou promítnuté pokryvnosti jednotlivých vegetačních pater a jednotlivé horské oblasti. Plné názvy druhů, použité v těchto třech ordinačních diagramech, lze nalézt v **Tabulce 3** (viz. Příloha).



Obr. 5 – DCA analýza pro bylinné druhy v bylinném patře.

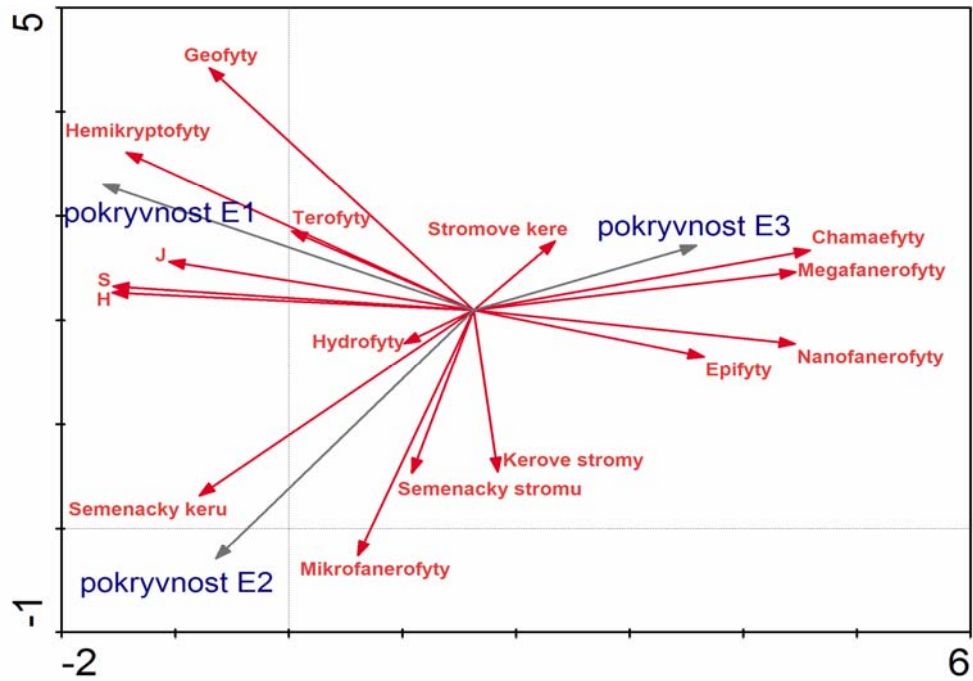


Obr. 6 – DCA analýza pro druhy v keřovém patře.

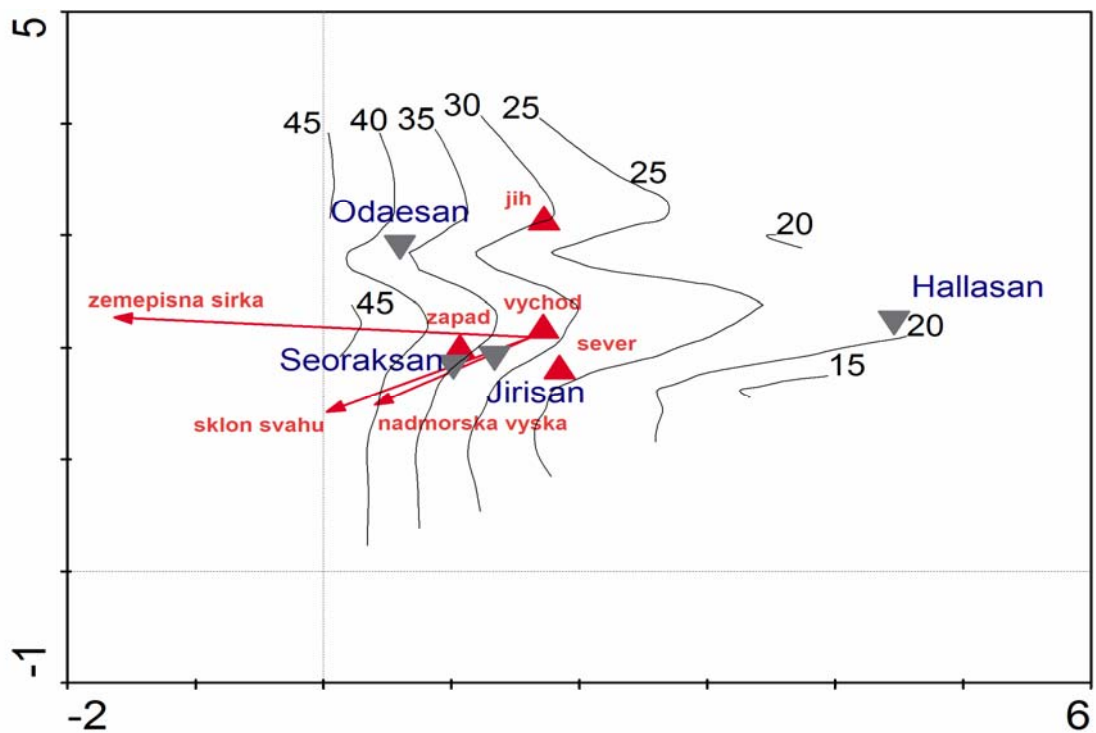


Obr. 7 – DCA analýza pro druhy ve stromovém patře.

Ordinační diagramy (**Obr. 8, 9**) vycházejí opět z DCA analýzy druhových dat a názorně ukazují několik zajímavých vztahů. Na **Obr. 8** jsou jako pasivní proměnné promítnuty všechny zaznamenané skupiny růstových forem, 3 indexy druhové diverzity a pokryvnost jednotlivých vegetačních pater, zatímco na **Obr. 9** jsou vyneseny jako environmentální proměnné faktory prostředí: zeměpisná šířka, sklon svahu, nadmořská výška a jednotlivé světové strany, a navíc je ukázána měnící se druhová početnost pomocí isočar. Mezi těmito dvěma ordinačními diagramy (**Obr. 8, 9**) lze promítat jednotlivé faktory, jelikož byl použit stejný typ DCA analýzy (platí pro všechny **Obr. 4-10**). Více grafů bylo vytvořeno z důvodu lepší orientace a přehlednosti.



Obr. 8 – DCA analýza znázorňující vztah mezi jednotlivými růstovými formami, indexy diverzity a pokryvnosti jednotlivých pater.

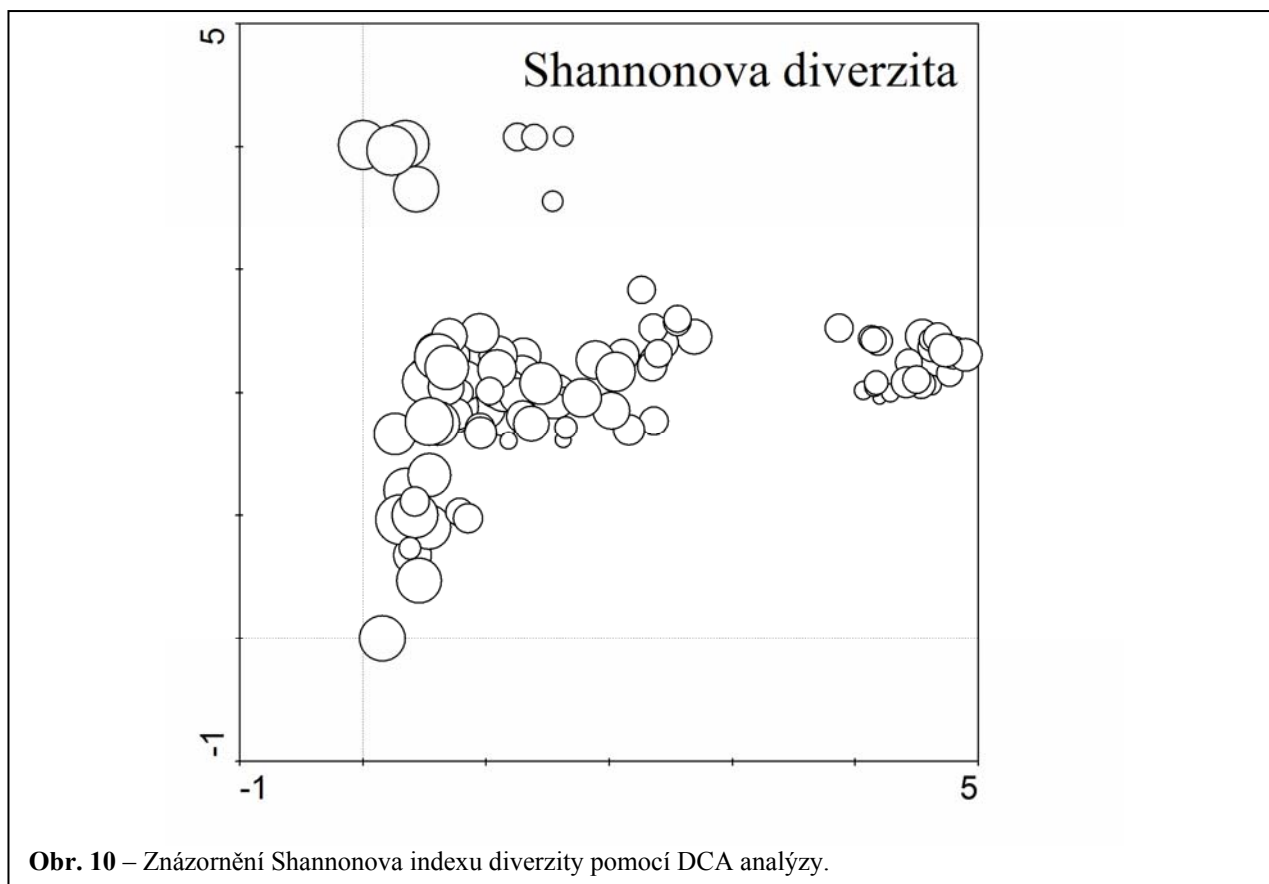


Obr. 9 – DCA analýza znázorňující vztah mezi faktory prostředí, počtem druhů a jednotlivými pohořími.

Na grafech lze dobře vidět jak se stoupající početností megafanerofyt roste pokryvnost stromového patra, což není překvapující. Zajímavé je sledovat změny pokryvnosti dalších dvou vegetačních pater. Pokryvnost bylinného a keřového patra jde proti pokryvnosti stromového patra, resp. rostoucímu podílu megafanerofyt a nanofanerofyt. Zde je třeba uvést, že velkou část podílu v pokryvnostech nanofanerofyt tvoří především druhy bambusu *Sasa borealis* a *S. quelpartensis*. Tedy čím více bambusu (jeho pokryvnosti se vždy pohybují ve vysokých hodnotách 4 a především 5 podle Braun-Blanquetovi stupnice), tím menší je pokryvnost bylinného a keřového patra. Z toho lze usoudit, že bambus má značný negativní vliv na pokryvnost ostatních rostlinných druhů vyskytujících se v daném společenstvu, především těch, které patří mezi hemikryptofyty, geofyty, terofyty, hydrofyty a semenáčky keřů. Další negativní korelací související se vzrůstajícím zastoupením nano- a megafanerofyt (dále NF a MF) je snižování druhové početnosti. Tento jev znázorňují indexy diverzity: druhová početnost (S), Shannonův index diverzity (H) a ekvitabilita (J), jejichž hodnoty se snižují se zvyšujícím se zastoupením NF a MF. Velmi přehledně vypovídají o poklesu druhů isočáry, jejichž hodnoty se pohybují od 15 druhů při vysokém zastoupení NF a MF až po 50 druhů ve společenstvu s nízkým podílem NF a MF. Epifyty *Lepisorus ussuriensis*, *Davallia mariesii* a *Viscum album* v. *coloratum* se vyskytují v prostředí se zvyšující se pokryvností stromového patra, kde klesá druhová diverzita.

Co se týče charakteristik prostředí, druhová bohatost je nejlépe pozitivně korelována se vzrůstající zeměpisnou šířkou, která úzce koreluje s první ordinační osou. O něco méně, avšak stále významně, stoupá počet druhů se zvyšujícím se sklonem svahu a nadmořskou výškou. Závislost mezi orientací svahu ke světovým stranám a druhovou početností ukazuje, že svahy orientované na sever, jsou druhově nejchudší, následuje jižní a východní orientace a druhově nejpestřejší jsou západní svahy. Pokud se podíváme na jednotlivá pohoří, uvidíme, stejně jako při klasifikaci vegetace, značnou odlišnost mezi územími na poloostrově a ostrovní částí. Markantní je především rozdíl v druhové početnosti, kdy na Hallasanu najdeme průměrně něco málo nad 20 druhů rostlin, zatímco ve zbývajících horských oblastech se počet druhů pohybuje okolo 35 na ploše 10 x 10 m. Na ostrovní části zkoumaného území klesají spolu s druhovou početností i indexy druhové diverzity. Pokryvnost jednotlivých pater se také liší mezi pohořími. Zatímco na Hallasanu má nejvyšší pokryvnost stromové patro, v ostatních třech pohořích má větší pokryvnost keřové a bylinné patro. Na Hallasanu můžeme najít větší podíl v zastoupení megafanerofyt, nanofanerofyt a chamaefyt, naopak méně jsou zde zastoupeny geofyty, hemikryptofyty, terofyty, hydrofyty, mikrofanerofyty a semenáčky stromů a keřů.

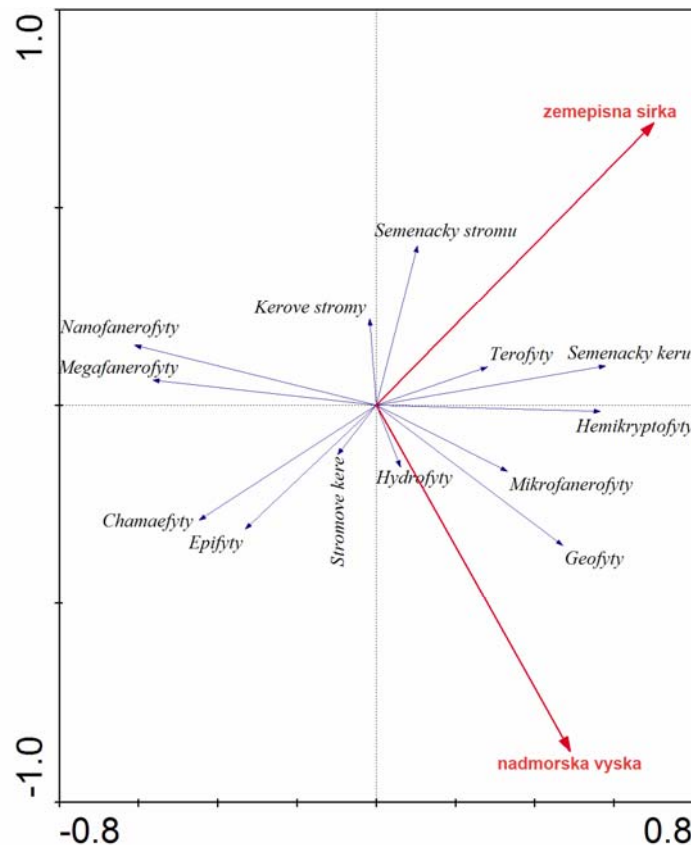
Na **Obr. 10** vidíme graficky znázorněnou druhovou bohatost jednotlivých snímků vyjádřenou Shannonovým indexem diverzity (opět použita DCA analýza druhových dat). Čím větší je průměr kruhu, tím větší je hodnota Shannonova indexu. I zde tedy můžeme vidět, jinak znázorněno, že v NP Hallasan je druhová diverzita o poznání menší, než-li na pevninské části.



Obr. 10 – Znázornění Shannonova indexu diverzity pomocí DCA analýzy.

Data, týkající se skladby životních forem rostlin, byla dále analyzována metodou redundanční analýzy RDA (po spočítání DCA nám vyšla délka gradientu na první ordinační ose 1,747, proto jsme se rozhodli pro použití lineární RDA analýzy). Celkem byly provedeny dvě analýzy, ve kterých byly použity jako druhová data údaje o zastoupení jednotlivých životních forem ve vegetačním snímku (vážené pokryvnosti jednotlivých druhů), a jako environmentální proměnné v první analýze (**Obr. 11**) data o nadmořské výšce a zeměpisné šířce a ve druhé (**Obr. 12**) jednotlivá pohoří. Při provádění permutačního testu byl použit *Split-plot design*, vzhledem k tomu, že naše 4 snímky jsou součástí jedné plochy 20 x 20 m. Výsledek Monte-Carlo permutačního testu pro první kanonickou osu v první analýze vyšel průkazně ($F = 20,185$, $p = 0,002$, počet permutací = 499). Dohromady vysvětlují dvě zvolené charakteristiky prostředí 21 % ve variabilitě životních forem (charakteristická čísla (eigenvalue) pro první dvě osy jsou 0,161 a 0,049). Na ordinačním diagramu (**Obr. 11**) je

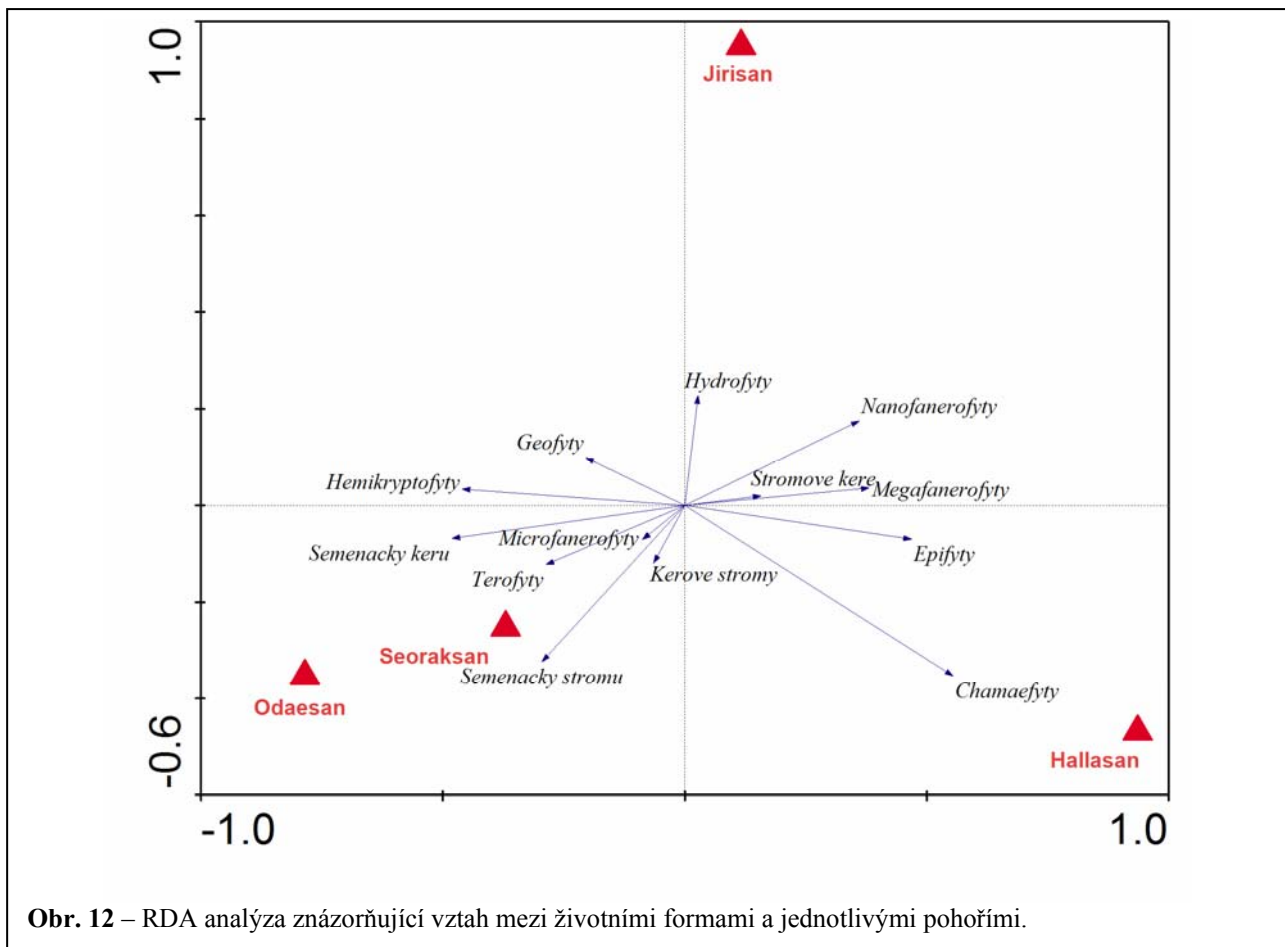
znázorněno, jak ovlivňuje podíl jednotlivých životních forem ve společenstvu zeměpisná šířka a nadmořská výška. Je zde patrných několik závislostí: 1) v jižní části studované oblasti (Hallasan) stoupá podíl chamaefytů, epifytů, stromových keřů a také megafanerofytů a nanofanerofytů, naopak v severnější části studované oblasti stoupá zastoupení semenáčků stromů a keřů, terofytů, hemikryptofytů a keřových stromů; 2) v nižší nadmořské výšce stoupá podíl keřových stromů, semenáčků stromů, nanofanerofytů a megafanerofytů, zatímco se stoupající nadmořskou výškou stoupá podíl hydrofytů, geofytů a mikrofanerofytů.



Obr. 11 – RDA analýza znázorňující vztah mezi životními formami a faktory prostředí (nadmořskou výškou a zeměpisnou šířkou).

V druhé analýze vyšel Monte-Carlo permutační test pro první kanonickou osu průkazně ($F = 13,528$, $p = 0,006$, počet permutací = 499). Údaje o pohoří dohromady vysvětlují 16,3 % v různorodosti zastoupení životních forem ve společenstvu (charakteristická čísla (eigenvalue) pro první tři osy jsou 0,115, 0,028, a 0,020). Na **Obr. 12** vidíme rozložení pohoří a změny v podílu životních forem mezi nimi. Na Hallasanu jsou výrazněji než v ostatních pohořích zastoupeny chamaefyty, epifyty, megafanerofyty a stromové keře, naopak zde nalezneme méně geofytů, hemikryptofytů, semenáčků keřů a terofytů. Podobné je

složení životních forem v Seoraksanu a Odaesanu, kde je vyšší zastoupení keřových stromů, semenáčků stromů, mikrofanerofytů, terofytů a semenáčků keřů, ale nižší výskyt hydrofytů, nanofanerofytů, stromových keřů, megafanerofytů a epifytů. V Jirisanu se více vyskytují hydrofyty, nanofanerofyty a geofyty, ale je zde menší podíl terofytů, mikrofanerofytů, semenáčků stromů, keřových stromů a chamaefytů.



Obr. 12 – RDA analýza znázorňující vztah mezi životními formami a jednotlivými pohořími.

Třetí mnohorozměrnou analýzou, prováděnou na souboru druhových dat, byla CCA analýza (canonical correspondence analysis). Bylo provedeno více testů, jejichž výsledky jsou shrnuty v **Tabulce 4**. Jako druhová data byly použity fytoecologické snímky.

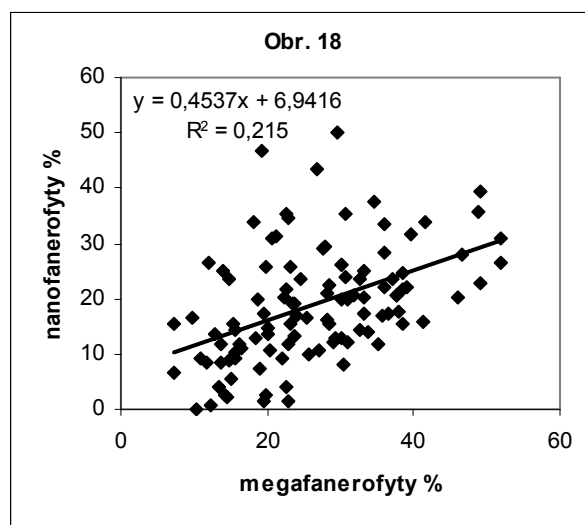
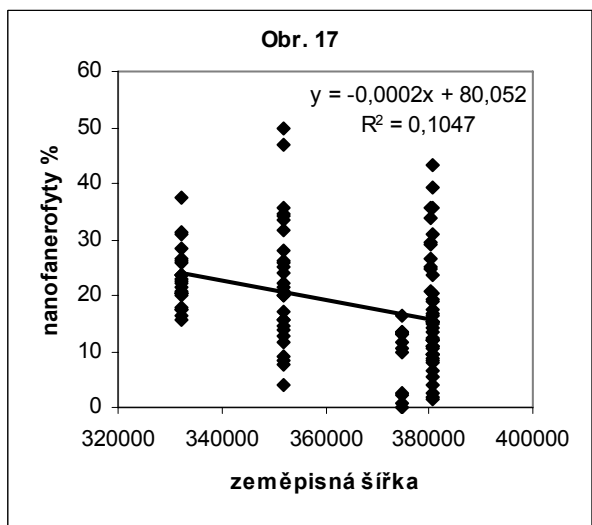
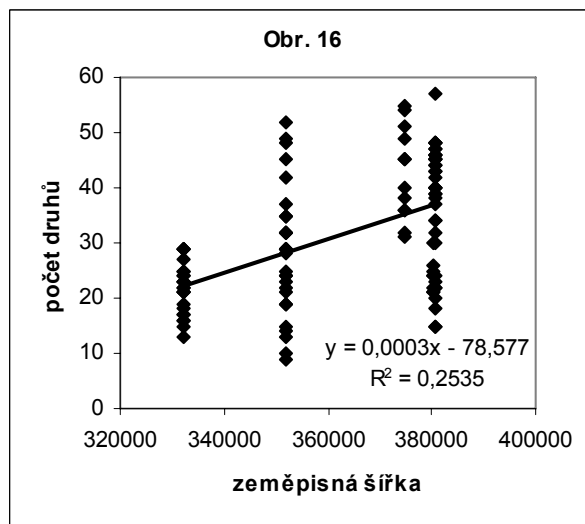
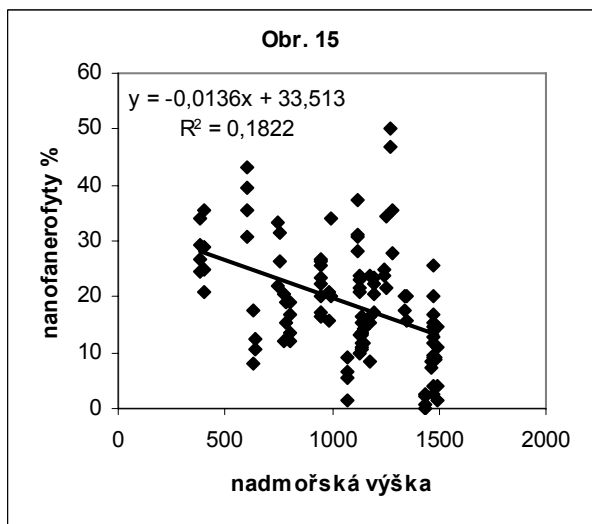
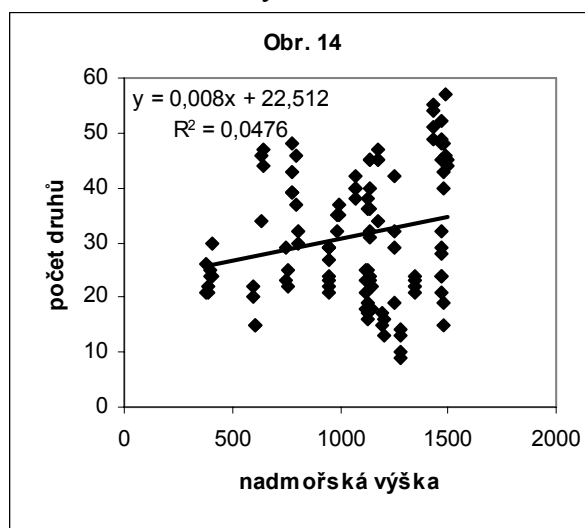
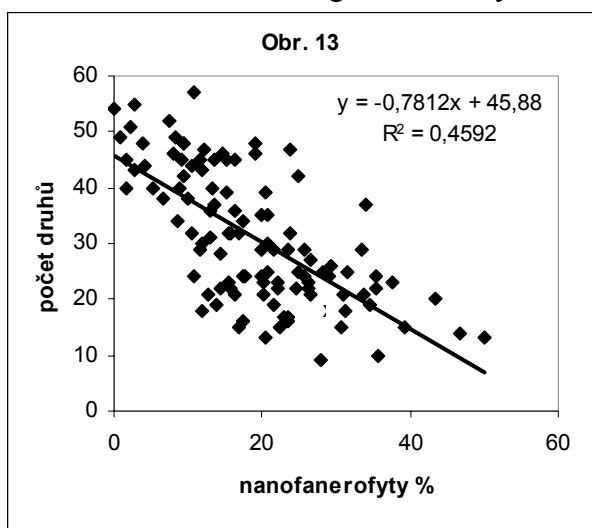
Tabulka 4 – Výsledky analýzy CCA. Hodnota F statistiky, hodnota průkaznosti p a procento vysvětlené variability v druhových datech pro první dvě ordinační osy. Použité zkratky: EV – faktory prostředí, CV – kovariáty, E1, E2, E3 – pokryvnosti jednotlivých pater, HO – horské oblasti, NV – nadmořská výška, ZS – zeměpisná šířka, OS – orientace svahu, SS – sklon svahu.

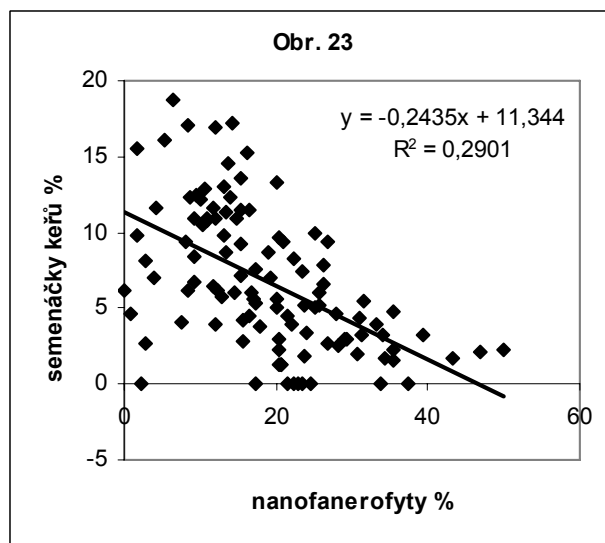
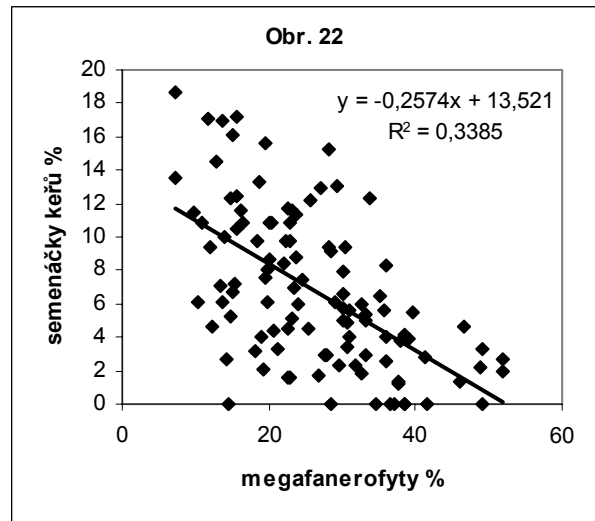
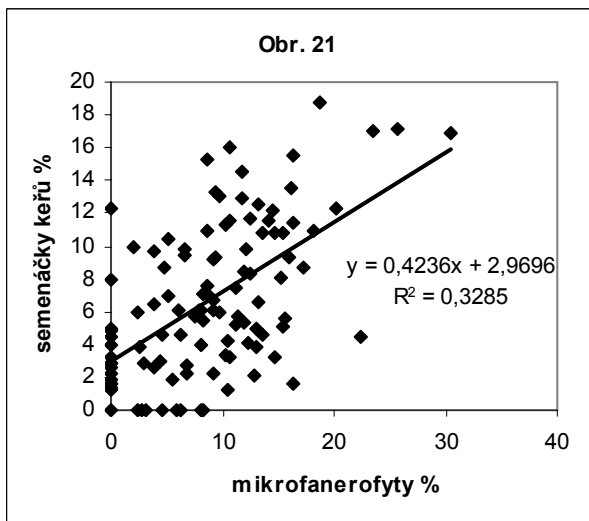
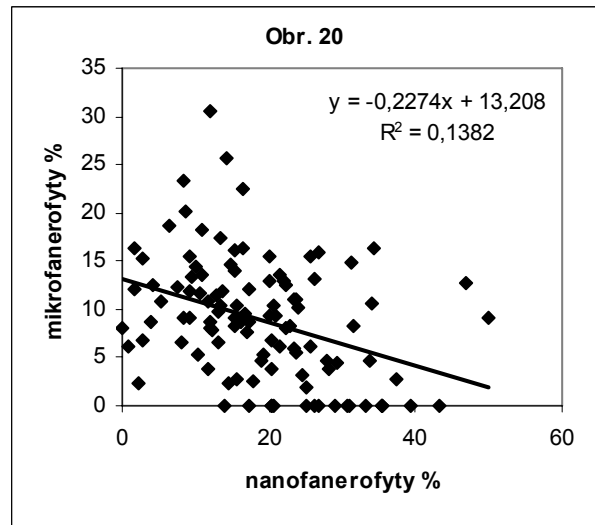
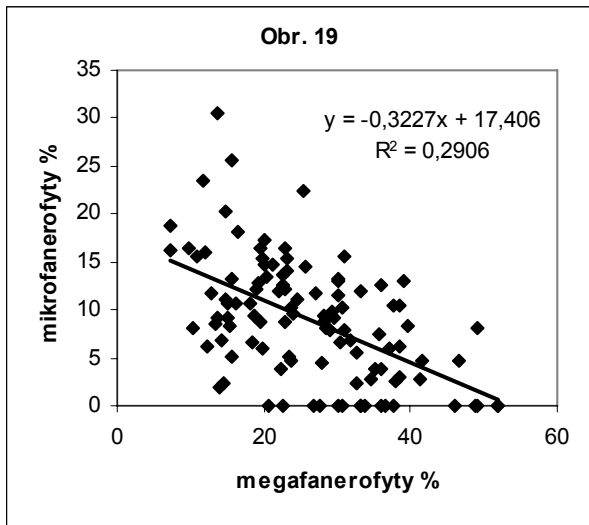
EV	CV	hodnota F statistiky	hodnota průkaznosti p	1. osa	2. osa
HO, NV, ZS, OS, SS	-	6,703	0,002	6,40%	4,23%
HO	NV, ZS, OS, SS	4,703	0,002	4,58%	2,51%
NV	HO, ZS, OS, SS	4,274	0,002	4,23%	-
ZS	HO, NV, OS, SS	2,587	0,008	2,57%	-
OS	HO, NV, ZS, SS	3,17	0,002	3,13%	2,63%
SS	HO, NV, ZS, OS	2,11	0,008	2,10%	-

Vzájemné vztahy mezi jednotlivými charakteristikami vegetace (počet druhů, podíl životních forem atd.) a zvolenými faktory prostředí byly dále studovány pomocí lineárních regresních modelů (*Obr. 13-23*). Vztah mezi počtem druhů a procentuálním zastoupením nanofanerofytů ve společenstvu (*Obr. 13*) nám ukazuje výrazný pokles diverzity při stoupajícím podílu nanofanerofytů. Pokud se podíváme, jak se mění druhová pestrost na gradientu nadmořské výšky (*Obr. 14*), zjistíme nárůst druhů s rostoucí nadmořskou výškou. Na stejném gradientu (*Obr. 15*) je zřetelný pokles nanofanerofytů s nadmořskou výškou. Další zajímavou závislostí je vztah zeměpisné šířky a druhovou početností (*Obr. 16*), resp. podílem nanofanerofytů (*Obr. 17*). V severnějších oblastech je větší druhová bohatost a klesá zastoupení nanofanerofytů.

Také můžeme nalézt korelace, negativní i pozitivní, mezi jednotlivými skupinami životních forem (*Obr. 18-23*). Pozitivní vztah je mezi nanofanerofyty a megafanerofyty (*Obr. 18*). Naopak negativně korelován je vztah mezi mikrofanerofyty a megafanerofyty, resp. nanofanerofyty (*Obr. 19,20*). Poslední skupinou, která vykazuje závislost na jiné skupině, jsou semenáčky keřů (dále SK) (*Obr. 21-23*). Pokud se ve společenstvu zvyšuje podíl mikrofanerofytů, tak se zvyšuje i podíl SK. Zastoupení SK ale klesá se zvyšujícím se zastoupením megafanerofytů a nanofanerofytů.

Obr. 13 - 23 - Lineární regresní modely znázorňující vztah mezi zvolenými charakteristikami.





4.3 Analýza letokruhových dat

Celkově bylo změřeno 151 vzorků pocházejících z 85 stromů. Přehled o počtu vrtaných stromů a celkovém množství odebraných vzorků ukazuje **Tabulka 5**. Standardní chronologie byla vytvořena celkem pro 6 druhů v pohoří Odaesan, ovšem jen u druhů *Abies hollophyla* a *Pinus koraiensis* je křivka proložena daty z více než dvou jedinců (9 a 4), ale ani tento počet není postačující pro vytvoření dostatečně silné chronologie, podle které by bylo možno datovat jedince z většího okolí (Schweingruber 1996). V pohoří Hallasan byly růstové křivky vytvořeny pro 10 druhů, z nichž 6 druhů bylo zastoupeno větším počtem jedinců. U dvou z nich, *Acer pseudosieboldianum* a *Cornus kousa*, mohlo při měření dojít k chybě s větší pravděpodobností než u ostatních druhů, jelikož rozdíly mezi jednotlivými letokruhy jsou velmi málo zřetelné. U *Abies koreana*, *Prunus maximowiczii*, *Quercus mongolica* a *Taxus cuspidata* byly výsledné chronologie opět vytvořeny z nevelkého počtu jedinců.

Tabulka 5 - Přehled druhů pro letokruhovou analýzu. Uveden počet stromů, počet vzorků, průměrná hodnota ročního přírůstu a CV (coefficient of variation)- index nepodobnosti šířek letokruhů pro každý druh.

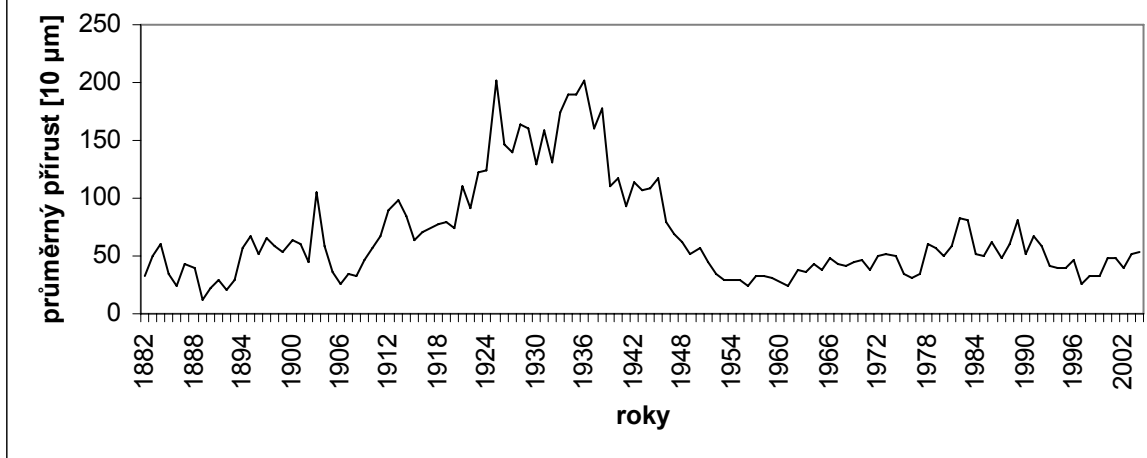
druh	počet stromů	počet vzorků	průměrný přírůst [10 µm]	CV		počet stromů	počet vzorků	průměrný přírůst [10 µm]	CV
<i>Abies hollophyla</i>	9	14	73,1	0,628	Odaesan	-	-	-	-
<i>Abies koreana</i>	-	-	-	-		8	14	180,3	0,39
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	1	2	64,9	0,37		22	40	72,8	0,33
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	-	-	-		1	2	62,2	0,76
<i>Cornus kousa</i>	-	-	-	-		10	17	60,1	0,48
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	-	-	-		1	2	78,8	0,58
<i>Kalopanax pictus</i>	1	2	184,9	0,53		1	2	164,5	0,77
<i>Pinus koraiensis</i>	4	5	118,3	0,74		-	-	-	-
<i>Prunus maximowiczii</i>	-	-	-	-		4	7	94,5	0,47
<i>Quercus mongolica</i>	2	3	151,6	0,39		14	24	126,6	0,26
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	-	-		1	2	89,6	0,72
<i>Taxus cuspidata</i>	-	-	-	-		5	13	96,4	0,44
<i>Tilia amurensis</i>	1	2	68,1	0,64		-	-	-	-

Pro jednotlivé druhy byly spočítány průměrné přírůsty v průběhu zaznamenané chronologie a variační koeficient, vyjadřující míru podobnosti mezi velikostí letokruhů v jednotlivých letech. V Odaesanu byly průměrné přírůsty pro jednotlivé druhy následující: *Kalopanax pictus*- 1,849 mm; *Quercus mongolica*- 1,516 mm; *Pinus koraiensis*- 1,183 mm; *Abies hollophyla*- 0,731 mm; *Tilia amurensis*- 0,681 a *Acer pseudosieboldianum*- 0,649 mm. V Hallasanu byly zaznamenané průměrné hodnoty ročních přírůstů tyto: *Abies koreana*- 1,804

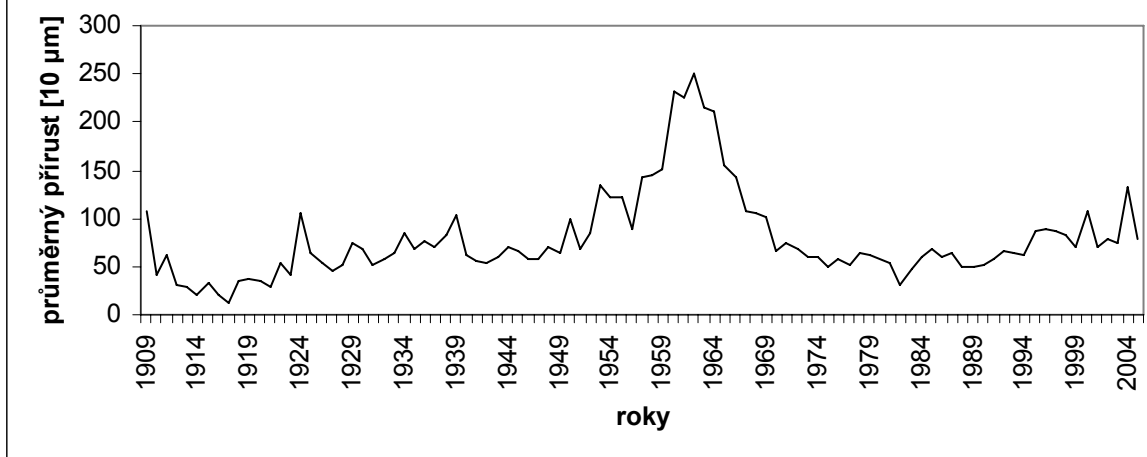
mm; *Kalopanax pictus*- 1,646 mm; *Quercus mongolica*- 1,266 mm; *Taxus cuspidata*- 0,964 mm; *Prunus maximowiczii*- 0,945 mm; *Sorbus alnifolia*- 0,896 mm; *Fraxinus rhynchophylla*- 0,789 mm; *Acer pseudosieboldianum*- 0,728 mm; *Carpinus tschonoskii*- 0,623 mm a *Cornus kousa*- 0,601 mm.

I přes fakt, že naši chronologii netvoří dostatečné množství dat z různých jedinců, mohou nám výsledné růstové křivky dát zajímavou informaci o růstu daných druhů dřevin v rámci společenstva, ze kterého byly vzorky odebrány. Chronologie pro jednotlivé druhy jsou zachyceny na **Obr. 24-29**. Pro druh *Tilia amurensis* (Odaesan) (**Obr. 24**) byla zaznamenaná chronologie od roku 1882. První zřetelná změna v růstu byl nárůst v roce 1903 s následným poklesem až do r. 1906, poté následoval opět nárůst s vrcholem v r. 1913. Přírůsty byly největší v letech 1925, 1929, 1931, 1936 a 1938. Od roku 1950 je velikost přírůstů relativně vyrovnaná. *Fraxinus rhynchophylla* (Hallasan) (**Obr. 25**) byl měřen od roku 1909. V roce 1924 byl zaznamenán větší nárůst. Největší růst byl zaznamenán mezi lety 1960-1964, kdy byly přírůsty přibližně dvakrát větší oproti ostatním zaznamenaným rokům. Chronologie druhu *Sorbus alnifolia* (Hallasan) (**Obr. 26**) začíná rokem 1875. Celá růstová křivka je velmi rozkolísána. Do roku 1926 jsou přírůsty největší, poté následuje výrazný pokles s minimem v r. 1928 a opětovný nárůst. Od r. 1934 až do r. 1976 je průměrný přírůst relativně podobný, ovšem nižší než v první části křivky. Poté se velikost přírůstu opět snižuje a zůstává vyrovnaná až do konce, tedy do roku 2005. *Prunus maximowiczii* (**Obr. 27**) byl měřen od roku 1910. Křivku by jsme mohli opět rozdělit na více částí: 1) do roku 1957 kdy byly přírůsty největší s výraznými výkyvy, 2) následující léta až do r. 1977, kdy jsou přírůsty menší a fluktuace jsou také menšího rázu a 3) kdy byly průměrné hodnoty přírůstů nejnižší. Pro *Carpinus tschonoskii* (Hallasan) (**Obr. 28**) byla zaznamenaná chronologie sahající až do r. 1827. Vývoj růstu je možno rozdělit do čtyř částí: 1) 1827-1866 - malé přírůsty, bez výraznějších výkyvů (až na nárůst v r. 1849), 2) 1867-1908 - větší přírůsty s většími změnami, z nichž nejvýraznější je nárůst v roce 1891, 3) 1909-1955 - největší průměrné přírůsty, výrazné výkyvy (min. 1924 a 1939, max. 1935) a 4) 1956-2005 - velikost přírůstů podobná druhé části křivky, výkyvy v letech 1973 a 1999, kdy byl zvýšený nárůst. *Cornus kousa* (Hallasan) (**Obr. 29**) byl měřen od r. 1884. Křivku jsme rozdělili na dvě části: 1) 1884-1947 - kdy je růst relativně vyrovnaný se snižující se hodnotou přírůstů a také se zmenšují výkyvy a 2) po roce 1947, kdy setrvává trend ve zmenšování letokruhů a výkyvy v této části křivky jsou nevýrazné.

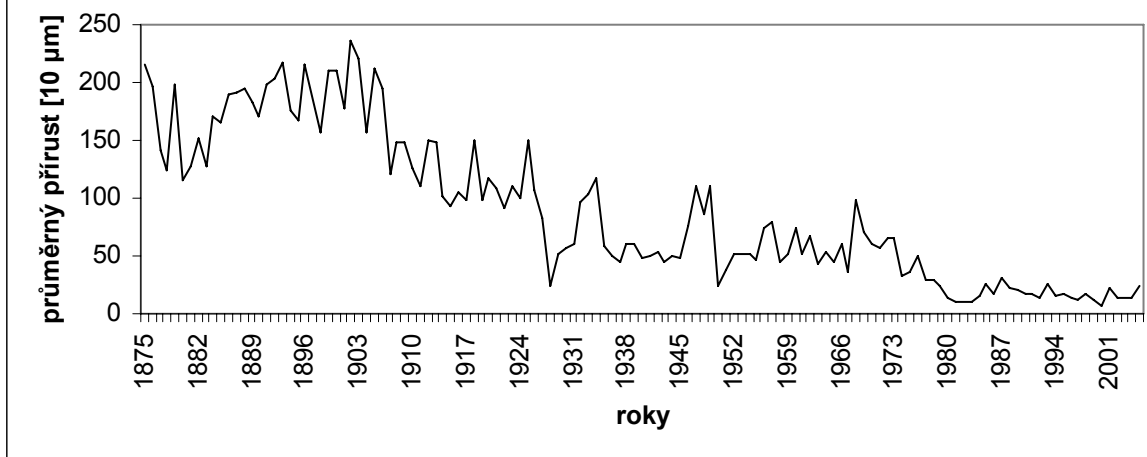
Obr. 24 *Tilia amurensis*



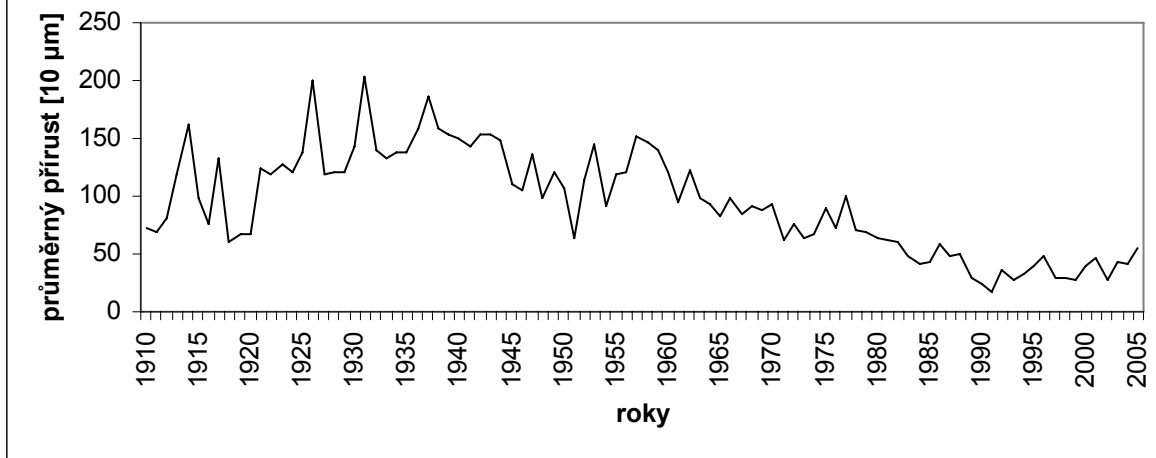
Obr. 25 *Fraxinus rhynchophylla*



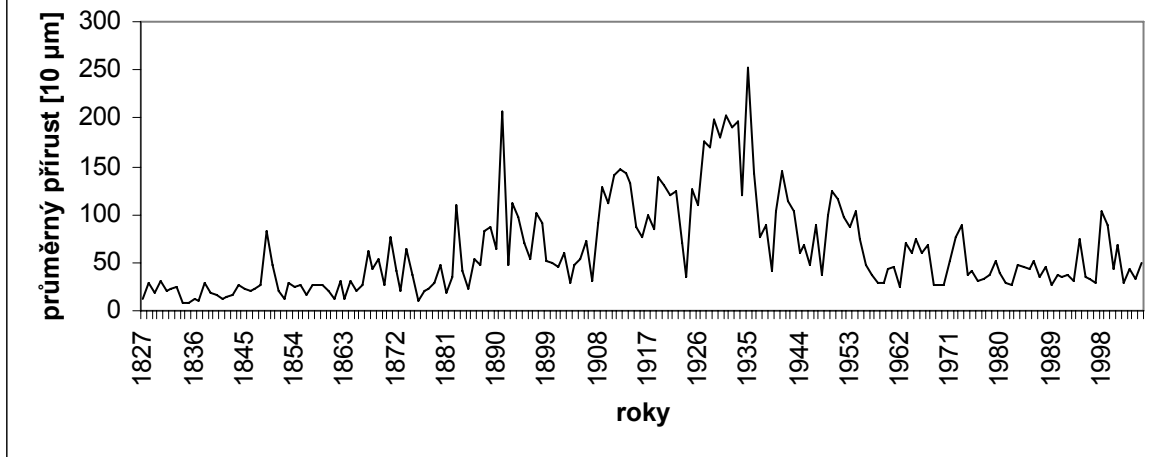
Obr. 26 *Sorbus alnifolia*



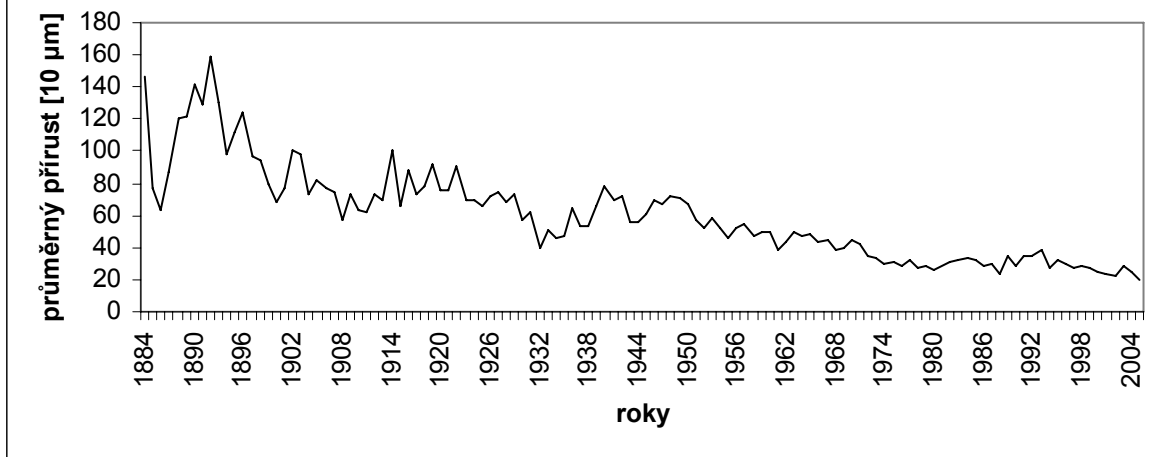
Obr. 27 *Prunus maximowiczii*



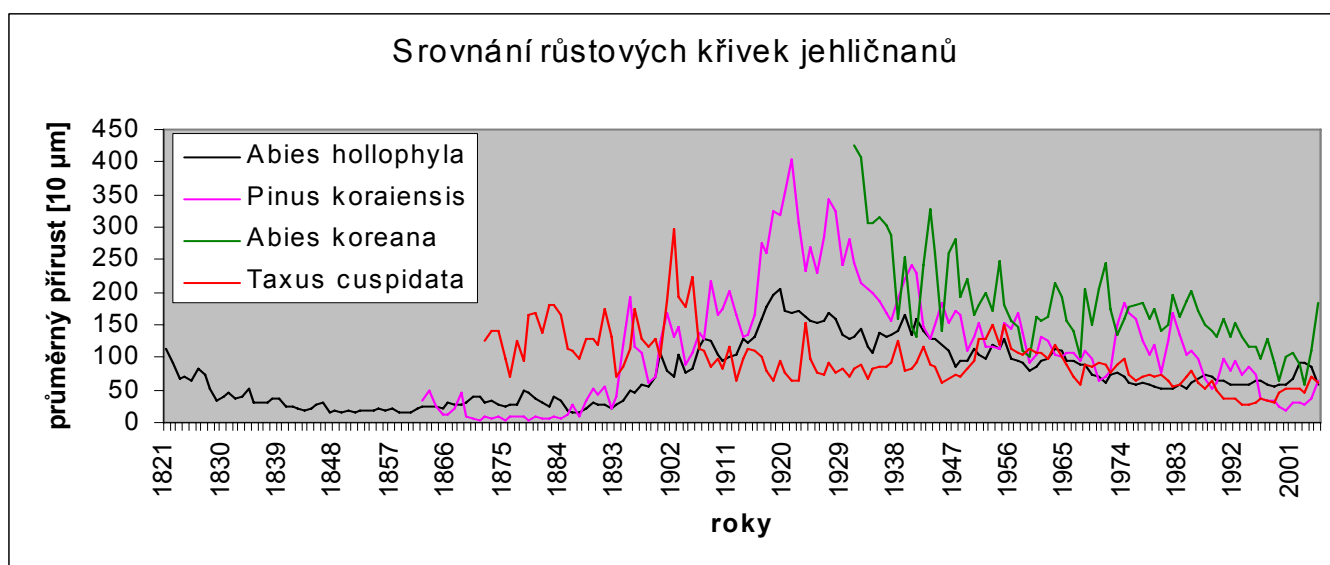
Obr. 28 *Carpinus tschonoskii*



Obr. 29 *Cornus kousa*



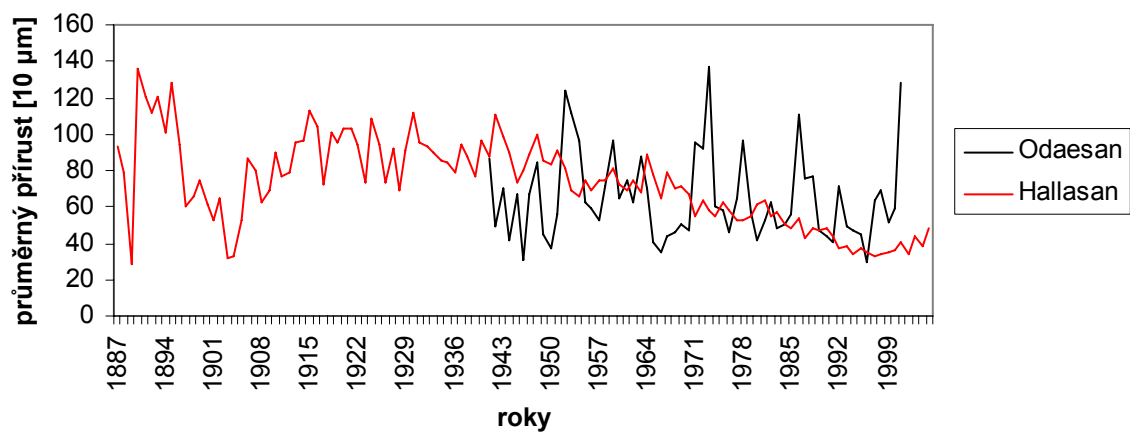
Obr. 30



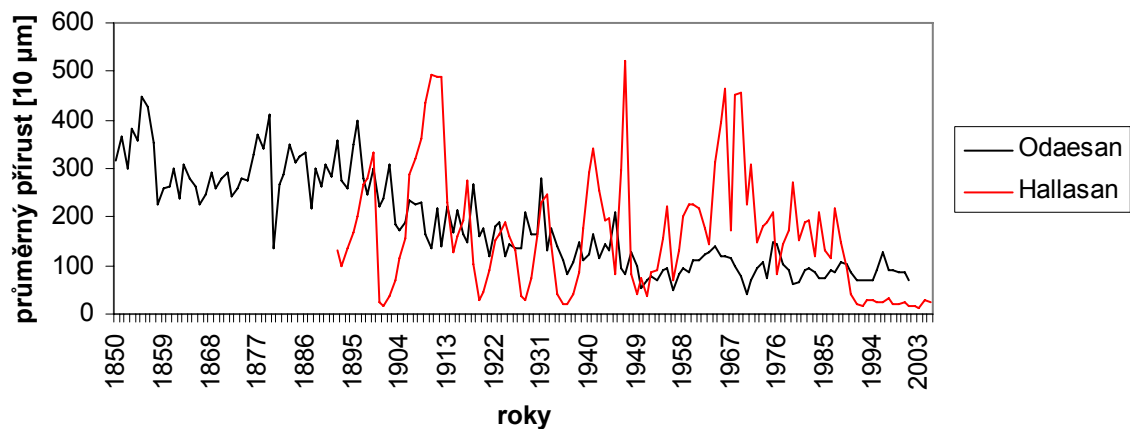
Při srovnání jednotlivých křivek byly vybrány do jedné skupiny všechny jehličnany (*Abies hollophyla*, *A. koreana*, *Pinus koraiensis* a *Taxus cuspidata*), přičemž *Abies hollophyla* a *Pinus koraiensis* se vyskytovaly v severnější části území (Odaesan) a zbývající dva druhy naopak na jihu (Hallasan) (Obr. 30). Na jejich růstových křivkách se dají nalézt některé společné trendy růstu, např. nárůst růstu v roce 1919 (mimo druhu *Abies koreana*, pro který jsou údaje od roku 1931), další pozorovatelné nárůsty byly např. v letech 1927, 1955, 1979 či 1992, společné poklesy byly např. v roce 1933, 1967 nebo 1993. Pro zachycení míry podobnosti mezi jednotlivými růstovými křivkami byly spočítány korelační koeficienty. Nejvíce podobné si jsou *Abies hollophyla* a *Pinus koraiensis*, $r = 0,864$. Dostí podobné jsou také *Pinus koraiensis* a *Abies koreana*, $r = 0,623$. Korelační koeficient pro *Abies hollophyla* a *Abies koreana* měl hodnotu 0,539. Další vztahy mezi jehličnany měly hodnotu $r < 0,5$. Dalšími srovnávanými skupinami jsou jednotlivé druhy, které se vyskytovaly na obou lokalitách - *Acer pseudosieboldianum*, *Kalopanax pictus* a *Quercus mongolica* (Obr. 31-33). *Acer pseudosieboldianum* (Obr. 31) je datován od r. 1887 na Hallasanu a 1941 v Odaesanu. Křivka pro Hallasan má dvě rozdílné části: 1) do r. 1964 byly průměrné přírůsty poměrně velké (až na roky 1889 a 1904) s výraznějšími výkyvy, 2) po r. 1964 se výkyvy mezi jednotlivými letokruhy zmenšují a stejně tak se snižují hodnoty průměrných přírůstů. V chronologii pro Odaesan vidíme velké výkyvy v průběhu celého dosavadního růstu. Korelační koeficient pro tento druh má hodnotu 0,029, tedy velmi malá podobnost. Pro *Kalopanax pictus* (Obr. 32) je chronologie od roku 1850 v Odaesanu a 1892 na Hallasanu. Růstová křivka pro Hallasan vykazuje mnohem větší fluktuace než křivka v Odaesanu.

Korelační koeficient pro druh *Kalopanax pictus* byl 0,1. *Quercus mongolica* (**Obr. 33**) je pro Odaesan datován od r. 1844 a pro Hallasan od r. 1895. Obě křivky mají podobný trend růstu, výrazný rozdíl byl znatelný až na konci růstových řad, kdy v r. 2000 duby na Hallasanu vykazují výrazný nárůst, oproti tomu v Odaesanu nápadný pokles. Korelační koeficient pro *Q. mongolica* je 0,285, tedy největší podobnost mezi srovnávanými listnatými stromy.

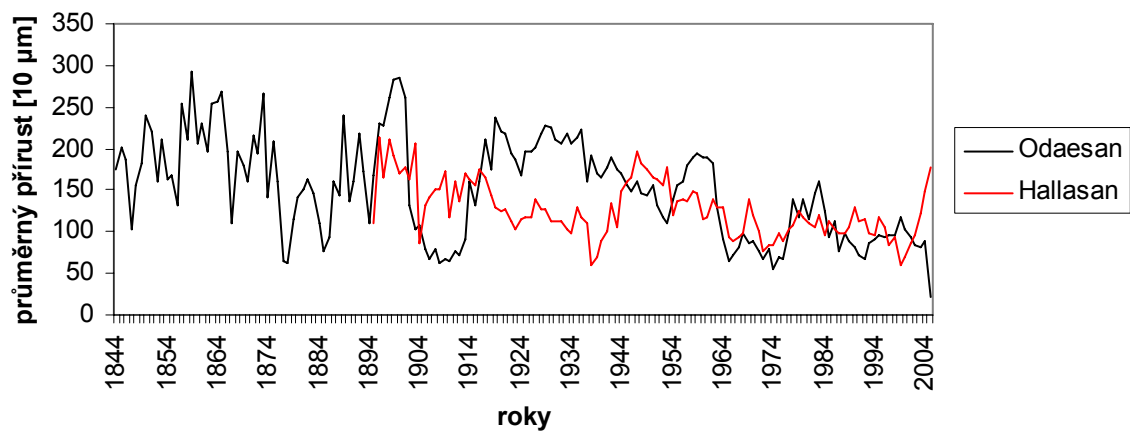
Obr. 31 Srovnání růstových křivek druhu *Acer pseudosieboldianum*



Obr. 32 Srovnání růstových křivek druhu *Kalopanax pictus*



Obr. 33 Srovnání růstových křivek druhu *Quercus mongolica*



5. Diskuze

5.1 Flóra

Ve všech 108 snímcích se dohromady zaznamenalo 283 druhů vyšších rostlin 70 čeledí. Ve stromovém patře bylo 67 druhů, z toho 8 jehličnanů, v keřovém patře 99 druhů a v bylinném 268 druhů. Nakai (1952) uvádí pro Korejskou flóru 4196 druhů, 968 rodů a 223 čeledí, z nichž 1116 druhů 11 rodů bylo endemických pro danou oblast. Recentnější práce (Lee 1982) uvádějí 4164 druhů, 170 čeledí, 897 rodů a z toho pouze 407 druhů endemických. Ve studovaných smíšených horských doubravách bylo zaznamenáno 19 endemických druhů pro Korejský poloostrov (*Abelia coreana* v. *insularis*, *Abies koreana*, *Androsace cortusifolia*, *Aruncus dioicus* v. *kamtschaticus*, *Asarum maculatum*, *Berberis koreana*, *Carex erythrobasis*, *Carex gifuensis*, *Cirsium setidens*, *Galium koreanum*, *Hepatica insularis*, *Patrinia saniculifolia*, *Pimpinella koreana*, *Prunus yedoensis*, *Saussurea conandrifolia*, *Saussurea uchiyamana*, *Smilacina bicolor*, *Syringa patula* v. *kamibayashii*, *Viola diamantica*). Poměrně vysoký počet endemických druhů najdeme na území tří studovaných pohoří: Seoraksan (65), Jirisan (42) a Hallasan (75) (Kong & Watts 1993). Dominantní dřevinou smíšených doubrav je *Quercus mongolica*, který najdeme v horských oblastech celého Korejského poloostrova, dále pokrývá rozsáhlá území v severovýchodní Číně (Mandžusko), v Rusku od Vladivostoku po řeku Amur (Šikote-Alin), na nejsevernějším japonském ostrovu Hokkaido tvoří dominantní vegetaci od nížin až do poloh kolem 1000 m.n.m, kde je nahrazen smíšeným jehličnatým lesem s *Abies sachalinensis*, *Picea glehnii* a *Picea jesoensis*. Obdobně na Korejském poloostrově je dub mongolský nahrazen ve vyšších polohách jižněji položených pohoří (Jirisan, Hallasan, ca. od 1500 m.n.m) jehličnatým porostem *Abies koreana*, *Picea jesoensis*, *Abies nephrolepis* (Jirisan) a *Abies koreana* (Hallasan) (Song 1991, Kang et al. 1997). *Abies koreana* tvoří široký pás a horní hranici lesa na vulkánu Hallasan od 1500 do 1950 m.n.m společně s druhy *Betula ermanii*, *Ilex crenata* var. *microphylla* a *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*. V severněji položených pohořích (Seoraksan, Odesan) vystupuje *Quercus mongolica* až na horní hranici lesa společně s břízou *Betula ermanii*, a to především na závětrných východních svazích; na návětrných západních svazích tvoří horní hranici lesa jedle *Abies nephrolepis*. Širokou ekologickou amplitudu dubu mongolského a jeho odolnost vůči extrémním podmínkám prostředí dokazuje výskyt na nejvyšším vrcholu pohoří Seoraksan (Taecheongbong 1708 m.n.m.) a přilehlých západních a severních svazích, kde

roste v keřové formě spolu bambusem *Sasa borealis* a klečí *Pinus pumila* (Kong & Watts 1993). V případě kleče jde o nejjihnější výskyt na Korejském poloostrově.

Ve středních polohách pohoří Korejského poloostrova (s výjimkou ostrova Hallasan) je významnou součástí smíšených doubrav jedle *Abies holophylla* a borovice *Pinus koraiensis* (Song 1991). *Abies holophylla* roste v Rusku (východní Sibiř, Amur), Číně (Mandžusko) a Koreji, ale ne v Japonsku kde je nahrazena druhy *Abies sachalinensis* a *Abies veitchii*. U *Abies holophylla* je udáván průměrný spodní a horní limit výškové rozpětí 493 a 1008 m.n.m. (Kong & Watts 1993). U borovice *Pinus koraiensis*, která roste obdobně jako *Abies holophylla* v Rusku (východní Sibiř, Amur), Číně (Mandžusko), ale i v Japonsku (Honšu), je udáván průměrný spodní a horní limit výškové rozsahu 632 a 1308 m.n.m. Smíšené porosty *Pinus koraiensis*, *Abies holophylla* a *Quercus mongolica* se označují jako „Manchurian Broadleaved–Conifer forests“ (Nakamura & Krestov 2005), „Pan Mixed forest zone“ (Tatewaki 1958), nebo jsou klasifikovány do svazu *Pino koraiensis-Quercion mongolicae* (Kim 1990) a představují zonální vegetační typ v maritimní a submaritimní oblasti v rámci daného areálu. Typickými druhy těchto lesů jsou dále *Acer tschonoskii*, *Tilia amurensis*, *Pimpinella brachycarpa*, *Pedicularis resupinata*, *Angelica gigas* a *Synurus deltoides*. V jižní části Korejského poloostrova se tyto smíšené lesy vyskytují v nadmořských výškách nad 1000 m. Sporadicky se vyskytují v nižší nadmořské výšce na skalnatých hřebenech, například v Seoraksanu a Odesanu (600 m) a Jirisanu (1000 m). Na Paektusanu v pohoří Changbaishan v Severní Koreji se lesy *Pino koraiensis-Quercion mongolicae* vyskytují mezi 500-1100 m, zatímco v Mandžusku v severovýchodní Číně je najdeme i v nížinných polohách (Kolbek at al. 2003). V kontinentálních částech areálu smíšených doubrav se podíl jehličnanů snižuje či převažují čisté porosty s *Quercus mongolica* (Daurian Continental Area of *Quercus mongolica* forest, Nakamura & Krestov 2005).

Ve středních polohách Korejských hor ustupují jehličnany, a dominantní vegetací se stávají mezofilní doubravy dubu mongolského, typicky v podrostu s keřem či malým stromem *Lindera obtusiloba* (*Lindero-Quercion mongolicae*). Mezi časté druhy keřového a nižšího stromového patra patří dále *Styrax obassia*, *Fraxinus sieboldiana*, *Stephanandra incisa*, *Rhododendron schlippenbachii*, *R. mucronulatum* a *Magnolia sieboldii*. V těchto porostech se nachází také spousta jarních geofytů. Podle zastoupení bambusu *Sasa borealis* v podrostu se tradičně rozlišují dva typy těchto doubrav: 1) *Saso-Quercetum mongolicae*, což je široce rozšířený typ mezofilních doubrav, který najdeme na mírných svazích na hlubších půdách, často s druhově chudým bylinným patrem díky hustému bambusu, 2) a *Artemisio-Quercetum mongolicae* což jsou xerofilní doubravy na skalnatých svazích a kyselých půdách v nižších a

středních polohách s druhy jako *Artemisia keiskeana*, *Melanpyrum roseum*, *Saussurea tanakae* či *Carex humilis*. Častá je také přítomnost borovice *Pinus densiflora*, která je obecně teplomilnější než *Pinus koraiensis*.

V nižších polohách hor a jižní části Korejského poloostrova ustupuje dub mongolský teplomilnějším dubům jako je *Q. variabilis*, *Q. serrata*, *Q. acutissima* a *Q. dentata* a habrům *Carpinus cordata* a *C. laxiflora*. Lesnímu zápoji dominuje *Quercus serrata* (*Callicarpo-Quercion serratae*). Hojně jsou též dřeviny *Stewartia koreana*, *Callicarpa japonica*, *Styrax japonica*, *Lindera erythrocarpa*, či *Cornus controversa*. Zastoupení habrů se zvyšuje směrem na jih a ve středních nadmořských výškách, zatímco na sever a směrem do vyšších poloh se jejich podíl snižuje. Habry *Carpinus laxiflora* a *C. tschonoskii* tvoří smíšené porosty s *Quercus serrata* či *Q. mongolica* (asi nejzachovalejší porosty lze dnes nalézt na Hallasanu), nebo rostou mozaikovitě v rámci doubrav. Jejich lokální dominance není způsobena klimatickými, ale spíše edafickými podmínkami, neboť jejich výskyt je často vázán na suťové svahy s velkými žulovými nebo rulovými balvany. Předpokládá se, že habry, které mají menší semena než duby, jsou kompetičně silnější v tomto prostředí. Obecně tyto druhově bohaté doubravy či dubohabřiny utrpěly vlivem člověka nejvíce a dnes se v původní podobě vyskytují především v blízkosti starých buddhistických klášterů. Všechna větší Korejská města jsou situována na původním území těchto lesů (Kim 1990).

5.2 Klasifikace vegetace

Vegetace zkoumané oblasti byla mozaikou různorodých typů lesních společenstev. Jak ukazují výsledky TWINSPANu, vegetace byla striktně rozlišena na ostrovní a pevninskou část v prvním dělení, tedy podél gradientu zeměpisné šířky. V rámci těchto dvou skupin probíhá další rozdělení podél měnící se nadmořské výšky. Výsledné skupiny byly zařazeny podle již existujících systému Kim (1990) pro poloostrovní část a Yim et al. (1990) pro ostrov Hallasan.

První (*Abies holophylla* - *Quercus mongolica* - *Sasa borealis*) a třetí (*Ulmus laciniata* - *Alangium platanifolium*) skupinu získanou klasifikační metodou TWINSPAN jsme zahrnuli do svazu *Lindero-Quercion mongolicae* (Kim 1990), který se vyskytuje ve středních nadmořských výškách (200-1400 m.n.m. v Jižní Koreji) horských a centrálních oblastí Korejského poloostrova, jež pokrývají pro Koreu typické doubravy. Do tohoto společenstva byly obě skupiny zahrnuty, jelikož se nacházely v uvedeném výškovém rozmezí (1. sk. ≈ 925 m.n.m.; 3. sk. ≈ 784 m.n.m.) a podle druhového složení, které se shodovalo s druhy

uvedenými v práci Kima (1990), např. *Styrax obasia*, *Fraxinus sieboldiana*, *Lindera obtusiloba*. Druhá skupina (*Abies nephrolepis* - *Quercus mongolica* - *Rhododendron schlippenbachii*) byla zařazena do svazu *Pino koraiensis-Quercion mongolicae* (Kim 1990) vyskytující se ve vyšších polohách 1000-1500 m.n.m. v Seoraksanu, 1000-1400 m.n.m. v Odaesanu a 1300-1500 m.n.m. v Jirisanu. Obecně se toto společenstvo v Jižní Koreji nevyskytuje pod 1000 m.n.m. (Kim 1990). Naše skupina se shoduje s danou jednotkou v druhovém složení (např. *Pinus koraiensis*, *Abies nephrolepis*) i výškovým umístěním (Seoraksan \approx 1308 m.n.m.; Odaesan \approx 1433 m.n.m.; Jirisan \approx 1428 m.n.m.). Zařazení čtvrté skupiny (*Lindera obtusiloba* - *Quercus mongolioca* - *Styrax obasia*) do použitého syntaxonomického schématu, již nebylo tak jednoznačné. Tato skupina se nedá jasně zařadit pouze do jediného svazu z více příčin. První je velký rozptyl výskytu po výškovém gradientu (Seoraksan- 400-805 m.n.m; Jirisan- 755-1280 m.n.m), druhou je druhová různorodost. Oba důvody způsobují velký rozsah této skupiny, v níž se prolínají druhy svazů *Lindero-Quercion mongolicae* a *Callicarpo-Quercion serratae* (Kim 1990). Svaz *Callicarpo-Quercion serratae* se nachází v nižších polohách (500-950 m.n.m.) a v jižní části poloostrova je přechodným (nebo sekundárním) typem doubrav propojených s habřinami (Kim 1990). Svaz je charakterizován několika druhy stromového patra, např. *Quercus serrata* a *Carpinus laxiflora* (Kim 1990), které jsou zastoupeny větší měrou i v námi vyčleněné skupině *Lindera obtusiloba* - *Quercus mongolioca* - *Styrax obasia*. Avšak i v prvním ze dvou svazů, které tato skupina zahrnuje, jsou pro něj charakteristické druhy např. *Rhododendron schlippenbachii* či *Stephanandra incisa* (Kim 1990) obsaženy ve skupině č. 4.

Se skupinou č. 5 se přeneseme z Korejského poloostrova na ostrov Hallasan. Toto společenstvo jsme začlenili do skupiny *Carpinus laxiflora-Quercus mongolica* var. *grosseserrata* (Yim et al. 1990), vyskytující se od 1100 do 1500 m.n.m., tedy v rozmezí výšek při jejichž spodní hranici se vykytuje daná skupina (1120-1200 m.n.m.). Do stejné vegetační jednotky (*Carpinus laxiflora-Quercus mongolica* var. *grosseserrata* (Yim et al. 1990)) jsme zařadili skupinu č. 6 *Abies koreana* - *Quercus mongolica* - *Taxus cuspidata*, která se ovšem narozdíl od skupiny č. 5 rozprostírá ve vyšších nadmořských výškách (cca 1350 m.n.m.). Poslední dvě získané skupiny č. 7 (*Lindera erythrocarpa* - *Quercus serrata* - *Daphniphyllum macropodum*) a č. 8 (*Rhododendron weyrichii* - *Ilex crenata* - *Carpinus tschonoskii*) byly zařazeny do společenstva *Daphniphyllum macropodum* - *Carpinus tschonoskii* (Yim et al. 1990) vyskytujícího se v rozpětí nadmořských výšek od 600 do 900 m.n.m.

Pokud se podíváme, jak byla naše data rozčleněna, můžeme nalézt nevyváženost v počtu vyčleněných skupin, které byly získány pro poloostrov a pro ostrovní část. Pro každé

toto území jsme získali 4 skupiny, avšak počet snímků pro poloostrov je výrazně větší (84) než pro Hallasan (24). Definicí fytoocenologických asociací a volbou charakteristických druhů se zabývali Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Pokud se zabýváme malým geografickým územím, může být identifikováno mnoho charakteristik a rozdílných druhů, ale jestliže se zkoumané území zvětší, více druhů, které měly lokálně silný vztah s jednou skupinou, můžeme nyní nalézt v jiných skupinách (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Touto teorií si v našem případě můžeme vysvětlit několik věcí: 1) při zařazování našich skupin do již vzniklých syntaxonomických jednotek jsme více skupin zařadili do jednoho svazu, protože tyto práce byly dělány pro větší území (jak na poloostrově, tak na ostrovní části), avšak 2) u skupiny č. 4 vidíme opačnou situaci, kdy naše skupina patří do dvou svazů. Ve skupině č. 4 bylo zahrnuto velké množství ploch (22). Při dalším dělení by se tyto plochy rozčlenily do dvou skupin, které by se již zřejmě zařadily do dvou výše zmíněných svazů.

5.3 Vegetační analýza

Nepřímou gradientovou analýzou (DCA) (**Obr. 5-8**) bylo zjištěno, že pokryvnost keřového a bylinného patra je negativně korelována s pokryvností stromového patra. Tento výsledek je v částečném rozporu s již existujícími studiemi. Např. Šrůtek et al. (2003b) považovali za hlavní faktor ovlivňující změnu ve společenstvu korunový zápoj, a to jak stromového, tak keřového patra, který snižuje množství dopadajícího světla na podrost. Tedy zvyšující se pokryvnost stromového a keřového patra negativně ovlivňuje pokryvnost patra bylinného. Dai et al. (1990) tvrdí, že v důsledku většího pokrytí keřů je biomasa bylinného patra nižší.

Jednotlivé životní formy rostlin lze popsat jako skupinu rostlin s adaptací na určité ekologické podmínky (Lande 1982, Mera et al. 1999). Druhy v rámci jedné životní formy tedy využívají stejné zdroje a mají podobné odpovědi na prostředí. V důsledku toho může být kompetice o tyto zdroje intenzivnější uvnitř dané životní formy, než mezi rozdílnými funkčními typy (Walker 1992, Pausas & Austin 2001). Modely druhové bohatosti mohou být více interpretovatelné nejen s ohledem na druhovou bohatost rozdílných funkčních typů, ale i na celkovou druhovou bohatost (Pausas & Austin 2001). Z těchto důvodů je identifikace a zhodnocení životních forem velmi důležité k ohodnocení funkce ekosystému (Diaz & Cabido 1997) a také k porozumění modelů druhové bohatosti ve vztahu ke gradientům prostředí (Lieberman et al. 1996, Aiba & Kitayama 1999). Zde prezentované výsledky ukazují jasně definovatelné vztahy mezi jednotlivými životními formami utvářejícími studovaná

společenstva. Jak ukazuje **Obr. 11**, výskyt nano- a megafanerofyty vykazuje velmi těsnou vazbu. Zároveň to jsou jediné dvě skupiny životních forem, které jsou výrazně negativně korelovány jak s nadmořskou výškou, tak zeměpisnou šířkou. Keřové stromy a semenáčky stromů jsou pozitivně korelovány se zeměpisnou šířkou, ale jejich pokryvnost klesá s rostoucí nadmořskou výškou. Zastoupení chamaefyt, epifyt a stromových keřů klesá tím více, čím je společenstvo položeno více na sever. Podíl terofyt, semenáčků keřů a hemikryptofyt roste se zvyšující se zeměpisnou šířkou. Mikrofanerofyty, geofyty a hydrofyty (zastoupen pouze druhem *Saxifraga fortunei*) byly více zastoupeny ve vyšších nadmořských výškách. Wang et al. (2002) analyzoval relativní druhovou bohatost různých životních forem podél gradientu nadmořské výšky. Výsledkem bylo zjištění, že relativní druhová bohatost různých životních forem se lišila podél zvoleného gradientu. V druhové bohatosti stromového patra (megafanerofyt) byla zjištěna negativní korelace s nadmořskou výškou na Aljašce (Kessell 1979), v Tennessee (Whittaker 1956) a v Costa Rica (Holdridge et al. 1971), shrnuto v Stevens (1992). Jak rozdílné reakce na nadmořskou výšku mezi jednotlivými životními formami, tak klesající zastoupení makrofanerofyt potvrzují i naše výsledky. Jediným rozdílem je, že zmiňované studie byly prováděny na druhové početnosti jednotlivých životních forem, zatímco my jsme pracovali s podílem pokryvnosti v rámci daného společenstva pro jednotlivé formy.

Druhová bohatost zkoumaných lesů je velice rozdílná. Minimálně bylo zaznamenáno 9 a maximálně 57 druhů v ploše o velikosti 10 x 10 m. Na **Obr. 8+9** a **16** vidíme, že druhová bohatost vyjádřena třemi užitými indexy je pozitivně korelována se zvyšující se zeměpisnou šířkou. Druhová diverzita se zvyšuje také se vzrůstající nadmořskou výškou (**Obr. 8+9, 14**). Dalším gradientem který je pozitivně korelován s druhovou početností je sklon svahu.

V našich datech je velké zastoupení bambusu, ať už druhu *Sasa borealis* nebo *S. quelpartensis*. Biologií tohoto druhu a jeho vlivu na vegetaci se zabývá několik prací, např. Makita (1997), Takahashi & Kohyama (1999), Abe et al. (2002). Bambus roste velkoplošně a tvoří zapojený porost vysoký kolem 70 cm. Jedná se o monokarpický druh, který může po vykvetení odumřít na rozsáhlých plochách. Před hromadným kvetením se relativní osvětlenost pod zápojem bambusu pohybuje okolo 4-5% (Makita 1997). Jak jsme se již zmínili dříve, *Sasa* byla zařazena v rámci životních forem do skupiny nanofanerofyt. Na **Obr. 8+9, 17** a **18** je vidět, že se vzrůstající nadmořskou výškou, resp. zeměpisnou šířkou klesá podíl nanofanerofyt. Zastoupení nanofanerofyt by nám tedy mohlo vysvětlit zdánlivě neobvyklé trendy v druhové bohatosti podél gradientů nadmořské výšky a zeměpisné šířky. Jak je ukázáno na **Obr. 8+9** a **13** vztah mezi zastoupením Shannonova diverzita, ekvibilita i počet

druhů klesá se vzrůstajícím zastoupením nanofanerofyt. Navíc zastoupení bambusu v severní části území (Seoraksan) bylo jen na některých plochách narozdíl od jižněji položených pohoří (zejména v Jirisanu a Hallasanu). To, že se bambus nevyskytuje v hojném počtu v Seoraksanu, je způsobeno půdními podmínkami (skalnatá oblast, suťové svahy). Studované druhy bambusů mají mělký kořenový systém, který je kompenzován rozsáhlým systémem oddenků, který se tvoří v husté síti pod povrchem půdy do hloubky 20 cm. Hustý podrost bambusu tedy najdeme na hlubších půdách (Jirisan, Hallasan) než na půdách mělkých s vysokým obsahem skeletu (Seoraksan). Dalším faktorem limitujícím výskyt studovaných druhů bambusů jsou klimatické podmínky, především nízké teploty na konci vegetační sezony a začátkem zimy (Abe et al. 2002). Vysoká sněhová pokrývka zabraňuje vymrzání bambusu, jehož distribuce pak často velmi úzce koreluje s distribucí sněhu. V severovýchodní Asii najdeme studované druhy bambusů či jejich blízké příbuzné druhy (např. *Sasa kurilensis* a *S. japonica*) především v oblastech s maritimním klimatem charakteristickým velkým množstvím srážek (západní část Japonských ostrovů Hokkaido a Honšu, Sachalin, jižní Kurilské ostrovy), zatímco v oblastech, kde klima nabývá kontinentálního charakteru a ubývá srážek, bambus ustupuje (Makita 1997). Toto obecné schéma lze aplikovat s určitou rezervou i na studované území jižní části Korejského poloostrova, v kterém se maritimní či submaritimní oblasti, kam patří ostrov Hallasan a pohoří Jiri, vyznačují vysokou dominancí bambusu v podrostu smíšených lesů, která vede k výrazné redukci druhové bohatosti bylinného patra, zatímco v pohoří Seroraksan a Odesan, bambusu ubývá a s tím se zvyšuje druhová bohatost bylinného a nižšího keřového a stromového patra.

5.4 Analýza letokruhových dat

Na základě analýzy všech odebraných vzorků jsem zjistili základní trendy v růstu jednotlivých dřevin. Jednotlivé druhy stromů můžeme rozlišit podle toho, jaké preferují stanoviště, co se týče světelných podmínek, na druhy světlomilné či stínomilné. Příslušnost stromů k dané skupině lze odvodit podle charakteru jeho růstové křivky. Pro stínomilné druhy jsou charakteristické malé přírůsty v počáteční fázi růstu s následujícím výrazným nárůstem v délce letokruhů po určitou dobu života, po které opět růst poklesne. Tyto druhy jsou schopny přežít po relativně dlouhou dobu v podrostu a čekat na vytvoření volného prostoru (gapu). Naopak druhy světlomilné vytvářejí velké přírůsty na počátku růstu se sestupnou tendencí v jejich velikosti (Schweingruber 1996). Mezi stínomilné druhy jsme zařadili *Abies koreana*, *Pinus koraiensis*, *Tilia amurensis*, *Carpinus tschonoskii* a *Fraxinus rhynchophylla*.

Naopak růstovou křivku charakteristickou pro světlomilné druhy měli *Abies koreana*, *Sorbus alnifolia*, *Prunus maximowiczii*, *Cornus kousa* a *Kalopanax pictus*. Ostatní druhy (*Taxus cuspidata*, *Acer pseudosieboldianum* a *Quercus mongolica*) nevykazují ani jeden z popsaných trendů. Mohlo by se tedy jednat o druhy, které nemají vyhraněné požadavky, alespoň co se světelných podmínek týče.

Podobnost mezi velikostí přírůstů v jednotlivých letech je vyjádřena variačním koeficientem (**Tabulka 5**). Největší fluktuace vykazuje *Pinus koraiensis* (CV=0,742), *Tilia amurensis* (CV=0,636) a *Abies holophylla* (CV=0,628) pro Odaesan a *Kalopanax pictus* (CV= 0,767), *Carpinus tschonoskii* (CV= 0,755) a *Sorbus alnifolia* (CV= 0,721) na Hallasanu. U druhu *Carpinus tschonoskii* je možné, že velká variabilita je způsobena chybami vzniklými při měření. U ostatních druhů, které mají letokruhová data dobře čitelná, lze tyto výrazné výkyvy vysvětlit buďto klimatickými faktory (průměrné teploty či srážky v jednotlivých měsících) (Yasue et al. 1996) či změnou struktury v rámci společenstva, zejména konkurencí o světlo (Doležal et al. 2007).

Největší průměrné přírůsty pro druhy zaznamenané na obou plochách vykazují druhy *Kalopanax pictus* a *Quercus mongolica*. Pro oba druhy je větší průměrný přírůst zaznamenan v Odaesanu. Pro druh *Quercus mongolica* lze vyšší průměrný přírůst v Odaesanu vysvětlit optimální výškovou polohou plochy (1130 m.n.m.). V těchto výškách jsou původní doubravy, ve kterých dominuje právě *Q. mongolica*. *Acer pseudosieboldianum* vykazoval průměrně velmi malé přírůsty na obou plochách, přičemž větší průměrná hodnota letokruhů tohoto druhu byla zjištěna na Hallasanu. Hodnoty pro tento druh mohou být opět zkresleny chybami způsobenými při měření. Průměrné hodnoty srovnávaných druhů nevykazují rozdíl mezi zvolenými plochami. Můžeme tedy přepokládat relativně stejný přírůst jak v Odaesanu, tak na Hallasanu.

Korelační koeficient růstových křivek byl pro zvolené druhy jehličnanů poměrně vysoký (*Abies holophylla* a *Pinus koraiensis*, $r = 0,864$). Oba druhy spolu koexistovaly v rámci jedné plochy (Odaesan). Jejich růst tedy probíhal pod relativně podobnými vlivy. Ovšem poměrně těsnou vazbu jsme našli i u *Pinus koraiensis* a *Abies koreana*, $r = 0,623$ a *Abies holophylla* a *Abies koreana*, $r = 0,539$, z nichž se vždy jeden druh vyskytoval v Odaesanu a druhý na Hallasanu. Hodnoty korelačního koeficientu mezi srovnávanými druhy listnáčů jsou o poznání nižší. Tento fakt byl zřejmě způsoben tím, že pro jehličnany se vždy používala data pro jednotlivé druhy z více jak 4 jedinců. U listnatých stromů jsme často srovnávali druh, který byl zastoupen pouze jedním jedincem. Tyto údaje byly tedy zřejmě

zkresleny lokálními faktory působícími na jednotlivé stromy, které se mohou výrazně lišit i na malém území.

5.5 Návrh managementu studovaných lesů

Krajina a vegetace celého Korejského poloostrova byla silně modifikována různými lidskými aktivitami. Upravování krajiny pro zemědělskou činnost (včetně užití požáru) má obzvlášť dlouhou historii v Koreji (2000 let), sousední Číně (5000 let) a Japonsku (3000 let) (Nakagoshi et al. 1987, Lautensach 1988, Nakagoshi 1995). Například původní listnaté lesy Korejského poloostrova (většinou tvořeny druhem *Quercus mongolica*; Yim 1995) byly káceny pro obdělávání půdy, včetně mýcení a vypalování (Nakagoshi et al. 1987). Ve 20. století došlo k intenzivnímu narušení těchto porostů vlivem člověka především v období 1910-1945, během koloniální nadvlády Japonska, a v letech 1950-53 během Korejské války. V roce 1973 se vláda Jižní Koreje pustila do náročného plánu, který měl za cíl v průběhu deseti let opětovně vysázet les na rozlehlých odlesněných plochách. Důsledkem toho bylo, že les byl sice osázen, ale často nepůvodními druhy. Smíšené doubravy byly většinou vysázeny spolu s *Pinus densiflora* nebo *Pinus koraiensis*. Navíc v 70. letech 20. století byly zřízeny velké plantáže lesů pro palivové dřevo vysázením trnovníku akátu (*Robinia pseudoaccacia*) (Lee et al. 2004). Vývojem sekundárního lesa po těžbě se zabýváme v Doležal et al. (2007). Obnova lesa probíhá buďto ze semenáčků, a nebo obrážením kmenů (vznikají tzv. pařeziny).

Pro lesy, kterými se zabýváme v předkládané práci by byla bezzásahovost, popřípadě výběrová těžba pravděpodobně nejvhodnějším managementem. V žádném případě nedoporučujeme velkoplošnou těžbu. Na severu území (Seoraksan) by důsledkem takové činnosti byly sesuvy suťových svahů spojené s půdní erozí (velké sklony svahů 25-45°). Jsou známé případy ze Severní Koreje, kdy v průběhu 90. let 20. století v důsledku hladomoru byly odlesněny horské svahy s následným vybudováním políček. Tyto svahy se však v důsledku intenzivních dešťů následně sesunuly. Ve zbývajících pohořích by zřejmě byl také problém s půdní erozí. Ovšem hlavním problémem, zejména v Jirisanu a Hallasanu, by byl bambus. Jeho kompaktní zápoj by neumožnil obnovu lesa, ať už z přítomných semenáčků nebo ze semenné banky, protože tento porost samotný nemá takovou schopnost udržet mikroklima, jaké by bylo v lese, např. větší výkyvy teploty u země (Abe et al. 2002). Tím by vznikla velká území, která by byla ve stádiu blokováné sukcese po několik desetiletí, resp. do hromadného kvetení a odumření bambusu. Toto stadium jsme pozorovali na Hallasanu (**Foto 5,6**).

6. Závěr

Zpracováním dat získaných ze čtyř horských oblastí (Seoraksan, Odaesan, Jirisan a Hallasan) v Jižní Koreji se podařilo získat následující výsledky:

- 1) V rámci studovaných horských temperátních lesů lze rozlišit několik typů společenstev, které je možné zařadit do již existujících systémů.
- 2) Zastoupení různých životních forem se mění odlišně podél gradientů nadmořské výšky a zeměpisné šířky.
- 3) Druhová diverzita této oblasti je ovlivněna především přítomností bambusu, který výrazně snižuje druhovou pestrost zkoumaných společenstev.
- 4) Standardní chronologie radiálního růstu byla vytvořena pro 13 druhů dřevin (9 listnáčů, 4 jehličnany). Nejstarší vytvořená chronologie u druhu *Abies hollophyla* sahá až do roku 1821.
- 5) Srovnáním růstových křivek v rámci dvou zkoumaných ploch, v pohořích Odaesan a Hallasan, vykazují největší podobnost jehličnany.
- 6) Doporučeným managementem pro horské temperátní smíšené doubravy je bezzásahovost, popřípadě výběrová těžba.

Informace, které nám nahromaděná data mohou vypovědět o fungování ekosystému studované oblasti, nejsou touto studií zdaleka vyčerpány. Předložené výsledky se dají použít jako podklad pro rozšíření této práce. Zejména informace o růstu dřevin, jejichž základní analýza je v této práci zmíněna jen okrajově, představují možnosti pro detailnější průzkum, např. výzkum mezidruhových vztahů dřevin.

7. Poděkování

Děkuji mému školiteli Jiřímu Doležalovi za téma této práce, odborné vedení a rady nejen při jejím vypracovávání. Tomáši Černému za poskytnutí dat z roku 2005 a předávání zkušeností o rozpoznávání flóry dané oblasti. Prof. Jong-Suk Songovi za překlady Korejské literatury a pomoc při určování „nerozpoznatelných“ rostlinných druhů. Tomáši Kolářovi a Alžbětě Čejkové za zasvěcení do analýzy letokruhových dat a za umožnění přístupu k programu PAST32. Tomáši Tymlovi za pomoc při konečném zpracování. Elišce Padyšákové a Zuzce Ondráčkové za opravy vyplývající z mé absolutní neznalosti gramatiky. Dále děkuji všem, kteří mi pomohli dovést práci až do konce. Tato práce byla podporována Grantovou Agenturou ČR (206/05/0119) a Korea Science and Engineering Foundation.

Literatura

- Abe M, Izaki J, Miguchi H, Masaki T, Makita A, Nakashizuka T (2002) The effects of *Sasa* and canopy gap formation on tree regeneration in old beech forest. *Journal of Vegetation Science* 13:565-574
- Aiba S, Kitayama K (1999) Structure, composition and species diversity in a altitude-substrate matrix of rain forest tree communities on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology* 140:139–157
- Austin MP (1985) Continuum concept, ordination methods, and niche theory. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16:39–61
- Austin MP (1999) The potential contribution of vegetation ecology to biodiversity research. *Ecography* 22:465–484.
- Braun-Blanquet J (1964) *Pflanzensoziologie-Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien.
- Brown JH (1995) *Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago
- Brown, JH, Lomolino MV (1998) *Biogeography*. Sinaur Sunderland, Mass
- Callaway RM (1998) Competition and facilitation on elevation gradients in subalpine forests of the northern Rocky Mountains, USA. *Oikos* 82:561–573
- Choung Y, Lee BC, Cho JH, Lee KS, Jang IS, Kim SH, Hong SK, Jung HC, Choung HL (2004) Forest responses to the large-scale east coast fires in Korea. *Ecological Research* 19:43–54
- Chun YM, Lee HJ, Lee CS (2006) Vegetation trajectories of Korean red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) forests at Mt. Seorak, Korea *Journal of Plant Biology* 49:141–152
- Colwell RK, Hurtt GC (1994) Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect. *The American Naturalist* 144:570–595
- Colwell RK, Lees DC (2000) The mid-domain effect: geometric constraints on the on the geography of species richness. *Trends in Ecology & Evolution* 15:70–76
- Dai XB, Chen LZ, Huang JH (1990) The restoration of the destroyed forest vegetation in Yunmeng Mountain, Beijing, China. *Vegetatio* 87:145–150
- Diaz S, Cabido M (1997) Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science* 8:463–473

- Doležal J, Šrůtek M (2002) Altitudinal changes in composition and structure of mountain-temperate vegetation: a case study from the Western Carpathians. *Plant Ecology* 158:201–221
- Doležal J, Altman J, Janeček Š, Černý T, Song JS, Šrůtek M, Kolbek J (2007) Postlogging stand recovery, tree growth and competition in mixed-oak (*Quercus mongolica*) forest in South Korea. *Forest Ecology and Management* (submitted)
- Dostálek J, Dostálek J Jr, Mucina L, Hwang HD (1988) On taxonomy, phytosociology and ecology of some Korean *Rhododendron* species. *Flora* 181:29–44
- Feliksik E (1993) Teleconnection of the radial growth of fir (*Abies alba* Mill.) within central Europe. *Dendrochronologia* 11:171–175
- Fischer AG (1960) Latitudinal variations in organic diversity. *Evolution* 14:64–81
- Fleishman E, Austin GT, Weiss A (1998) An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients in montane butterfly communities. *Ecology* 79:2472–2483
- Fritts HC, Smith DG, Cardis JW, Budelsky CA (1965) Tree-ring characteristics along vegetation gradient in northern Arizona. *Ecology* 46:393–401
- Grime JP (1979) *Plant strategies and vegetation processes*. J. Wiley & Sons, Chichester
- Hill MO (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
- Holdridge LR, Grenke WC, Hatheway WH, Liang T, Tosi JA (1971) *Forest environments in tropical life zones: a pilot study*. Pergamon, New York
- Hughes MK (1989) The tree-ring record. In: Bradley RS (ed) *Global changes in the past*. Boulder, Colorado UCAR/ Office for Interdisciplinary Earth Studies, pp117–137
- Institute of Plant Environment - Office of Rural Development (1971) *Official Soil Series Description*, vol. 1. Soil Survey Material 3. Seoul (in Korean)
- Kang SJ, Kwak AK, Kikuchi T (1997) A phytosociological description of the *Abies koreana* forest on Mt. Halla in Cheju Island, Korea. *Korean Journal of Ecology* 20:293–298
- Kessell SR (1979) *Gradient Modelling*. Springer, New York, Heidelberg, Berlin
- Kim CM (1980) Environmental change and origin of agriculture in Korea. *Korean Journal of Ecology* 3: 40-49
- Kim HS (2004) *Checklist of Korean plants*. Life Science Publishing Co., Seoul
- Kim JW (1990) A syntaxonomic scheme for the deciduous oak forests of South Korea. *Abstrakta Botanica* 14:51–81

- Kolbek J, Šrůtek M, Box EO (eds) (2003) Forest vegetation of Northeast Asia. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Kolbek J, Valachovič M, Jarolínek I (1998) Plant communities of rock habitats in North Korea: 2. Communities of moist rocks. *Biologia* 53:37–51
- Kong WS, Watts D (1993) The plant Geography of Korea with the emphasis on the Alpine Zones. Kluwer Academic Publishers. Geobotany 19
- Korea Meteorological Service (1985) Climatic summary of Korea. Dongjin munhwasa, Seoul (in Korea)
- Köppen W (1936) Das geographische System der Klimate. In: Köppen W, Geiger R (eds) *Handbuch der Klimatologie*. IC, Berlin
- Krasowski MJ, Hering LJ, Letchford T (1993) Winterfreezing injury and frost acclimation in planted coniferous seedlings. Canada British Columbia partnership agreement on forest resource development: FRDA II. Rep. 206. Canadian Forest Service, Pacific Forest Centre
- Krestov PV, Song JS, Nakamura Y, Verkholat VP (2006) A phytosociological survey of the deciduous temperate forests of mainland Northeast Asia. *Phytocenologia* 36:77–150
- Lande R (1982) A quantitative genetic theory of life history evolution. *Ecology* 63:607–615
- Lautensach H (1988) Korea. A Geography Based on the Author's Travels and Literature. Springer-Verlag, Berlin
- Lee CS, Cho HJ, Yi H (2004) Stand dynamics of introduced black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantation under different disturbance regimes in Korea. *Forest Ecology and Management* 189:281–293
- Lee CS, Hong SK (1998) Changes of landscape pattern and vegetation structure in rural area disturbed by fire. *Korean Journal of Ecology* 21:389–399
- Lee TB (1982) *Illustrated flora of Korea*. Hyangmunsa
- Lepš JŠ, Šmilauer P (2000) *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge university press, Cambridge
- Lieberman D, Lieberman M, Peralta R, Hartshorn G (1996) Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology* 84:137–152.
- MacArthur, R. H. (1972) *Geographical ecology*. Princeton University Press.
- MacDonald GM, Case RA, Szeicz JM (1998) A 538-year record of climate and treeline dynamics from the Lower Lena river region of northern Siberia, Russia. *Arctic and Alpine Research* 30:334–339

- Makita A (1997) The regeneration process in the monocarpic bamboo, *Sasa* species. In: Chapman GP (ed) *The bamboos*. Academic Press, London
- Mera AG, Hagen MA, Vicente-Orellana JA (1999) Aerophyte, a new life form in Raunkiaer's classification? *Journal of Vegetation Science* 10:65–68
- Ministry of Home Affairs. (1984) *Statistics on land register of Korea*. Seoul (in Korean)
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H (1974) *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley, New York
- Nakagoshi N (1995) Pine forests in east Asia. In: Box EO, Peet RK, Masuzawa I, Yamada I, Fujiwara K, Maycock PF (eds) *Vegetation science in forestry. Global perspective based on forest ecosystems of east and southeast Asia*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 85–104
- Nakagoshi N, Nehira K, Takagashi F (1987) The role of fire in pine forests of Japan. In: Trabaud L (ed) *The role of fire in ecological systems*. SPB Academic Publishing, The Hague, pp 91–119
- Nakai T (1952) A synoptic sketch of Korean flora. *Bulletin of the National Science Museum*, Tokyo
- Nakamura Y, Krestov PV (2005) Coniferous forests in the temperate zone of Asia. In: Andersson FA (ed) *Ecosystems of the World*. Elsevier, pp 163 – 220
- Norton DA (1984) Phoenological growth characteristics of *Nothofagus solandri* trees at three altitudes in the Creibieburn Range, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 22:413–424
- Oh SY (1977) Flora and phytogeographical studies on the vascular plants of Korea. *Nature and life (Kyongpuk Journal of Biological Science)* 7:13–39
- Ohsawa M (1990) An interpretation of latitudinal patterns of forest limits in south and east asian mountains. *Journal of Ecology* 78:326–339
- Ohsawa M (1995) Latitudinal comparison of altitudinal changes in forest structure, leaf-type, and species richness in humid monsoon Asia. *Vegetatio* 121:3–10
- Ohwi J (1978) *Flora of Japan*, Shibundo, Tokyo (in Japanese)
- Oliver CD, Larson BC (1990) *Forest stand dynamics*. McGraw-Hill, New York
- Pausas JG, Austin MP (2001) Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *Journal of Vegetation Science* 12:153–166
- Perry DA (1994) *Forests ecosystems*. The John Hopkins university press, Baltimore
- Peterken GF (1996) *Natural Woodland: Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions*. Cambridge University Press, Cambridge

- Preston FW (1962) The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology* 43:185–215
- Rahbek C (1997) The relationship among area, elevation, and regional species richness in neotropical birds. *The American Naturalist* 142:875–902
- Rapoport EH (1982) *Areography. Geographical Strategies of Species*. Pergamon Press, Oxford
- Rahbek C (1995) The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography* 18:200–205
- Rauvinkær C (1934) *The Life Forms of Plants*. Oxford University Press, Oxford
- Rosenzweig ML, Abramsky Z (1993) How are diversity and productivity related? In: Ricklefs R, Schluter D (eds) *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. University of Chicago Press, Chicago, pp 52-65
- Rosenzweig ML (1995) *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge
- Sanders NJ (2002) Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. *Ecography* 25:25–32
- Schweingruber FH (1996) *Tree ring and environment. Dendroecology*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Bern, Stuttgart, Vienna, Haupt
- Shove DJ (1987) Sunspot cycles and weather history. In: Rampino MR (ed) *Climate. History, periodicity and predictability*. Van Nostrand Reinhold, New York, pp 355-377
- Song JS (1991) Phytosociology of subalpine coniferous forests in Korea. I. Syntaxonomical interpretation. *Ecological Research* 6:1–19
- Song JS, Nakanishi S (1985) Phytosociological study of the subalpine forests on Mt. Halla of Cheju island, Korea. *Japanese Journal of Ecology* 35:317–328
- Stevens GC (1989) The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. *The American Naturalist* 133:240–256
- Stevens GC (1992) The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist* 140:893–911
- Šmilauer P (1992) *CANODRAW user guide ver. 4.0*. Microcomputer Power, Ithaca, New York
- Šrůtek M, Lepš J (1994) Variation in structure of *Larix olgensis* stands along the altitudinal gradient on Peak-tu-san, Changbai-shan, North Korea. *Arctic and Alpine Research* 26:166–173

- Šrůtek M, Kolbek J, Lepš J (2003a) Species and spatial structure of forests on the southeastern slope of Paektu-san, North Korea. In: Kolbek J, Šrůtek M, Box EO (eds) Forest Vegetation of Northeast Asia. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 383–407
- Šrůtek M, Kolbek J, Jarolímek I, Valachovič M (2003b) Vegetation-environment Relationship within and among Selected Natural Forests in North Korea. In: Kolbek J, Šrůtek M, Box EO (eds) Forest Vegetation of Northeast Asia. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 363–382
- Takahashi K, Kohyama T (1999) Size-structure of two conifers in relation to understorey dwarf bamboo: A simulation study. *Journal of Vegetation Science* 10:833-842
- Tatewaki M (1958) A zone of Pan Mixed Forests. *Northern Forestry (Hokubouringyou)* 7:8–11
- Terborgh J (1977) Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* 58:1007–1019
- Tilman D (1988) Plant strategies and the structure and dynamics of plant communities. Princeton University Press, Princeton
- ter Braak CJF (1990) CANOCO- A FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 4.5). TNO Institute of Applied Computer Science, Wageningen
- van der Maarel E (1979) Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39:97–114
- Walker BH (1992) Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology* 6:18–23
- Wang GH, Zhou G, Yang L, Li Z (2002) Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China, *Plant Ecology* 165:169–181
- Whittaker RH (1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs* 26:1–80
- Whittaker RH (1972) Evolution of measurement of species diversity. *Taxon* 21:213–251
- Wisheu IC, Keddy PA (1989) Species richness - standing crop relationship along four lakeshore gradients: constraints on the general model. *Canadian Journal of Botany* 67:1609–1617
- Yan XD, Shugart HH (2005) FAREAST: a forest gap model to simulate dynamics and patterns of eastern Eurasian forests. *Journal of Biogeography* 32 (9): 1641-165

- Yasue K, Funada R, Kondo T, Kobayashi, O, Fukazawa K (1996) The effect of climatic factors on the radial growth of Japanese ash in northern Hokkaido, Japan. *Canadian Journal of Forest Research* 26:2052–2055
- Yim YJ (1995) Composition and distribution of deciduous broad-leaved forests in Korea. In: Box EO, Peet RK, Masuzawa I, Yamada I, Fujiwara K, Maycock PF (eds) *Vegetation science in forestry. Global perspective based on forest ecosystems of east and southeast Asia*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 272–298
- Yim YJ, Kim JU, Lee NJ, Kim YB, Paek KS (1990) Phytosociological classification of plant communities on Mt. Halla National Park, Korea. *Korean Journal of Ecology* 13:101–130

Přílohy

Obr. 2 - Přehled zastoupených čeledí s uvedeným počtem druhů do nich náležících.

Tabulka 1a, b - Základní informace ke studovaným plochám.

Tabulka 2 - Přehled informací o jednotlivých skupinách vyčleněných metodou TWINSPAN. Pro každou skupinu je uveden počet ploch v jednotlivých pohořích, dále průměrná hodnota a \pm SD (standardní odchylka) pro nadmořskou výšku, zeměpisnou šířku, celkovou pokryvnost, pokryvnost jednotlivých pater, počet druhů, Shannonovu diverzitu, ekvitabilitu a % zastoupení 13 růstových forem.

Tabulka 3a, b, c, d – Seznam zaznamenaných druhů. Uvedeno v jakém patře byl daný druh zaznamenán (herb = bylinné, shrub = keřové, tree = stromové); ŽF (= životní forma) - E = epifyt, G = geofyt, H = hemikryptofyt, HH = hydrofyt, Ch = chamaefyt, M = mikrofanerofyt, MM = megafanerofyt, N = nanofanerofyt a Th = terofyt; Čeleď, do které daný druh náleží; Endemic (pokud je u druhu E, je endemitem pro Korejský poloostrov); Zkratka, použitá v **Obr. 5 - 7** a pokryvnost druhu v jednotlivých plochách vyjádřena devíti člennou stupnicí.

Foto 1 – Svaz *Lindero-Quercion mongolicae* (Kim 1990). Svah s velkým sklonem v popředí s druhy *Styrax obassia* a *Lindera obtusiloba*. Seoraksan 2005 (Foto J. Doležal)

Foto 2 – Svaz *Lindero-Quercion mongolicae* (Kim 1990). Zmlazování porostu ve vytvořeném gapu, v popředí *Abies hollophyla*. Odaesan 2006 (Foto J. Doležal)

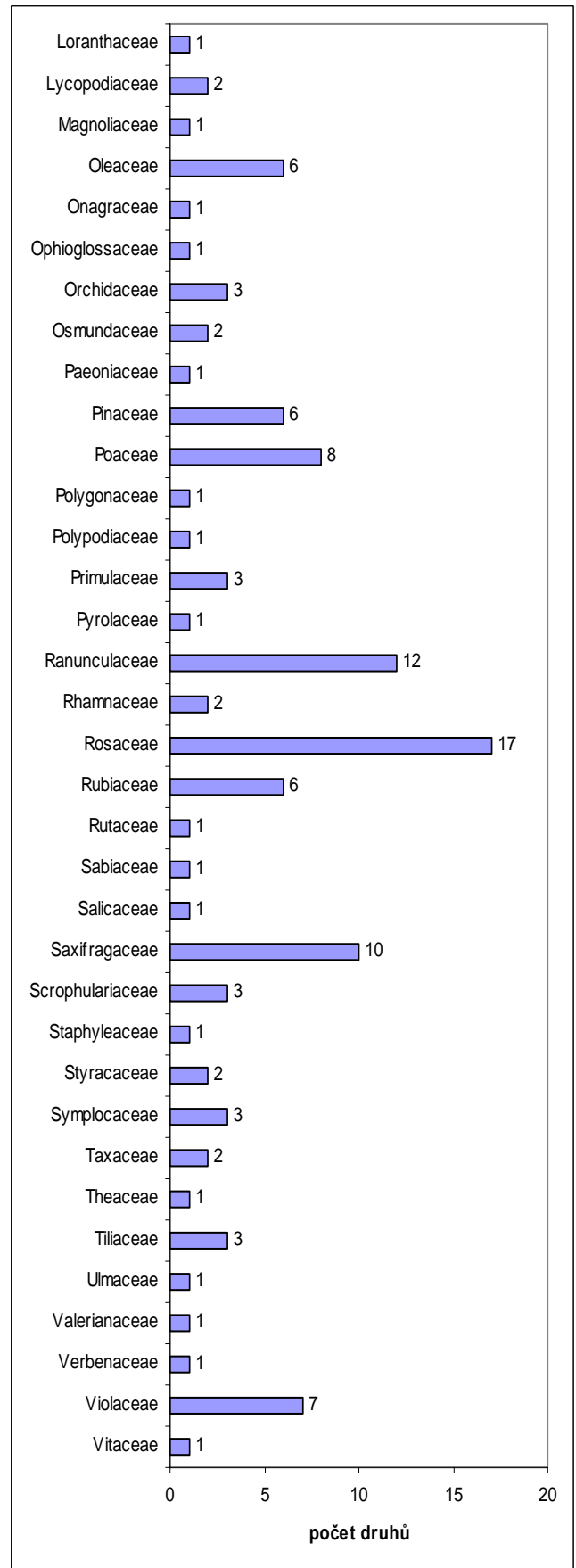
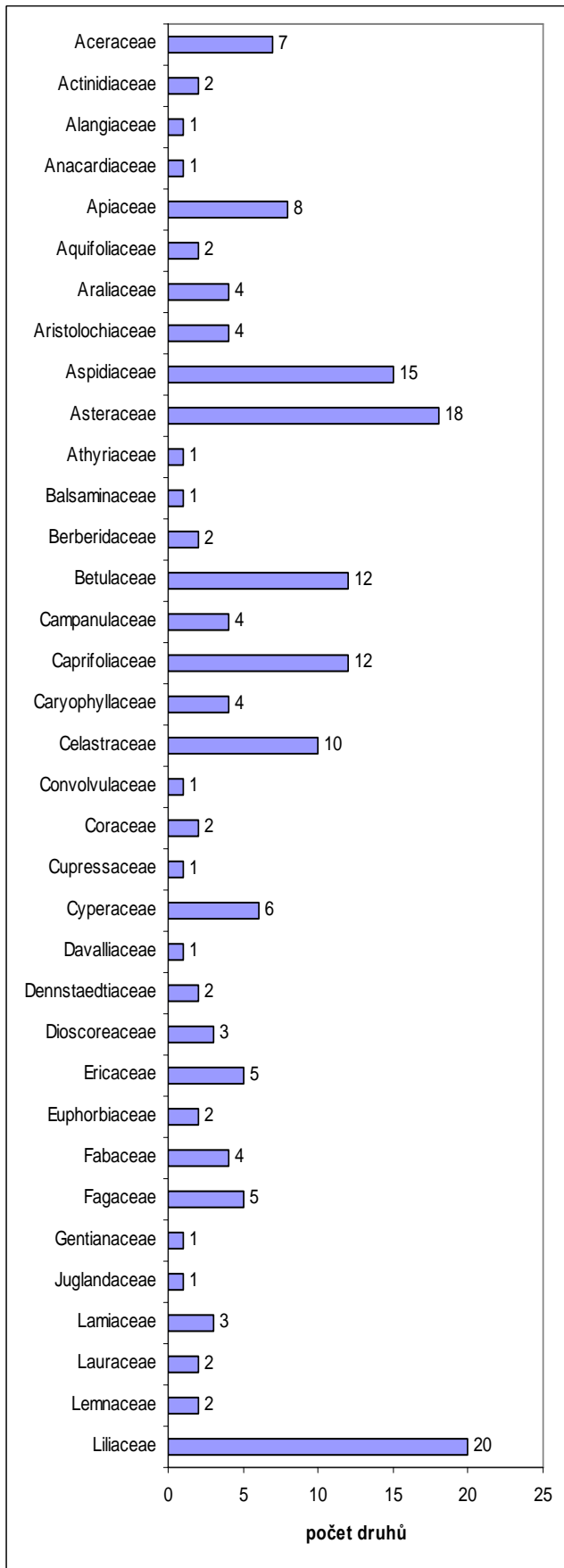
Foto 3 – Svaz *Pino koraiensis- Quercion mongolicae* (Kim 1990). Smíšený porost ve vyšších nadmořských výškách. V popředí *Pinus koraiensis*, *Abies hollophyla* a *Quercus mongolica*. V podrostu *Sasa borealis*. Jirisan 2006 (Foto J. Doležal)

Foto 4 – Skupina *Daphniphyllum macropodum - Carpinus tschonoskii* (Yim et al. 1990). V popředí po stranách stálezelený strom *Daphniphyllum macropodum*. V podrostu *Sasa quelpaertensis*. Hallasan 2006 (Foto J. Altman)

Foto 5 - Plošné zarůstání bambusem (*Sasa quelpartensis*). Hallasan 2006 (Foto J. Altman)

Foto 6 – Listový zápoj bambusu (*Sasa quelpartensis*). Hallasan 2006 (Foto J. Altman)

Obr. 2



Tabulka 1a

Číslo plochy		Skupina podle metody TWINS PAN	Nadmořská výška (m)	Orientace svahu (°)	Sklon svahu (°)	Pokryvnost stromového patra(%)	Pokryvnost keřového patra (%)	Pokryvnost bylinného patra (%)	Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Počet druhů
Seoraksan 2005											
1	5a/05	4	405	80	40	85	20	5	1282616	380434,1	30
2	5b/05	4	405	90	38	85	35	5	1282616	380434,1	24
3	5d/05	4	400	90	40	80	45	4	1282616	380434,1	24
4	5c/05	4	400	80	38	90	10	4	1282616	380434,1	25
5	6a/05	4	385	100	45	85	65	5	1282616	380434,4	21
6	6b/05	4	385	100	45	95	30	4	1282616	380434,4	23
7	6d/05	4	380	100	45	85	20	5	1282616	380434,4	22
8	6c/05	4	380	90	45	90	40	5	1282616	380434,4	27
9	7c/05	1	800	70	35	90	15	35	1282503,6	380503,2	46
10	7d/05	1	800	70	30	70	65	40	1282503,6	380503,2	37
11	7b/05	1	805	70	35	85	50	35	1282503,6	380503,2	30
12	7a/05	4	805	70	35	85	30	30	1282503,6	380503,2	32
13	9c/05	1	775	90	30	80	30	30	1282504	380507	43
14	9d/05	1	775	90	32	80	40	35	1282504	380507	39
15	9b/05	1	780	90	36	85	25	20	1282504	380507	39
16	9a/05	1	780	90	32	80	50	30	1282504	380507	48
17	11a/05	2	1180	360	35	80	80	25	1282647,8	380748,4	34
18	11c/05	2	1175	360	32	75	75	20	1282647,8	380748,4	45
19	11d/05	2	1175	350	40	70	85	15	1282647,8	380748,4	45
20	11b/05	2	1180	350	40	50	90	20	1282647,8	380748,4	47
Seoraksan 2006											
29	32a/06	1	640	320	35	80	40	25	1282828,9	380834,3	44
30	32b/06	1	640	310	39	80	25	20	1282828,9	380834,3	47
31	32d/06	1	635	290	36	80	70	20	1282828,9	380834,3	34
32	32c/06	1	635	320	36	75	60	45	1282828,9	380834,3	46
33	33a/06	2	1070	70	25	85	75	80	1282751	380805,5	38
34	33c/06	1	1067	70	23	85	75	50	1282751	380805,5	40
35	33d/06	1	1067	70	25	85	75	40	1282751	380805,5	42
36	33b/06	1	1070	65	23	80	55	40	1282751	380805,5	40
37	34b/06	2	1480	70	25	75	90	15	1282729	380735,8	48
38	34a/06	2	1480	80	26	50	90	15	1282729	380735,8	40
39	34c/06	2	1478	80	30	75	80	25	1282729	380735,8	48
40	34d/06	2	1478	70	29	75	90	15	1282729	380735,8	43
41	35b/06	2	1494	260	26	70	60	50	1282716,2	380734,2	45
42	35d/06	2	1490	260	35	70	75	55	1282716,2	380734,2	57
43	35a/06	2	1494	280	24	85	50	60	1282716,2	380734,2	44
44	35c/06	2	1490	280	35	55	85	35	1282716,2	380734,2	46
45	36b/06	2	1145	40	40	75	85	15	1282643,8	380755,4	22
46	36a/06	2	1145	50	44	75	75	10	1282643,8	380755,4	18
47	36c/06	2	1140	50	44	10	95	5	1282643,8	380755,4	24
48	36d/06	2	1140	40	44	85	70	15	1282643,8	380755,4	23
49	37d/06	3	600	265	40	95	20	8	1282441,8	380852,5	22
50	37c/06	3	600	265	40	90	30	8	1282441,8	380852,5	20
51	37b/06	3	605	265	43	90	15	3	1282441,8	380852,5	15
52	37a/06	3	605	265	43	90	55	8	1282441,8	380852,5	15
Odesan 2006											
53	38a/06	1	1140	70	30	80	15	80	1283328,2	374718,2	36
54	38b/06	1	1140	75	34	80	30	80	1283328,2	374718,2	31
55	38c/06	1	1137	70	30	80	35	85	1283328,2	374718,2	45
56	38d/06	1	1137	75	34	85	30	85	1283328,2	374718,2	45
57	39a/06	1	1134	65	30	85	24	80	1283332,2	374721,2	40
58	39c/06	1	1131	65	30	85	20	80	1283332,2	374721,2	38
59	39d/06	1	1131	65	33	80	20	70	1283332,2	374721,2	36
60	39b/06	1	1134	65	33	70	20	60	1283332,2	374721,2	32
61	40a/06	2	1434	150	8	85	40	80	1283301,1	374811,4	49
62	40b/06	2	1434	150	12	75	20	90	1283301,1	374811,4	51
63	40c/06	2	1432	145	24	70	30	95	1283301,1	374811,4	54
64	40d/06	2	1432	145	28	70	15	90	1283301,1	374811,4	55
Jirisan 2005											
21	12a/05	4	755	70	38	90	40	90	1274100	352041,8	25
22	12b/05	4	755	60	35	90	30	90	1274100	352041,8	22
23	12d/05	4	750	70	35	85	30	80	1274100	352041,8	23
24	12c/05	4	750	70	35	85	20	98	1274100	352041,8	29
25	15a/05	2	1280	110	20	80	5	100	1274156,6	352044,5	9
26	15b/05	4	1280	100	20	90	20	100	1274156,6	352044,5	10
27	15d/05	4	1275	100	30	80	20	98	1274156,6	352044,5	14
28	15c/05	4	1275	100	28	80	20	98	1274156,6	352044,5	13

Tabulka 1b

Číslo plochy		Skupina podle metody TWINSpan	Nadmořská výška (m)	Orientace svahu (°)	Sklon svahu (°)	Pokryvnost stromového patra(%)	Pokryvnost keřového patra (%)	Pokryvnost bylinného patra (%)	Zeměpisná délka	Zeměpisná šířka	Počet druhů
Jirisan 2006											
65	41d/06	4	990	10	20	85	45	15	1274136,6	352107,7	32
66	41c/06	4	990	15	28	85	60	20	1274136,6	352107,7	35
67	41b/06	4	993	10	30	80	35	20	1274136,6	352107,7	37
68	41a/06	4	993	15	35	80	50	20	1274136,6	352107,7	35
69	42a/06	4	1253	280	40	80	75	90	1274155,5	352050,1	19
70	42b/06	2	1253	285	40	85	65	85	1274155,5	352050,1	29
71	42d/06	2	1248	285	42	70	8	80	1274155,5	352050,1	42
72	42c/06	4	1248	280	40	80	35	80	1274155,5	352050,1	32
73	43b/06	2	1475	330	13	80	5	80	1274226,4	352026,9	15
74	43a/06	2	1475	330	13	80	5	85	1274226,4	352026,9	19
75	43c/06	2	1473	330	14	70	10	90	1274226,4	352026,9	21
76	43c/06	2	1473	330	16	85	8	80	1274226,4	352026,9	28
77	44b/06	2	1470	335	15	80	40	70	1274226,4	352030,9	24
78	44d/06	2	1469	335	13	80	25	80	1274226,4	352030,9	24
79	44c/06	2	1469	335	11	80	8	90	1274226,4	352030,9	32
80	44a/06	2	1470	335	11	90	8	80	1274226,4	352030,9	29
81	45b/06	2	1470	300	33	80	70	85	1273936,7	351935,1	48
82	45d/06	2	1465	300	38	60	75	85	1273936,7	351935,1	52
83	45c/06	2	1465	300	36	70	60	85	1273936,7	351935,1	49
84	45a/06	2	1470	305	30	85	30	90	1273936,7	351935,1	45
Hallasan 2006											
85	46b/06	8	950	38	12	70	40	85	1263541,4	332251,9	29
86	46a/06	8	950	38	12	90	40	75	1263541,4	332251,9	21
87	46c/06	8	949	38	12	87	20	80	1263541,4	332251,9	22
88	46d/06	8	949	38	12	85	25	80	1263541,4	332251,9	24
89	47a/06	5	1200	130	10	75	15	90	1263412,6	332232,6	13
90	47b/06	5	1200	130	7	80	15	95	1263412,6	332232,6	16
91	47d/06	5	1199	130	6	80	8	95	1263412,6	332232,6	15
92	47c/06	5	1199	130	6	78	7	90	1263412,6	332232,6	17
93	48a/06	5	1130	160	4	85	15	90	1263431,7	332241,4	19
94	48c/06	5	1130	165	4	80	19	94	1263431,7	332241,4	16
95	48d/06	5	1130	160	4	90	5	90	1263431,7	332241,4	17
96	48b/06	5	1130	160	4	80	38	90	1263431,7	332241,4	25
97	49b/06	6	1345	80	15	80	5	80	1263352,1	332213,1	23
98	49d/06	6	1344	80	12	84	8	85	1263352,1	332213,1	24
99	49c/06	6	1344	80	12	80	7	90	1263352,1	332213,1	21
100	49a/06	6	1345	80	15	85	15	85	1263352,1	332213,1	22
101	50a/06	5	1120	10	23	87	18	50	1263210,1	332331,6	25
102	50b/06	8	1120	350	23	90	25	60	1263210,1	332331,6	18
103	50d/06	5	1118	350	20	88	8	65	1263210,1	332331,6	23
104	50c/06	5	1120	10	22	85	25	50	1263210,1	332331,6	21
105	51a/06	7	950	340	26	75	22	40	1263218,8	332354,4	27
106	51b/06	7	950	330	28	77	15	35	1263218,8	332354,4	29
107	51d/06	7	947	330	29	83	35	40	1263218,8	332354,4	23
108	51c/06	7	947	340	28	81	8	40	1263218,8	332354,4	29

Tabulka 2

Skupiny	1	2	3	4	5	6	7	8
Seoraksan	14	17	4	9	-	-	-	-
Odaesan	8	4	-	-	-	-	-	-
Jirisan	-	15	-	13	-	-	-	-
Hallasan	-	-	-	-	11	4	4	5
<i>Nadmořská výška</i>	925,14 ± 204,62	1371,97 ± 144,00	602,50 ± 2,89	784,18 ± 349,63	1152,36 ± 37,64	1344,50 ± 0,58	948,50 ± 1,73	983,60 ± 76,25
<i>Zeměpisná šířka</i>	378502,22 ± 2929,47	368112,85 ± 13921,97	380852,50 ± 0,00	363673,13 ± 14280,83	332262,80 ± 44,36	332213,10 ± 0,00	332354,40 ± 0,00	332267,84 ± 35,64
<i>Sklon svahu</i>	31,86 ± 4,19	27,53 ± 11,25	41,50 ± 1,73	35,68 ± 7,29	10,00 ± 7,73	13,50 ± 1,73	27,75 ± 1,26	14,20 ± 4,92
<i>Celková pokrývnost</i>	105,91 ± 14,46	103,36 ± 31,02	58,75 ± 4,57	73,23 ± 16,45	61,09 ± 11,75	73,00 ± 4,55	77,50 ± 2,65	73,00 ± 10,89
<i>Pokrývnost bylinného patra</i>	54,55 ± 10,95	56,78 ± 25,06	17,25 ± 4,99	24,32 ± 7,97	21,64 ± 3,47	28,75 ± 1,50	34,50 ± 1,73	28,40 ± 5,94
<i>Pokrývnost keřového patra</i>	27,32 ± 7,79	26,47 ± 13,47	12,75 ± 3,40	23,50 ± 7,11	14,36 ± 4,84	9,25 ± 1,89	12,50 ± 3,32	18,20 ± 5,07
<i>Pokrývnost stromového patra</i>	24,05 ± 6,69	20,11 ± 6,40	28,75 ± 5,12	25,41 ± 8,61	25,09 ± 6,33	35,00 ± 4,55	30,50 ± 6,76	26,40 ± 4,28
<i>Počet druhů</i>	39,91 ± 5,31	37,28 ± 13,11	18,00 ± 3,56	25,05 ± 7,29	18,82 ± 4,12	22,50 ± 1,29	27,00 ± 2,83	22,80 ± 4,09
<i>Shannonova diverzita</i>	3,50 ± 0,14	3,37 ± 0,46	2,73 ± 0,17	2,97 ± 0,35	2,69 ± 0,24	2,89 ± 0,07	3,11 ± 0,09	2,92 ± 0,18
<i>Ekvitabilita</i>	0,95 ± 0,01	0,95 ± 0,02	0,95 ± 0,01	0,94 ± 0,02	0,92 ± 0,02	0,93 ± 0,01	0,94 ± 0,01	0,94 ± 0,01
<i>Terofyty</i>	0,33 ± 0,82	0,53 ± 0,98	0	0	0	0	0	0
<i>Geofyty</i>	12,76 ± 5,09	16,81 ± 10,98	6,41 ± 2,84	2,79 ± 2,59	7,67 ± 4,31	9,61 ± 2,00	8,69 ± 0,93	7,01 ± 2,55
<i>Hemikryptofyty</i>	10,20 ± 3,25	13,50 ± 9,18	3,27 ± 3,97	4,80 ± 3,79	0,53 ± 0,94	3,56 ± 3,47	5,22 ± 2,26	5,33 ± 3,06
<i>Chamaefyty</i>	0,05 ± 0,23	0,26 ± 0,59	0	0	1,68 ± 1,89	1,96 ± 2,27	4,54 ± 1,69	2,48 ± 1,79
<i>Nanofaneropty</i>	12,60 ± 4,44	11,80 ± 7,34	37,23 ± 5,37	29,04 ± 8,79	24,48 ± 5,68	18,50 ± 2,21	25,52 ± 1,44	21,42 ± 5,90
<i>Mikrofaneropty</i>	9,64 ± 3,77	11,66 ± 6,77	0	5,72 ± 5,84	5,24 ± 3,32	1,35 ± 1,56	13,91 ± 2,23	15,44 ± 4,16
<i>Megafaneropty</i>	22,44 ± 5,93	19,29 ± 8,74	37,59 ± 15,10	33,09 ± 8,79	34,86 ± 7,02	39,67 ± 5,34	22,51 ± 7,65	29,45 ± 6,02
<i>Hydrofity</i>	0	0,10 ± 0,42	0	0	0	0	0	0
<i>Epifyty</i>	0,15 ± 0,49	0,23 ± 0,58	0	0,37 ± 0,91	3,60 ± 2,92	0,99 ± 1,29	0	0,30 ± 0,67
<i>Semenáčky stromů</i>	8,81 ± 3,00	5,09 ± 3,52	1,21 ± 2,42	6,44 ± 4,70	6,32 ± 3,41	6,54 ± 2,19	2,89 ± 2,24	2,27 ± 1,89
<i>Keřové stromy</i>	11,82 ± 4,95	9,02 ± 5,44	3,69 ± 2,46	13,36 ± 5,71	13,19 ± 4,31	9,23 ± 1,06	3,25 ± 3,52	9,41 ± 7,00
<i>Semenáčky keřů</i>	10,68 ± 3,12	9,06 ± 4,43	2,12 ± 0,78	3,65 ± 2,29	1,12 ± 1,49	2,73 ± 1,01	7,11 ± 1,76	5,40 ± 1,87
<i>Stromové keře</i>	0,51 ± 1,39	2,66 ± 3,08	8,48 ± 6,21	0,75 ± 1,65	1,31 ± 2,28	5,86 ± 3,96	6,37 ± 5,18	1,49 ± 3,34

Tabulka 3b

Table with columns: Druh, Part, ZF, Cefid, Endemi, Znanika, and a grid of 108 columns representing numerical data points for various species. The rows list numerous plant species and their corresponding data points across the columns.



Foto 1

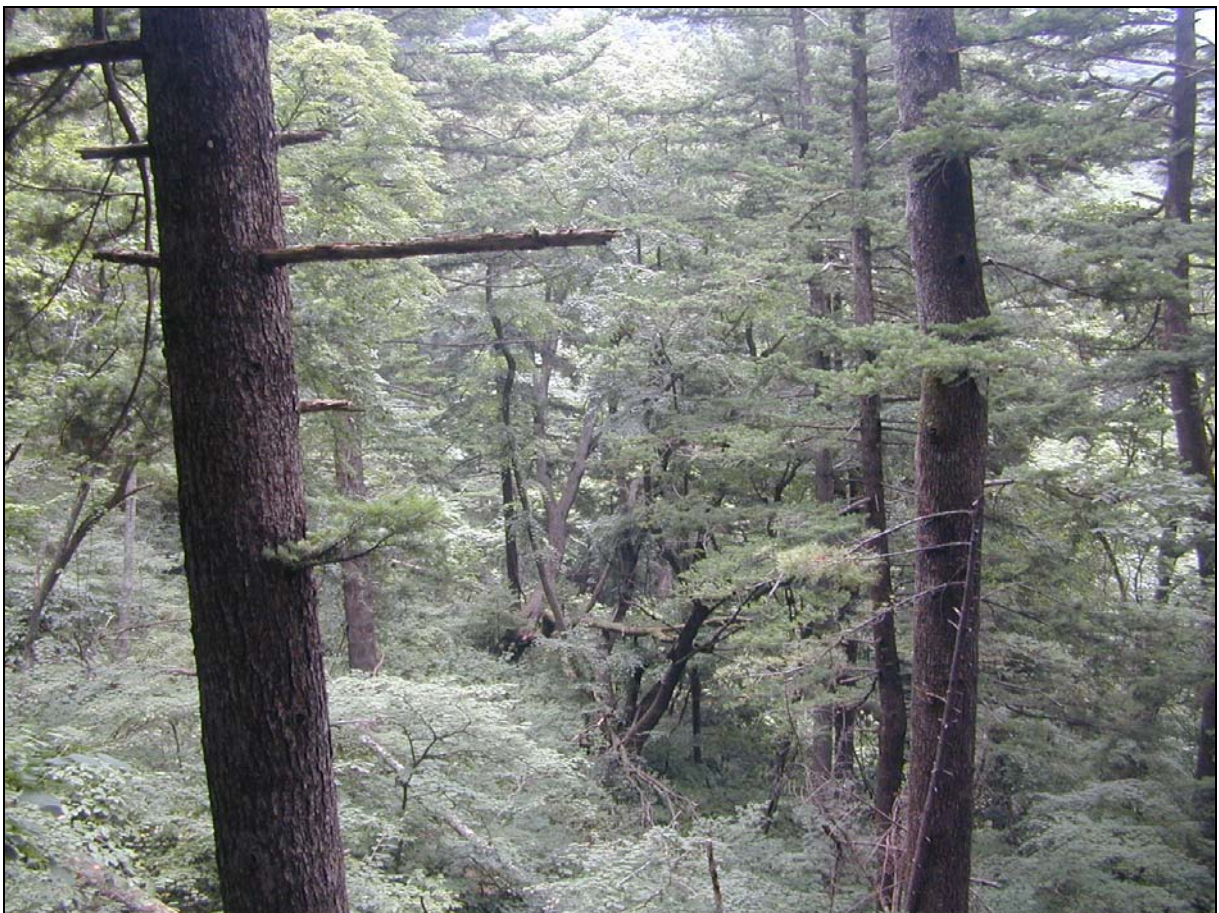


Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6