

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



Bakalářská práce

**Analýza interakcí mezi dřevinami ve smíšených doubravách v NP Jirisan
(Jižní Korea) pomocí prostorové struktury a letokruhové analýzy**

Vít Pejcha

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Doležal Ph.D.

Specialista: Mgr. Jan Altman (BÚ AVČR)

České Budějovice 2011

Pejcha V. (2011): Analýza interakcí mezi dřevinami ve smíšených doubravách v NP Jirisan (Jižní Korea) pomocí prostorové struktury a letokruhové analýzy.

[Analysis of interactions between trees in mixed oak forests in NP Jirisan (South Korea) using spatial structure and tree ring analysis. Bachelor Thesis, in Czech] Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Tato práce představuje grantovou žádost na projekt zabývající se analýzou interakcí mezi dřevinami ve smíšených doubravách v NP Jirisan (Jižní Korea). Při této analýze jsou využívána data prostorové struktury a letokruhové analýzy z 5 pokusných ploch v tomto národním parku.

Annotation:

This thesis represents a grant application for a project dealing with analysis of interactions between trees in mixed oak forests in NP Jirisan (South Korea). Spatial structure data and tree ring analysis data from 5 experimental plots of this national park are used in this analysis.

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, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne 15. 12. 2011

.....

Vít Pejcha

Shrnutí projektu

Výzkum vegetace Korejského poloostrova se stal předmětem zájmu několika českých a slovenských expedic již od 80. let minulého století. První týmy botaniků studovaly v terénu lesy a další vegetační typy v Severní Koreji (tj. Korejské lidově demokratické republice). Tyto výzkumy však neměly dlouhé trvání a nemnohé publikace z nich vzešlé z let 1992-1994 jsou prakticky jediné známé z tohoto území. Naproti tomu v Jižní Koreji probíhá dlouholetý výzkum vegetace i nadále.

Důvodem pro studování lesů Jižní Koreje je jejich mimořádně vysoká biodiverzita, relativní zachovalost zejména v horských oblastech a celková jedinečnost tohoto území. Zároveň se jedná o místo, které bylo doposud velmi málo probádané, takže by nová zjištění přispěla k současnému stavu poznání, které o lesích máme. Nabízí se tak skvělá příležitost studovat vztahy mezi dřevinami tohoto území, jejichž pochopení má velký význam pro zvolení vhodného managementu této chráněné oblasti. Poznatky získané studiem interakcí mezi dřevinami nacházejí uplatnění také při vybírání správné strategie pěstování stromů v hospodářských lesích.

Tento projekt navazuje na pilotní studii, která proběhla na pěti trvalých plochách v Národním parku Jirisan v roce 2006. Cílem je rozšířit původní výzkum o další lokality a postihnout tak větší území této cenné oblasti.

Pro lepší pochopení současného stavu dřevinné skladby a potažmo interakcí mezi dřevinami, je nutné zapátrat do minulosti. Poznatky o vývoji lesů na daném území z doby posledního vrcholného glaciálu podají ucelený pohled na faktory, jež se podílely a podílejí na utváření současné druhové skladby a prostorovém uspořádání.

Poděkování

Chtěl bych zde vyjádřit upřímný a neskonale velký dík celé své rodině za obrovskou podporu a trpělivost nejen ve studijním, ale také v osobním životě. Bez její podpory bych se nikdy nepodíval do Jižní Koreje a neodvezl si nezapomenutelný zážitek na celý život. Stejně tak by nemohla vzniknout tato práce.

Můj dík patří také oběma mým školitelům Mgr. Jiřímu Doležalovi, Ph.D. a Mgr. Janu Altmanovi za podporu a množství cenných rad při psaní této práce a Mgr. Jiřímu Doležalovi, Ph.D. navíc za odborné zpracování dat.

Dále bych chtěl poděkovat RNDr. Petru Petříkovi, Ph.D. za poskytnutí materiálů týkajících se vegetace Jižní Koreje a Bc. Zdeňku Brožovi a Tomáši Plenerovi za řadu užitečných rad a materiálů. Šárce Otáhalové děkuji za pomoc s gramatickými úpravami. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat Ing. Janu Losovi za neocenitelnou pomoc se zpracováním části popisných dat, Laboratoři archeobotaniky a paleoekologie (LAPE) Katedry botaniky na Přírodovědecké fakultě JU a BÚ AVČR Třeboň za poskytnutí prostor a zařízení k provádění dendrochronologických měření.

Tato práce vznikla za podpory Grantové Agentury ČR (206/05/0119) a Korea Science and Engineering Foundation.

Obsah

1	Současný stav poznání	1
1.1	Lesní ekosystémy horských oblastí	1
1.2	Studium vývoje lesů v Koreji	2
1.2.1	Pleistocén.....	3
1.2.2	Holocén.....	4
1.2.3	Současný stav	5
1.3	Interakce mezi organizmy.....	6
1.3.1	Význam interakcí pro ekosystémy	6
1.3.2	Interakce mezi dřevinami	6
1.3.3	Kompetice.....	6
1.4	Studium konkurenčních vztahů mezi dřevinami.....	8
2	Předběžný návrh managementu	10
3	Cíle projektu	11
4	Hypotézy.....	11
5	Návrh experimentu	12
5.1	Popis lokality	12
5.2	Metodika sběru dat v terénu.....	15
5.3	Metodika zpracování dat.....	16
5.4	Harmonogram prací	16
6	Finanční rozvaha	17
7	Spolupracující subjekty	18
8	Předběžné výsledky	18
8.1	Popisná data	18
8.2	Letokruhová analýza.....	20
8.3	Prostorová analýza.....	25
9	Závěr.....	26
10	Literatura.....	27
Přílohy		

1 Současný stav poznání

1.1 Lesní ekosystémy horských oblastí

Lesní ekosystémy jsou taková společenstva rostlin, živočichů a dalších organizmů, v nichž mají stromy dominantní postavení (Spurr & Barnes, 1973). Mezi terestrickými systémy zaujímají zcela jedinečné postavení díky rozsahu funkcí, které plní. Těmito funkcemi, zejména jejich ekonomickým zhodnocením, se dopodrobna zabýval např. de Groot et al., (2002). Mezi nejdůležitější funkce lesních ekosystémů patří: 1) poskytování habitatu pro rozličné organismy, 2) ochrana půdy, 3) zadržování vody v krajině, 4) produkce biomasy a kyslíku, 5) fixace CO₂, 6) zdroj lesních plodů, hub a léčivých bylin, a mnohé další jako např. rekreační a estetické funkce. Význam lesních ekosystémů horských oblastí spočívá také v jejich specifické druhové bohatosti (Kräuchi et al., 2000; Wang et al., 2002). Diverzita cévnatých rostlin je z globálního pohledu v horských oblastech dokonce nejvyšší (Barthlot et al., 1996). Vysoký stupeň endemismu v horách je dán schopností organismů adaptovat se na velmi specifické podmínky jednotlivých mikrostanovišť (Chaverri-Polini, 1998). Z uvedeného vyplývá, jak velký význam tyto ekosystémy mají a že pro pochopení jejich dynamiky a fungování je nezbytné správné zvolení způsobu lesních managementů s ohledem na zachování všech funkcí, které plní. Dynamiku lesních ekosystémů nejvíce ovlivňuje klima, disturbance a kompetice (Sousa, 1984; Barton, 1993; Greenland et al., 2003; Box & Fujiwara, 2005).

Klima není v průběhu času neměnné. Proto při sledování jeho vlivů na dynamiku vegetace záleží především na zvoleném časovém horizontu. Typickým příkladem dlouhodobého vlivu klimatu je rozmístění hlavních biómů na Zemi (Chapin et al., 2002; Prach et al., 2009). Za příklad krátkodobého vlivu můžeme považovat konkrétní suché období s náhodným výskytem v čase a prostoru. Změny klimatu je možné pozorovat např. jako změny v druhové skladbě lesů nebo jako změny v růstu dřevin. Tyto změny ale mohou být způsobené i jinými vlivy než klimatem. Jde zejména o přímé a nepřímé vlivy člověka, jako je selektivní těžba v minulosti nebo vliv kyselých dešťů a znečištění (Botkin, 1993).

Disturbance silně ovlivňují druhovou a věkovou skladbu a prostorovou strukturu lesů (Abugov, 1982; Frelich, 2002). Obecně platí, že časté disturbance se silným ničivým efektem předurčují vznik mladých stejnověkových porostů, spíše světlomilných dřevin. Naproti tomu vzácný výskyt takových disturbancí má za následek vznik pozdně sukcesních lesů,

jimž dominují stínomilné dřeviny (Frelich, 2002). Lesy vyšších poloh, zejména jehličnaté lesy, jsou vystavovány častým vichřicím, na něž běžně navazuje přemnožení hmyzích škůdců. Neobvyklé ale nejsou ani požáry (Veblen et al., 1991). S vichřicemi úzce souvisí vývrátová dynamika. Je to jeden z významných typů disturbancí, které se podílejí na regeneraci porostů prakticky ve všech lesních ekosystémech (Clinton & Baker, 2000). Například Cho et al., (1999) dokazují, že ve vzniklých gapech vykazují mladé stromky větší růst než pod zápojem, přičemž světlomilné druhy reagují ještě rychleji a s větší intenzitou než druhy stínomilné. Zejména v lesích mírného klimatického pásma hraje vývrátová dynamika velmi významnou roli v obnově půdy. Obrácením půdních horizontů vyvráceným stromem dochází k promíchání jednotlivých vrstev, čímž se omezuje vymývání živin z vrchního horizontu (Šamonil et al., 2009). Chápání disturbancí jako přirozeného procesu obnovy je tedy nezbytné pro pochopení dynamiky nejen horských lesů mírného pásma.

Význam kompetice jako jedné z velmi důležitých hybných sil, které ovlivňují složení rostlinného společenstva (Theodose & Bowman, 1997, Thorpe et al., 2011), je stěžejní otázkou této práce a je jí věnována samostatná kapitola.

1.2 Studium vývoje lesů v Koreji

Pro správné pochopení interakcí mezi dřevinami je důležité znát vývoj lesů na daném území. Za významné období z hlediska pochopení současné historie vegetace a vývoje klimatu považuje Whitlock & Bartlein (1997) přechod mezi pleistocénem a holocénem. V tomto období došlo k výrazné změně klimatických podmínek. S odezníváním poslední doby ledové je úzce spjato mimo jiné i rozšiřování rostlinných druhů na nová, nyní klimaticky příznivá stanoviště. Druhová skladba v přirozeném prostředí reflektuje podmínky těchto stanovišť a vzájemné interakce mezi druhy jsou pak odrazem působení těchto podmínek, jak je tomu například u zvyšující se intenzity kompetice v závislosti na kvalitě půdy a dalších podmínkách prostředí (Pretzsch & Biber, 2010).

Možností, jak studovat historii vývoje vegetace na daném území, je několik. Na místech, která to umožňují, se dnes běžně užívá palynologie. Při ní se analyzují pylová zrna rostlin uložená v rašeliništích či v sedimentech jezer (Traverse, 2007). Pylová zrna mají velmi charakteristický povrch, čehož se využívá při určování druhu rostliny, ze které pocházejí. Historickým vývojem vegetace na Korejském poloostrově se zabývala již řada autorů např. Kong (2000), Chung et al., (2006), Yi (2007), Jun et al., (2010), Yi & Kim

(2010) nebo Chung (2007, 2011), přičemž ve svých pracích vycházeli především ze zmiňovaných pylových analýz.

1.2.1 Pleistocén

Většina palynologických analýz se opírá o data ze vzorků sedimentů uložených v pleistocénu. Jedná se o starší období čtvrtohor a má svůj počátek přibližně 1,6 milionů let před současností (Kuennecke, 2008). Pleistocenní klima se vyznačovalo střídáním dob ledových (glaciálů) a meziledových (interglaciálů). Tyto změny klimatu, především pak poslední ústup ledovce, měly za následek migraci živočichů a rostlin. Významně tak byla ovlivněna především druhová složení rostlinných společenstev, zejména v oblastech, kde nebyl umožněn jejich ústup před ledovcem v důsledku např. geografického rozmístění pohoří nebo přítomnosti oceánu (Prach et al., 2009).

Jak bylo uvedeno výše, období pleistocénu, především jeho závěr, hraje velmi významnou roli v posuzování dnešního stavu vegetace na mnoha místech Země. Tehdejší rozmístění a druhová skladba lesů se do dnešních dob zachovala v podobě glaciálních a postglaciálních refugií, z nichž docházelo k opětovnému šíření druhů (Colinvaux et al., 1996; Hewitt, 1999). Ta nám dnes mohou zpětně posloužit, jako jedinečný studijní materiál pro zkoumání změn v diverzitě tehdejších lesů.

Co se týče Korejského poloostrova, palynologická data ukazují na to, že během svrchního pleistocénu, jenž trval v období před 126 až 11,5 tis. lety, se zde vystřídalo několik poměrně chladných období, během nichž na většině území převládaly pelyňkové stepi s ojedinělým výskytem jehličnatých porostů, tvořené rody jako např. *Taxus*, *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Pinus* a *Thuja* (Kong, 2000). Yi & Kim (2010) se zabývali obdobím posledního vrcholného glaciálu, které se datuje před 26,1 až 20,1 tis. lety. Dokázali přítomnost jehličnanů z rodů *Picea* a *Pinus* a z listnatých stromů například chladnomilné druhy rodu *Betula*. Podobné výsledky týkající se přítomnosti glaciálních refugií jehličnatých a opadavých listnatých lesů z vrcholného glaciálu přináší Chung et al., (2006). Doplnuje tak celkový obraz vegetace studené a suché poslední doby ledové. Pro potřeby tohoto projektu je podstatný fakt, že tyto zjištěné taxony dřevin jsou srovnatelné se současnými porosty subalpínských lesů Jižní Koreje.

Závěr svrchního pleistocénu spadá do období před 20,7 až 11,5 tis. lety (Whitlock & Bartlein, 1997, Lee et al., 2008). Korejský poloostrov byl podroben klimatickým změnám, vlivem kterých došlo ke změně uspořádání charakteru vegetace od uzavřeného opadavého

listnatého lesa po otevřené lesostepní formace s významným zastoupením bylin (Chung et al., 2010). Např. Lee et al., (2008) při svém výzkumu na ostrově Jeju, jenž se nachází asi 130 km od jižního pobřeží Koreje, zjistili na základě palynologických analýz, že nejchladnější období na ostrově bylo okolo 18 tis. let před současností, což odpovídá období posledního glaciálního maxima. Převažující vegetací byly v tomto období xerofytní stepi tvořené zástupci rodu *Artemisia* (Chung, 2007). Na rozdíl od kontinentální části Koreje, se na ostrově Jeju uchovaly reliktní populace teplomilných lesů, což lze pravděpodobně vysvětlit tlumivým efektem Tichého oceánu (Lee et al., 2008). K výrazné změně došlo v období před 14 tis. lety, kdy nastal přechod od studeného a suchého klimatu k teplému a vlhkému (Lee et al., 2008).

1.2.2 Holocén

Právě výrazná změna klimatu odděluje dvě poslední epochy, pleistocén a holocén. Období zvané holocén je mladší oddělení čtvrtohor, které začíná koncem poslední doby ledové, tedy přibližně před 11,5 tis. lety (Petit et al., 2008) a trvá dodnes. Podobně jako v jiných obdobích i během holocénu docházelo ke klimatickým výkyvům a změnám v charakteru vegetace. V Jižní Koreji to dokazuje například nerovnoměrný výskyt hlavních rodů dřevin, jako *Pinus*, *Alnus*, *Quercus* (*Lepidobalanus*), *Q.* (*Cyclobalanopsis*), nebo bylin, např. rodu *Artemisia* (Chung, 2011). Z pohledu hodnocení dnešní vegetace je důležitý fakt, že dynamika vegetace během holocénu měla bezprostřední vliv na utváření a fytogeografické rozmístění současných vegetačních typů.

Již od začátku holocénu můžeme sledovat úbytek některých chladnomilných rodů jako např. *Pinus*, *Picea*, *Abies* a *Larix* (Kong, 2000), a naopak stále se zvyšující množství listnatých opadavých stromů z rodu *Quercus*. Oproti závěru svrchního pleistocénu dochází postupně k nahrazení rozvolněných lesů s bylinným podrostem lesy temperátního charakteru, tvořené chladnomilnými opadavými listnáči s podrostem kapradin. Tento trend je výsledkem postupně se zvyšujících teplot a přibývání srážek během nastupujícího holocénu (Chung et al., 2010).

Raný holocén se v jižní části Koreje a na ostrově Jeju vyznačoval teplým a vlhkým klimatem, díky čemuž zde převládly temperátní opadavé lesy, potažmo teplé temperátní lesy se stálezelenými listnatými stromy v nižších polohách na ostrově Jeju (Chung, 2006; Chung et al., 2007). Jun et al., (2010) zjistil pomocí palynologického rozboru a radiokarbonové analýzy vzorků z tohoto území, že v období před 10,4 – 8 tis. lety dominovaly v Jižní Koreji opadavé listnaté lesy s početným zastoupením rodu *Quercus*, na horách potom jehličnany

s významným zastoupením rodu *Betula*. To odpovídá chladnému a suchému klimatu, jež bylo záhy vystřídáno teplým a vlhkým klimatem v období před 8 – 6 tis. lety. Území bylo i nadále pokryto opadavými lesy s dominantními duby, začalo však ubývat jehličnanů a chladnomilných bříz (Jun et al., 2010; Chung, 2011).

Vliv přítomnosti člověka spolu s ochlazením lze vysledovat z období přibližně před 4 tis. lety. Poukazuje na to nápadný vzestup rodu *Pinus* a významné zastoupení kapradin v podrostu (Chung, 2011). Výsledkem byly smíšené lesy s druhovým složením ne nepodobným tomu dnešnímu. Lidská činnost byla, je a bude faktorem, který významně ovlivňuje druhové složení a prostorové uspořádání v jednotlivých vegetačních typech. Například Chung et al., (2006) považují odlesňování a obdělávání půdy za hlavní důvod snadnějšího šíření lipnicovitých (*Poaceae*), jež začalo před 2 a půl tisíci lety. S tím, jak se zvyšovala četnost populace lidí, spolu s dokonalejšími postupy v zemědělství, se rozšiřoval i vliv člověka na krajinu. Přednostně tak za oběť zemědělství padly dubohabrové porosty nižších poloh na úrodných půdách, nebo byla přinejmenším pozměněna druhová skladba těchto lesů s dominancí habrů (*Carpinus laxiflora* a *C. tschonoskii*). Do dnešních dnů se tak zachoval pouhý zlomek původních lesů, a to jen na nevhodných místech pro zemědělství, což nejvíce odpovídá horským oblastem (Ching, 1991; Kuennecke, 2008).

1.2.3 Současný stav

Dnes Jižní Koreu pokrývá biom opadavého lesa mírného pásu a okrajově také vždyzelený les teplé temperátní zóny při jižním pobřeží a v nižších polohách na ostrově Jeju. Druhové bohatství je zde podstatně vyšší než v Evropě (např. Song, 1999), což je dáno historickým vývojem tohoto území. Celá východní Asie byla méně ovlivněna zaledněním (Kuennecke, 2008) a nebyla zde žádná přirozená bariéra, která by zamezovala migraci druhů v severojižním směru. Kromě stejných rodů jako v Evropě, ale s mnohem vyšším počtem druhů, se zde nacházejí rody známé jako fosilní i z Evropy z konce třetihor. Jsou jimi např. rody *Magnolia*, *Ailanthus*, *Celtis* či *Morus* (Prach et al., 2009). Jisté ochuzení oproti Evropě můžeme pozorovat v absenci rodu *Fagus* (Song, 1999), což je dáno jeho požadavky na oceánické klima, které jsou limitovány v zimním období, kdy do Koreje proudí suché studené větry ze Sibíře. V rámci Jižní Koreje se tak nachází pouze na ostrově Ulreungdo, který se vyznačuje oceánickým klimatem. V horských oblastech Jižní Koreje jsou dominantními jehličnatými zástupci *Abies holophylla* a *Picea jezoensis*. Doprovází je početné zastoupení listnatých stromů, jako *Quercus mongolica*, *Q. serrata*, *Q. dentata*,

Betula platyphylla, *Carpinus cordata*, *C. tschonoskii*, či *Acer pseudosieboldianum* nebo *A. tschonoskii* (Cho, 1994).

1.3 Interakce mezi organizmy

Jak už bylo řečeno, na charakteru vegetace na daném místě se podílí hned několik faktorů. Interakce mezi organismy jsou z tohoto pohledu klíčové. Jsou součástí velmi složitého systému, který vytváří rovnováhu v ekosystému, na němž má zásluhu vliv dlouhodobé koevoluce organismů v rámci jedné biocenózy (Laštůvka, 1986). Nedochozí však jen k interakcím mezi organismy navzájem, ale i k interakcím s prostředím, ve kterém žijí. Co se týče vztahů mezi organismy navzájem a blíže pak vztahů mezi rostlinami, platí pravidlo, že čím je společenstvo vývojově starší, tím jsou tyto vztahy těsnější a provázanější, přičemž převažují ty pozitivní (Begon et al., 1997).

Studium mezidruhových interakcí je zajímavé proto, že společně s abiotickými podmínkami se jedná o mechanismy vzniku nových adaptací (Laštůvka, 1986; Begon et al., 1997).

1.3.1 Význam interakcí pro ekosystémy

Interakce mezi organismy mají zásadní podíl na fungování ekosystémů. Děje se tak skrze ovlivňování procesů, které v nich probíhají. Míra ovlivnění se odvíjí od počtu interagujících druhů, jejich relativního zastoupení a identity (Chapin et al., 2002). K takovému ovlivnění může docházet buď přímo modifikací toků energie a koloběhu látek, nebo nepřímo pozměněním abundance nebo vlastností druhů, které mají silný dopad na ekosystém (Callaway, 1997), typicky dominantních druhů daného společenstva.

1.3.2 Interakce mezi dřevinami

K nejintenzivnějším interakcím mezi dřevinami dochází mezi sousedícími jedinci téhož nebo různých druhů (tzv. *neighborhood effects*). Nejvýznamnější roli v nich hrají dominantní jedinci, kteří mohou pozitivně či negativně ovlivnit okolní jedince, zejména jejich šance rozšířit se v době disturbance (Frelich & Reich, 1999). V mnohých studiích (např. Callaway, 1997; Pugnaire et al., 2011) bylo ukázáno, že přímé pozitivní interakce uvnitř rostlinného společenstva mají, vedle podmínek prostředí, velký vliv na abundanci, *fitness* neboli zdatnost, ale i na samotnou existenci druhů na dané lokalitě.

1.3.3 Kompetice

Při analýze vztahů mezi dřevinami má zásadní vliv kompetice. Jejích definic je více. Ve své práci se řídím definicí Grime (1979), v níž je kompetice popsána jako snaha sousedících

rostlin využít stejné množství světla, živin, vody a prostoru. Jedná se tak o stav, který je v závislosti na míře asymetrie kompetice, až jednostranně nevýhodný při vysoké asymetrii (Begon et al., 1997), nebo oboustranně nevýhodný při nízké asymetrii vztahu (Slavíková, 1986).

Jednoznačný projev kompetičního tlaku u dřevin je někdy obtížné dokázat, a to z toho důvodu, že existuje mnoho projevů limitací, které však nemusí být nutně spojeny s kompeticí (Spurr & Barnes, 1973; Laštůvka, 1986; Grime, 2001). Jde například o vliv měnících se podmínek prostředí, nákazy, či disturbancí. Prvně jmenovaný případ je však s kompeticí ve velmi těsném vztahu. Tím, že rostlina odebírá určité zdroje, mění podmínky prostředí svého souseda, což má bezprostřední vliv na jeho fitness. Rostliny ale mohou měnit podmínky prostředí svého souseda, a tím přímo potlačovat jeho růst, například i uvolňováním chemických látek do svého okolí (Spurr & Barnes, 1973). Takovému jevu se pak říká alelopatie.

Typy zdrojů, o které stromy v rámci kompetice soutěží, určují, v jakém prostředí se kompetice odehrává. Dostáváme tak logické rozdělení na kompetici o světlo, odehrávající se nad zemí, a kompetici o vodu a živiny, která probíhá v kořenových systémech pod zemí. Zjistit, jaký typ kompetice v daném případě převládá, už tak jednoduché není. Mnohé popisné studie přirozené vegetace totiž vycházejí z vizuálního posouzení nadzemních částí stromů. Podle Grime (2001) má tento přístup dvě zásadní úskalí. Jednak je to fakt, že ne pokaždé je možné předpokládat, že mohutné kmeny jsou důkazem vyhrané kompetice o světlo. Úspěch v boji o světlo záleží spíše na dynamice listů, než na stavbě kmenů. Jednak přítomnost zastíněných ploch pod korunovým zápojem není spolehlivým důkazem převládajících interakcí v korunovém patře, jelikož hustý zápoj a s ním spojené zastínění jsou často velmi závislé na rozsahu kořenového systému (Coomes & Grubb, 2000). Přesnější výsledky přinášejí studie zaměřené na stanovení kompetice v nadzemních částech rostlin pomocí přímých měření kořenové kompetice. Ty vycházejí z aditivního efektu obou těchto typů kompetice na růst rostlin (Casper & Jackson, 1997). Porovnáním obou těchto typů kompetice se zabývala řada autorů, přičemž výsledky se různí. Např. Jensen et al., (2011) ve svém výzkumu ukazují, že větším vlivem na růst semenáčů pod zápojem se projevuje kompetice o světlo s okolními keři, než kompetice o živiny v půdě. Naproti tomu Wilson (1988) či Dillenburg et al., (1992) prezentují kořenovou kompetici jako hlavního činitele negativně ovlivňujícího růst. Rozdílné výsledky jsou pravděpodobně způsobeny zkoumáním odlišných stádií interakce. Podle Wilsona (1988) je obecně důležitější vliv kompetice

o živiny, zejména v raném stádiu interakce a teprve později přebírá pomyslnou iniciativu kompetice o světlo.

Další rozdělení kompetice lze určit na základě zjištění, v rámci jaké skupiny jedinců se odehrává. Pokud v rámci jedinců stejného druhu, hovoříme o vnitrodruhové kompetici. V případě, že mezi jedinci různých druhů, pak se jedná o mezidruhovou kompetici. Vnitrodruhová kompetice vzniká ve chvíli, kdy společná potřeba určitého zdroje přesáhne stávající zásobu. Typicky k ní dochází v rámci polykormonů nebo v případě shlukovitého rozmístění jedinců (např. Doležal et al., 2006). V případech, kdy si jedinci konkurují o zdroj nepřímo, tedy tak, že jedinec je omezen množstvím zdroje, který zbyl po využití ostatními jedinci, hovoříme o exploataci. O interferenci se mluví v případě interakce přímé, při níž dochází k zamezení přístupu ke zdroji jiným jedincem. V kompetici mezi rostlinami hrají oba typy přibližně stejně důležitou roli (Begon et al., 1997). Jedním z řídicích faktorů vzniku kompetice je hustota populace. Přestože nemá na všechny jedince stejný dopad (jedinci na okraji skupiny jsou ovlivněni méně, než jedinci uvnitř), platí obecné pravidlo zvyšující se mortality v závislosti na zvyšující se hustotě (Metz et al., 2010).

Naproti tomu při mezidruhové kompetici si o zdroj konkurují dva nebo více jedinců různých druhů. Výsledkem je buď úplné vytěsnění jednoho druhu jiným, nebo spolu oba druhy koexistují, přestože si konkurují (Nakashizuka & Tanaka, 2002). Mezidruhová kompetice spolu s režimem disturbancí, silně ovlivňuje absolutní i relativní abundanci druhů v rámci daného prostoru (Sousa, 1984), má zásadní vliv na přirozenou změnu druhové skladby lesa (Spurr & Barnes, 1973) a na rozmístění druhů a jejich vývoj (Begon et al., 1997).

1.4 Studium konkurenčních vztahů mezi dřevinami

Studium konkurenčních vztahů mezi stromy v lese je klíčové pro pochopení organizace lesního společenstva a jeho dynamiky (Canham et al., 2006). Intenzivní konkurence může posílit *fitness* (Begon et al., 1997). Konkurenčně silní jedinci mohou přispět větším přínosem budoucím generacím v tom případě, kdy se zbaví slabších jedinců. Projevy kompetice u rostlin lze sledovat především jako rozdíly ve vegetativním růstu, produkci semen a mortalitě (Grime, 2001). Studovat takovéto rozdíly v porostu lze buď přímo, sérií dendroekologických měření v přirozeném prostředí, nebo pomocí uměle řízených experimentů. V obou případech se využívají retrospektivní analýzy.

K odhalení ovlivnění sousedícím jedincem je zapotřebí mít k dispozici především prostorová data, jež podají důležité informace o sousedních stromech, zejména o jejich

počtu, velikosti a vzdálenosti. Dále doplňující informace ke každému jedinci, především jeho věk a změny v radiálním růstu. Způsob, jak sledovat změny v radiálním růstu dřevin je využití letokruhových dat, protože vliv přítomnosti možných kompetitorů je jedním z faktorů ovlivňujících tloušťkový přírůst (Drápela & Zach, 1995). Letokruhová analýza se tak stává nenahraditelnou metodou ke zjištění kompetičních vztahů mezi jedinci (Schweingruber, 1996). Další retrospektivní analýzou je identifikace stojících souší a ležících zbytků dřeva v okolí studovaného jedince. Touto metodou lze rovněž odhalit kompetiční vztahy vzniknuvší a realizující se v minulosti (Doležal et al., 2006).

Pro zjištění významu kompetice v dynamice lesních porostů je důležité studium prostorového rozmístění jedinců (Lepš & Kindlmann, 1987; Vacek & Lepš, 1996). Prostorové rozmístění dřevin v přirozeném prostředí může být utvářeno různými procesy (Hou et al., 2004). Příkladem je vznik shlukovitého rozmístění jedinců vlivem působení specifických podmínek přítomných mikrostanovišť, malou schopností rozšiřování semen, nebo vegetativním rozmnožováním (Manabe & Yamamoto, 1997; Camarero, 2000; Takahashi et al., 2001). Naproti tomu kompetice mezi sousedními jedinci o světlo a živiny vede ke vzniku náhodného, nebo až pravidelného rozmístění vlivem odumírání potlačených jedinců (Steward & Rose, 1990; Duncan, 1991; Ward et al., 1996).

V přirozeném prostředí byla uskutečněna řada výzkumů vlivu kompetice na růst sousedících jedinců. Příkladem takového výzkumu vnitrodruhové kompetice může být výzkum Doležala et al., (2009) týkající se sekundárních doubrav v pohoří Sobaeksan v Jižní Koreji, které spadají do většího celku temperátních lesů, jež pokrývají většinu území této země. Tyto porosty byly ponechány samovolnému vývoji před 50 lety, kdy se zde naposledy těžilo. Ve svém výzkumu dokázali pokles v exponenciální fázi růstu jednotlivých stromů v závislosti na velikosti a počtu sousedů. Důležitým faktorem, majícím za následek míru ovlivnění sousedním jedincem, je tzv. optimální okruh sousedů. Ten nezůstává po celou dobu stejný, ale mění se s časem, v závislosti na měnícím se vertikálním uspořádání v komunitě (Wagner & Radosevich, 1998).

Uměle řízené experimenty se provádějí nejčastěji na lesních plantážích, kde je možné libovolně manipulovat s jedinci a upravovat si tak experiment podle potřeby. Například je možné měnit druhové složení sousedů, jejich vzdálenost a rozmístění, či hustotu. Coomes & Grubb (2000) takto zjišťovali vliv kořenové kompetice na růst a schopnost přežít v zástínu. Jejich výsledky ukazují, že stromy, které byly zbaveny kompetice o vodu a živiny,

vykopáním struh okolo jedince, které zamezily přístupu kořenů okolních jedinců, jsou schopny setrvat v hlubším zástínu, než ve kterém jsou běžně nacházeny. Rychlost růstu byla těmito úpravami ovlivněna daleko více v gapech než v podrostu. Zároveň byla rychlost růstu kořenovou kompeticí negativně ovlivňována hlavně na neúrodných půdách a na suchých stanovištích.

Běžně se v praxi využívají počítačové modely. Jejich nespornou výhodou je možnost predikovat trendy a simulovat možný budoucí vývoj dostatečně přesně, aniž by byla k dispozici data z dostatečně dlouhodobého monitoringu (Botkin, 1993). Uplatnění nacházejí tyto modely při pokusech o vysvětlení dynamiky charakteristických kompetičních efektů, k vyjádření asymetrie kompetice, k určení relativního kompetičního efektu dřevin a bylinné vegetace, nebo k dokumentování rozdílných odpovědí na kompetici sousedních jedinců, zejména rozdílný radiální růst báze a růst do výšky (Wagner & Radosevich, 1998). Takto bylo například zjištěno, že největší vliv na růst mají ti sousední jedinci, jejichž koruny se mísí s korunou studovaného jedince. Snížený vliv kompetice byl pozorován, pokud byla zvětšena vzdálenost sousedních jedinců za optimální okruh sousedů.

2 Předběžný návrh managementu

Předchozí část práce rekapituluje současný stav poznání o lesních horských ekosystémech, se zaměřením na jejich vývoj na Korejském poloostrově, a na význam interakcí mezi dřevinami, jež představují nepostradatelnou součást jejich dynamiky. Znalost těchto skutečností je nezbytná pro předběžný návrh managementu lesních ekosystémů horských oblastí.

Management horských lesů a jejich využívání jsou obecně odlišné od schémat používaných kdekoli jinde. Je to dáno relativní odlehlostí a omezenou přístupností těchto míst, se zřetelem na krátké vegetační období. Zalesňování v takových podmínkách je velmi obtížné i v případě využití veškerých ekologických znalostí, a to z důvodu nepředvídatelných klimatických extrémů a často vysokých stavů spárkaté zvěře (Kräuchi et al 2000). Dlouhá doba potřebná k regeneraci lesů v těchto podmínkách je dalším komplikujícím faktorem jejich využívání. Přesto byly v minulosti tyto oblasti podrobeny necitlivým zásahům člověka. Podíváme-li se na historii využívání lesů v Koreji, zjistíme, že sahá hluboko do minulosti. První ovlivnění je patrné z období před 4. tis. lety (Chung, 2011). Ve 20. stol. se na většině území intenzivně těžilo hlavně v době koloniální nadvlády

Japonska (1910-1945) a během Korejské války v 50. letech. Výsledkem byl následný nedostatek paliva, četné záplavy a sucha. Tyto dopady jsou na některých místech patrné dodnes. V 70. letech minulého století proběhla velká kampaň na znovuzalesnění zdevastovaných lesních ploch. Smyslem bylo v co nejkratší době zvýšit zásoby dřeva a zamezit erozím. S protierozními opatřeními ovšem souvisí i problém vysazování nepůvodních druhů dřevin, jako *Robinia pseudacacia*, *Abies firma*, či *Pinus rigida*, které při tom byly používány. V horských lesích byla nicméně obnova ponechána z větší části přirozené sukcesi, a tak zde můžeme sledovat trend navracení původních druhů.

Ve vyšších polohách horských lesů se statusem národního parku se v Jižní Koreji běžně uplatňuje bezzásahový režim. Za účelem ochrany ohrožených druhů živočichů, rostlin a jejich přirozených biotopů jsou zde vyhlašovány tzv. speciální ochranné zóny. V nich je prováděn pravidelný monitoring, který zachycuje stanovištní změny. V těchto zónách bývá omezen, nebo zcela zakázán vstup (www.knps.or.kr). Právě bezzásahový management s navazujícím monitoringem se jeví jako nejvhodnější způsob, jak umožnit přirozeným procesům utvářet pestrou mozaiku věkově, druhově a prostorově rozrůzněných porostů (Fischer et al., 2002). Z toho důvodu navrhuji pro vrcholové partie národního parku Jirisan, které spadají do speciální ochranné zóny, pokračovat v bezzásahovém managementu s pravidelným monitoringem.

3 Cíle projektu

Hlavním cílem projektu je ověřit a prohloubit stávající znalosti vztahů mezi dřevinami a jejich využití při navrhování managementu daného území.

4 Hypotézy

- 1) Sledování interakcí mezi dřevinami v přirozeném prostředí umožňuje lépe pochopit dynamiku lesů ponechaných samovolnému vývoji.
- 2) Sousedící jedinci se navzájem negativně ovlivňují, což je možné pozorovat jako pokles v radiálním růstu.
- 3) Jedním z důsledků interakcí mezi dřevinami jsou rozdílné trendy růstu, na jejichž základě lze stromy rozdělit na světlomilné a stínomilné.

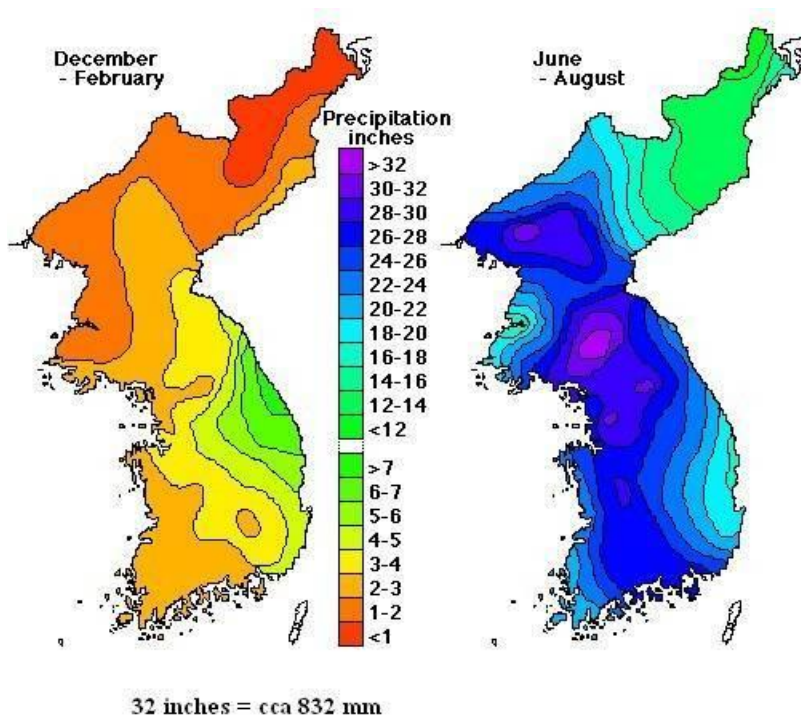
5 Návrh experimentu

Jelikož se vychází z výzkumu, který proběhl v roce 2006, předpokládá se plynulé navázání s využitím stejných postupů a metod, aby se dosáhlo kompatibility dat k pozdějšímu kompletnímu zpracování.

5.1 Popis lokality

Projekt je situován v NP Jirisan v Korejské republice, která se nachází v jižní části Korejského poloostrova a jejíž součástí jsou i mnohé ostrovy a ostrůvky při jeho pobřeží. Její rozloha činí 99.720 km², včetně vodních ploch, které zabírají rozlohu 2.800 km². V Korejské republice žije téměř 49 milionů lidí, přičemž v hlavním městě Soulu necelých 10 milionů. Povrch je ze 70% hornatý, takže zemědělství soustředěné do nížin je velmi intenzivní a běžně se v něm využívá zavlažování (www.cia.gov).

Mírné klima Jižní Koreje je ovlivněno, jak kontinentalitou Asie, tak přítomností oceánu. Rozdíl je markantní v úhrnech srážek letních a zimních měsíců (Obr. 1), přičemž suché a studené zimy jsou způsobené tlakovou výší, která vzniká nad Sibiří. Naproti tomu léto je doprovázeno teplým počasím a bohatými srážkami v období letního monzunu. V jižní části poloostrova se roční úhrn srážek pohybuje od 1.000 do 1.800 mm a v centrální části od 1.100 do 1.400 mm. Více jak polovina těchto srážek spadne v období zmiňovaného monzunu, především v červenci (www.web.kma.go.kr). Průměrné roční teploty se pohybují mezi 12-14°C v jižní části země, mezi 10-12°C v centrální části a mezi 5-10°C v severní části země (www.bpsp-neca.brim.ac.cn).



Obr. 1: Průměrné srážky v zimním a letním období na území Korejského poloostrova (http://www.cotf.edu/ete/modules/korea/rainfall_map.html).

V Jižní Koreji existuje 20 národních parků (Obr. 2), z nichž 16 je horských, 2 mořské, 1 pobřežní a 1 historický. Svou rozlohou zabírají dohromady 6,6% rozlohy země. Zajímavé je rozdělení NP z pohledu vlastnictví. Téměř 50% z celkové rozlohy vlastní stát, přes 30% je v rukou soukromých vlastníků, 11% patří veřejnosti a téměř 9% vlastní buddhistické chrámy.

Národní park Jirisan (dále jen Jirisan) byl vyhlášen jako vůbec první ze všech národních parků v Jižní Koreji, a sice v roce 1967. V hodnocení IUCN spadá do kategorie II (národní park). Svoji rozlohou 471.758 km² se řadí na třetí místo co do velikosti (Kyu, 2004). Společně s dalšími 18 NP je spravován institucí Korea National Park Service (KNPS). Jeho území je rozděleno do 5 odlišných zón s jádrovou oblastí čítající téměř 32% rozlohy parku, kde je zaveden přísný režim ochrany. Ročně tento parka navštíví na 3 miliony návštěvníků. Nachází se v jižní části Jižní Koreje na území tří provincií Jeollanam-do, Jeollabuk-do a Gyeongsangnam-do (Obr. 2). Je zároveň jižním koncem rozsáhlého pohoří Baekdudaegan, které se táhne napříč Korejským poloostrovem v severojižním směru. Nejvyšším vrcholem tohoto NP je Cheonhwangbong s 1.915 metry a je tak po vulkánu Hallasan na ostrově Jeju druhou nejvyšší horou Jižní Koreje. Průměrná roční teplota v jižní

části parku je 13°C, v severní 12°C. Průměrné roční srážky jsou 1.200 mm (<http://www.paforum.or.kr>).

Celkem se zde nachází 1.526 druhů rostlin, z nichž 6 je ohrožených (např. *Paeonia obovata*, či *Leontopodium coreanum*), 107 patří mezi endemity Koreje (např. *Corylopsis gotoana* var. *coreana*). Jirisan je domovem celé řady živočichů od běžných zajíců a srn po kočku divokou (*Felis silvestris*), srnčíka čínského (*Hydropotes inermis*) a medvěda himálajského (*Ursus thibetanus ussuricus*), který v Červeném seznamu ohrožených druhů figuruje v kategorii *vulnerable* – zranitelný (www.knps.or.kr¹). V roce 2004 se zde nacházelo pouze 5 jedinců tohoto druhu medvěda. V současné době je realizován program na jeho záchranu. V letech 2004-2008 bylo reintrodukováno 30 těchto medvědů, program do roku 2012 počítá s navýšením celkového počtu na 50 jedinců (www.eng.me.go.kr¹).

V Jirisanu se mísí vegetace teplých temperátních lesů s lesy chladného temperátu. Ve vyšších polohách (nad 1.300 m n. m.) jsou tvořeny především druhy *Abies koreana* a *Pinus koraiensis*. V nižších polohách dominují druhy jako *Quercus mongolica*, *Fraxinus mandshurica*, *Acer tschonoskii*, *A. pseudosieboldianum*, *Sorbus comixta*, *Betula costata* a z druhů tolerujících zastínění např. *Magnolia sieboldiana*, *Syringa reticulata* nebo *Cornus controversa* (Cho, 1994).



Obr. 2: Rozmístění národních parků v Jižní Koreji s vyznačeným NP Jirisan (<http://www.paforum.or.kr>).

5.2 Metodika sběru dat v terénu

Sběr dat v terénu bude probíhat tímto způsobem jako v roce 2006. Trvalé plochy o velikosti 20x20 m budou založeny podél gradientu nadmořské výšky přibližně od poloh 1.000 m n. m a výše. Poloha každé plochy bude zaměřena pomocí GPS navigace, sklon svahu se určí pomocí sklonoměru a jeho orientace bude zaznamenána přístrojem Haglöf Vertex III Hypsometer. Na každé ploše budou pro potřeby prostorové analýzy zaznamenány pozice všech stromů (zvláště báze a zvláště středy korun) vyšších než 1 m, terénní sestavou FieldMap. Každý strom, včetně souší, bude označen plastovou páskou s číslem, bude určen druh a změřeny tyto parametry: průměr ve výšce 130 cm nad zemí (DBH), celková výška stromu a výška nasazení koruny. Dále se pro potřeby letokruhové analýzy odeberou vývrty ze všech stromů na ploše, u kterých nehrozí důvodné podezření, že by je tento zákrok výrazněji poškodil. Vzorky budou odebírány Presslerovým přírůstovým nebozezem s délkami vrtáků 20, 30 a 40 cm.

Tímto postupem se předpokládá vytyčení dalších 48 trvalých ploch v horizontu 2 let. Nové plochy postihnou větší území a umožní opakovaná měření. Data z nich získaná podají přesnější a komplexnější informace nejen o interakcích mezi dřevinami, ale i o celkovém stavu zdejších lesů z hlediska druhové bohatosti a prostorového a věkového uspořádání.

5.3 Metodika zpracování dat

Naměřené hodnoty výšek, průměrů a zjištěný věk a druh jednotlivých stromů budou zpracovány v tabulkovém procesoru. Využijí se k vytvoření popisných tabulek, které podají informace o druhovém, věkovém a velikostním složení jednotlivých ploch. Poslouží také k porovnání závislostí různých proměnných.

Získané vzorky letokruhových dat se nalepí na připravené dřevěné lišty a seříznou se žiletkou (příp. se upraví brusným papírem) tak, aby na vývrtnu vznikla rovná plocha pro přesné odečítání letokruhů. To je umožněno vizuálním rozdílem mezi jarním a letním dřevem. Jarní dřevo je zpravidla tvořeno širokými tenkostěnnými buňkami, zatímco letní se vyznačuje užšími silnostěnnými buňkami (Drápela & Zach, 1995). Zvláště u dřevin s kruhovitě pórovitým uspořádáním širokých jarních cév je vhodné vývrt pokřídlovat, čímž se dosáhne zvýraznění přechodu jarního a letního dřeva. Problém nastává u dřevin s roztroušenou pórovitostí (*Acer pseudosieboldianum*, *Fraxinus sieboldiana*, *Betula ermanni*), kdy se vytrácí jasný přechod mezi jarním a letním dřevem a není tedy možné spolehlivě určit hranice letokruhu. Pomoci může nanesení 0,5% roztoku toulidinové modři, která se používá ke zvýraznění buněčných struktur.

Takto připravené vzorky se zanalyzují na digitálním měřicím přístroji TimeTable (odečítací modul ParSer v1.3 s přesností měření 0,01 mm) pod stereomikroskopem značky Olympus. Měření bude prováděno směrem od středu ke kůře. Data budou zaznamenávána v programu Past 4 a následně exportována do tabulkového procesoru. Ke zjištění průměrného trendu růstu se v programu MS Excel vytvoří růstové křivky pro všechny jedince. Dále budou vytvořeny kumulativní křivky, které podají informace o velikosti radiálního růstu v závislosti na stáří jedince a kompetici o zdroje.

5.4 Harmonogram prací

Harmonogram prací, konkrétně část týkající se terénních prací, vychází z poznatků o klimatických podmínkách území. Z těch vyplývá, že nejvhodnějším obdobím pro terénní měření je přechod mezi jarem a létem, kdy už nehrozí sněhové srážky, případně začátek podzimu, po odeznění monzunu. Během pilotní studie byla zjištěna časová náročnost

terénních měření, takže i tyto poznatky sloužily k vytvoření finální verze časového rozvržení projektu. Za předpokladu, že tříčlenná skupina pracovníků je za měsíc schopna realizovat ekologická měření na 12 trvalých plochách a takový výjezd by se uskutečnil dvakrát do roka, získali bychom 48 stálých ploch v časovém horizontu 2 let. Podrobné časové rozvržení jednotlivých částí projektu podává Tab. Ia a Ib.

Tab. Ia: Časový harmonogram prací.

	2012												2013											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Získání povolení, nákup vybavení																								
Terénní sběr dat																								
Zpracování dat																								
Publikace výsledků																								

Tab. Ib: Časový harmonogram prací.

	2014											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Získání povolení, nákup vybavení												
Terénní sběr dat												
Zpracování dat												
Publikace výsledků												

6 Finanční rozvaha

Předběžné finanční náklady vycházejí z plánovaného počtu 3 zaměstnanců projektu po dobu 3 let, dále cestovní a provozní náklady, výdaje na služby a vybavení (Tab. II). Cílem žádosti je dosáhnout finanční podpory Grantové Agentury ČR a Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF). Obě instituce by přispěly v rovnocenném poměru 1:1.

Tab. II: Předpokládané finanční náklady (v tis. Kč).

	Ročně	Celkem
Mzdy zaměstnanců	258	774
Cestovní náklady	180	540
Provozní náklady	50	150
Služby	50	150
Vybavení		88
Investiční náklady		140
Náklady celkem	538	1842

V položce *Mzdy zaměstnanců* je zahrnuta finanční odměna 3 stálých pracovníků (50% úvazek navrhovatele projektu a 25% úvazek odborných spolupracovníků), včetně povinných zákonných odvodů na zdravotním a sociálním pojištění (36% ze mzdových nákladů). *Cestovní náklady* představují především cenu zpátečních letenek do Koreje, náklady spojené s dopravou a pobytem v Koreji, cestovní pojištění a v neposlední řadě také náklady spojené s dopravou po ČR. *Provozní náklady* sumarizují výlohy spojené s využíváním laboratoří včetně zařízení a dalších prostor AVČR a JU (výdaje za spotřební kancelářské zboží a materiál, energie, internet, telefon a poštovné). Položka *Služby* zahrnuje režii za spolupráci zahraničních spolupracujících subjektů. Zejména jde o odbornou výpomoc při analýzách letokruhů, řešených formou OON. Předposlední položkou finanční rozvahy tohoto projektu je *Vybavení*. Rozpis jednotlivých položek vybavení je v Tabulce III. *Investiční náklady* počítají s dlouhodobým záměrem využívat trvalé plochy pro opakovaná měření a pro tyto potřeby je vhodné zakoupení vlastní terénní sestavy FieldMap.

Tab. III: Jednotlivé položky vybavení (v tis. Kč).

Položka	Cena
Presslerův nebozez (4x)	32
GPS navigace	5
Terénní počítač + software	35
Drobné spotřební zboží	15
Celkem	88

7 Spolupracující subjekty

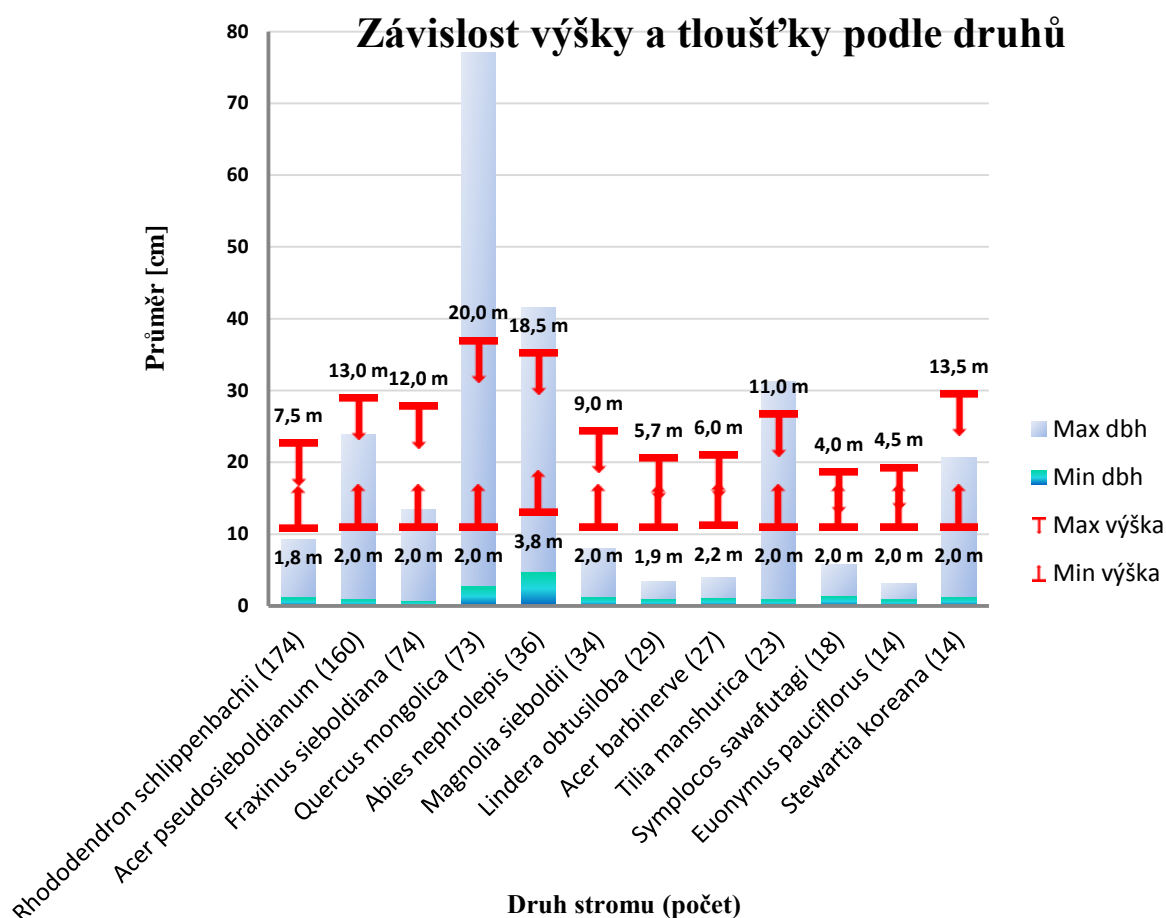
V minulosti byla již několikrát navázána úspěšná spolupráce mezi českými a jihokorejskými institucemi. Tento projekt si klade za cíl pokračovat v takové spolupráci. Jako hlavní partner na korejské straně vystupuje College of Natural Sciences univerzity v Andongu (Andong National University). Ta je zastupována profesorem Jong-Suk Songem. Z české strany se jedná o projekt podporovaný Botanickým ústavem AVČR ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou Jihočeské univerzity.

8 Předběžné výsledky

8.1 Popisná data

Pro všechny plochy byly vytvořeny popisné tabulky vyjadřující absolutní počty jedinců všech druhů, včetně jejich poměrného zastoupení (Tab. IV a V, viz Přílohy). Z naměřených

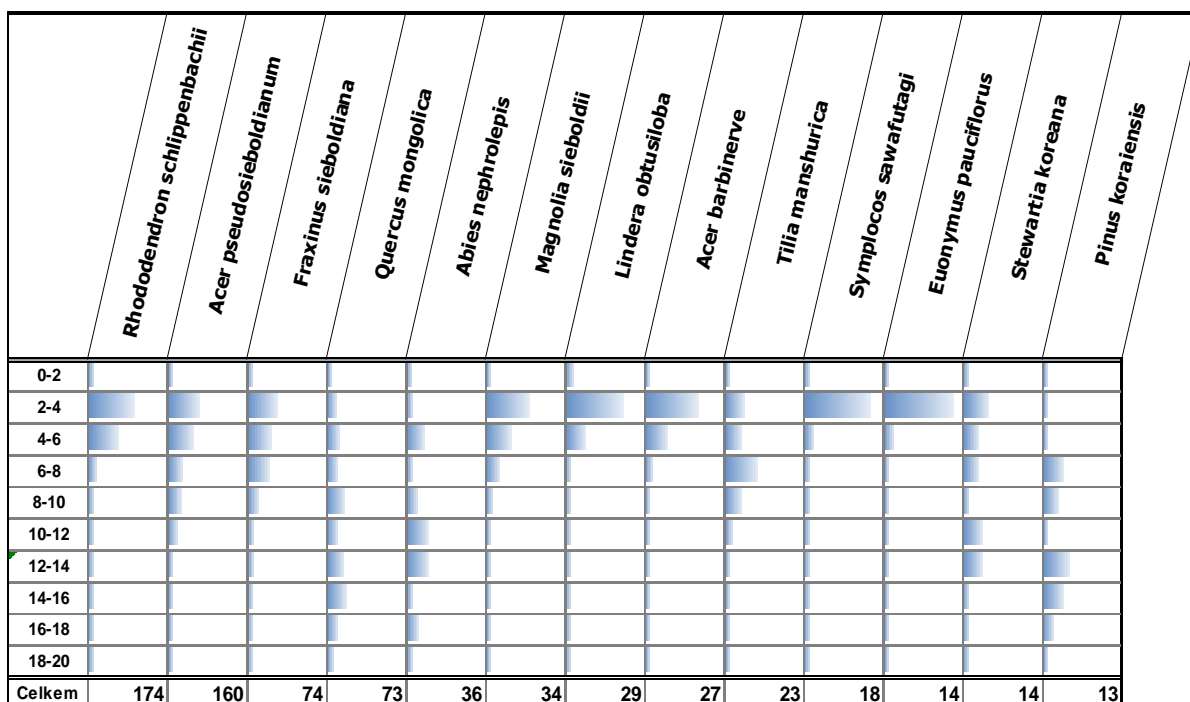
hodnot průměru a výšky každého stromu byl sestaven graf znázorňující závislost těchto dvou proměnných pro nejčetnější druhy všech pěti ploch (Obr. 3).



Obr. 3: Závislost výšky na DBH.

Nejpočetnější stromy všech ploch byly následně rozřazeny do výškových kategorií po 2 m (Obr. 4) k vyjádření velikostní struktury porostu.

Výška stromů podle druhů



Obr. 4: Rozdělení stromů do výškových kategorií.

8.2 Letokruhová analýza

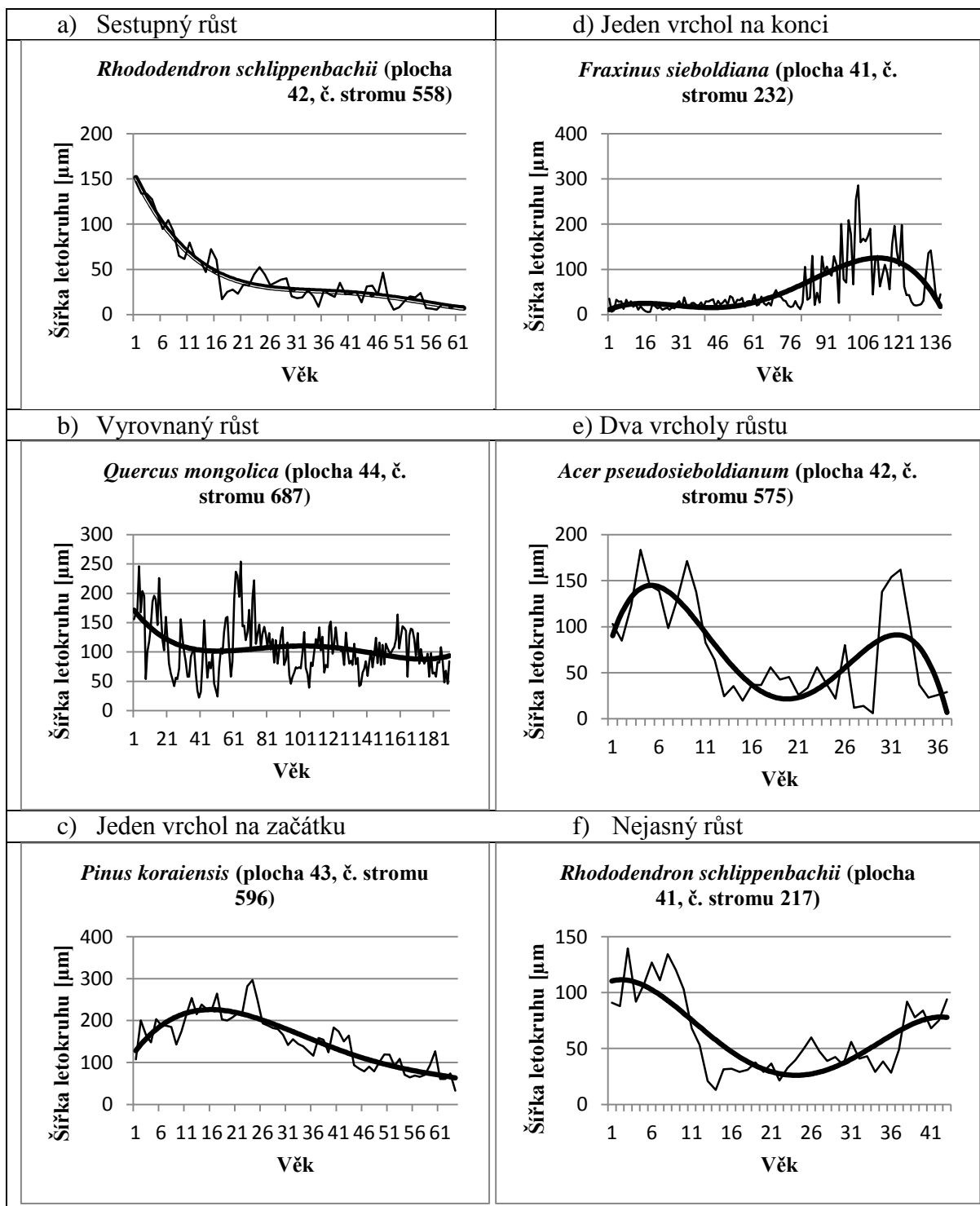
Ze získaných letokruhových dat byly vytvořeny růstové křivky pro všechny jedince, a z nich byly následně určeny trendy růstu. Růstové křivky byly prokládány polynommickou funkcí čtvrtého řádu, čímž se dosáhlo odstranění krátkodobých změn v růstu a zachycení průměrného růstového trendu. Takto bylo vylišeno celkem 6 typů trendu růstu – 1) sestupný, 2) s jedním vrcholem na začátku, 3) s jedním vrcholem na konci, 4) se dvěma vrcholy, 5) vrovnaný a 6) nejasný (Tab. VI).

Tab. VI: Přehled četnosti zastoupení jednotlivých růstových trendů. Tučně vyznačena hodnota nejhojněji se vyskytujícího růstového trendu pro daný druh, pokud jedna převažuje. V závorce za názvem druhu je uveden počet jedinců.

Číslo plochy a nadmořská výška	Druh (počet jedinců)	Zastoupení jednotlivých růstových trendů [%]					
		sestupný růst	vyrovnaný růst	jeden vrchol na začátku	jeden vrchol na konci	dva vrcholy růstu	nejasný růst
Plocha 41 990 m n. m.	<i>Abies holophylla</i> (4)	-	50	-	25	-	25
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (6)	16,6	16,6	-	33,3	-	33,3
	<i>Cornus controversa</i> (1)	-	-	-	-	-	100
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (5)	-	40	-	20	-	40
	<i>Ilex macropoda</i> (2)	-	50	50	-	-	-
	<i>Magnolia sieboldii</i> (3)	33,3	33,3	-	33,3	-	-
	<i>Morus bombycis</i> (1)	-	-	-	100	-	-
	<i>Tilia manshurica</i> (2)	50	-	-	-	50	-
	<i>Stewartia koreana</i> (3)	-	-	66,6	33,3	-	-
	<i>Stewartia pseudocamelia</i> (2)	-	-	100	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i> (1)	100	-	-	-	-	-
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (1)	-	-	-	-	-	100
Plocha 42 1253 m n. m.	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (12)	33,3	25	16,7	8,3	8,3	8,3
	<i>Euonymus pauciflorus</i> (1)	-	-	-	-	100	-
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (3)	-	33,3	33,3	-	-	33,3
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (2)	-	-	50	-	-	50
	<i>Quercus mongolica</i> (8)	12,5	50	12,5	12,5	-	12,5
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (9)	88,9	-	-	-	11,1	-
Plocha 43 1475 m n. m.	<i>Abies nephrolepis</i> (7)	-	14,3	71,4	-	14,3	-
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (2)	50	-	50	-	-	-
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (1)	-	-	100	-	-	-
	<i>Pinus koraiensis</i> (4)	20	20	60	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i> (12)	50	8,3	16,6	16,6	8,3	-
	<i>Tilia mandshurica</i> (5)	20	-	80	-	-	-
Plocha 44 1470 m n. m.	<i>Abies nephrolepis</i> (10)	50	-	40	10	-	-
	<i>Pinus koraiensis</i> (3)	-	-	100	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i> (8)	50	37,5	12,5	-	-	-
	<i>Tilia mandshurica</i> (2)	-	-	-	100	-	-
Plocha 45 1467 m n. m.	<i>Abies nephrolepis</i> (7)	42,9	14,3	14,3	14,3	-	-
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (6)	66,7	-	33,3	-	-	-
	<i>Betula ermanii</i> . (2)	50	50	-	-	-	-
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (2)	50	-	50	-	-	-
	<i>Picea jezoensis</i> (1)	100	-	-	-	-	-
	<i>Pinus koraiensis</i> (1)	100	-	-	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i> (14)	57,1	14,3	14,3	7,1	7,1	-
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (2)	80	-	-	20	-	-
	<i>Tilia amurensis</i> (1)	100	-	-	-	-	-

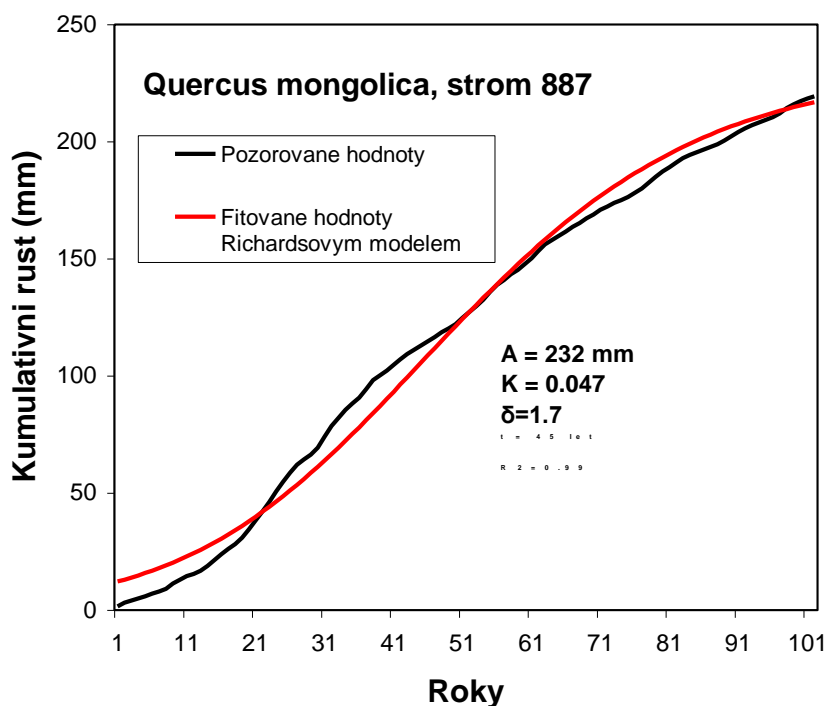
Podle typu trendu růstu s jedním vrcholem lze určit, zda se jedná o světlomilnou, či stínomilnou dřevinu. Je však nutné brát ohled na délku časového úseku života stromu, který máme k dispozici. Pokud strom vykazuje největší přírůsty v rané fázi, jedná se o typ trendu

růstu s jedním vrcholem na začátku. Jde pravděpodobně o světlomilnou dřevinu v otevřeném prostoru (typicky pionýrská dřevina). Naproti tomu stínomilné dřeviny se vyznačují vrcholem růstu na konci křivky. To je dáno malými přírůsty pod zápojem a teprve v pozdější fázi, kdy vlivem disturbance nebo stářím dojde k uvolnění prostoru, začnou tyto stromy mohutně růst a to až do chvíle, kdy se dostanou do korunového patra (Obr. 5).



Obr. 5: Příklad rozlišených trendů růstu v rámci jednotlivých ploch.

To, zda studovaný jedinec stále aktivně přirůstá a není tedy negativně ovlivněn konkurencí okolních stromů, nebo zda vykazuje snižování v radiálním růstu, bylo testováno fitováním kumulativních růstových křivek jednoduchým lineárním modelem a nelineárním Richardsoým modelem (Richards, 1959): $D_t = A * (1 + 1/\delta * e^{-K * (t - t^*)})^{-\delta}$, kde D_t je průměr kmene v daném věku, A je asymptotický nebo maximální průměr, K definuje rychlost růstu, δ určuje sigmoidální tvar křivky (parametr tvaru křivky je rychlost, při které průměr kmene dosáhne asymptoty v inflexním bodě), t je věk, ve kterém by velikost byla rovna 0 a t^* je věk, ve kterém dojde ke změně v trendu růstu (*inflection point*). Růst stromů většinou vykazuje sigmoidální tvar růstové křivky, kdy zpočátku exponenciální trend v rané fázi růstu se později zpomaluje. Pokud k tomuto poklesu v růstu dojde dříve než by k němu došlo vlivem změn růstu spojeným se stářím, jedná se většinou o vliv kompetice mezi sousedními jedinci o světlo, vodu a živiny (Obr. 6).

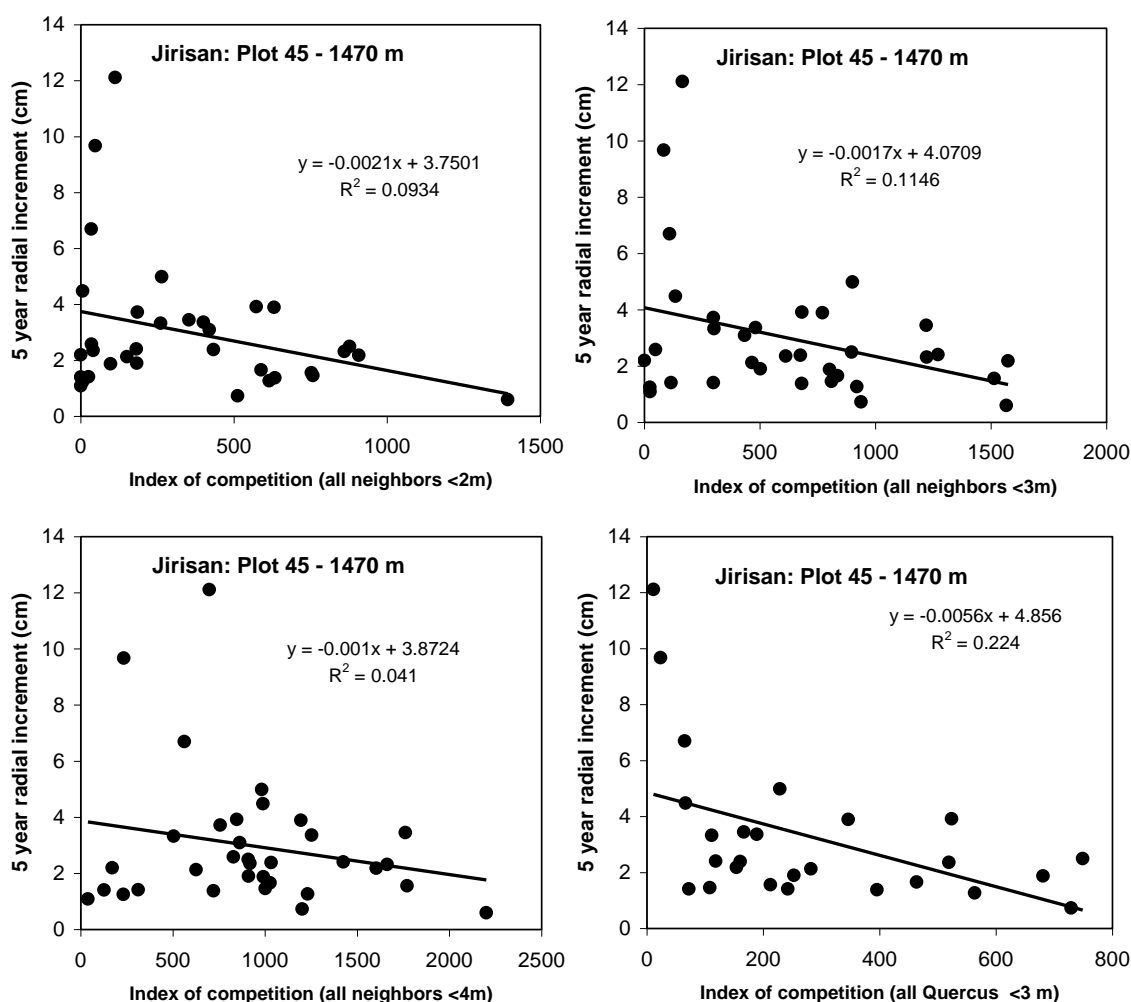


Obr. 6: Příklad proložení kumulativní růstové křivky, logistickým modelem (Richardsův model).

Ke stanovení vlivu sousedících jedinců na růst daného stromu byl vypočítán index lokální kompetice pro všechny stromy, aby bylo možné zjišťovat efekt velikosti a počtu sousedů. Výpočty zaměřené na zjišťování efektu počtu sousedících jedinců byly počítány jako 1) počet všech živých sousedících jedinců v okruhu 2, 3 a 4 m od cílového stromu, nebo

2) počet všech živých sousedících jedinců vyšších než cílový strom. Výpočty zjišťující efekt velikosti sousedících jedinců byly počítány jako 1) suma bazálních ploch všech živých sousedících jedinců, rozdělených podle vzdálenosti od studovaného stromu, nebo jako 2) suma bazálních ploch sousedů vyšších než cílový strom.

Kompetiční index odráží počet, velikost a vzdálenost sousedních stromů. Vliv sousedních stromů je přímo úměrný jeho velikosti (basální plochou kmene) a nepřímo úměrný vzdálenosti od cílového stromu. Index kompetice v tomto případě (zastínění) je tedy vážený součet bazálních ploch sousedních stromů do vzdálenosti 2, 3 a 4 m (Obr. 7). S rostoucí vzdáleností obecně negativní vliv kompetice na růst klesá.

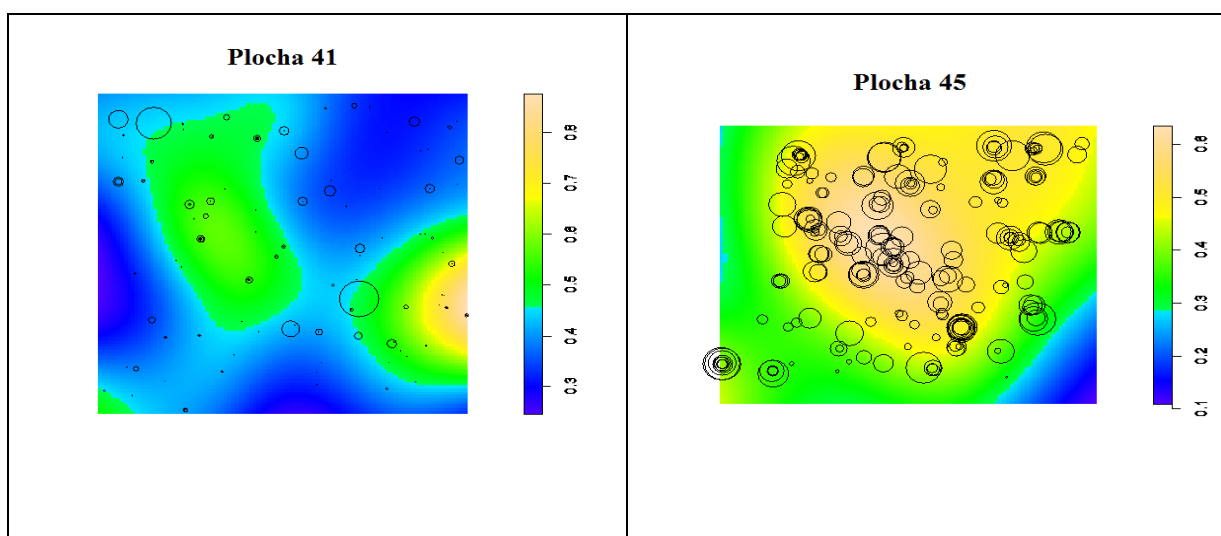


Obr. 7: Příklad vlivu kompetice na radiální růst dřevin v ploše 45.

8.3 Prostorová analýza

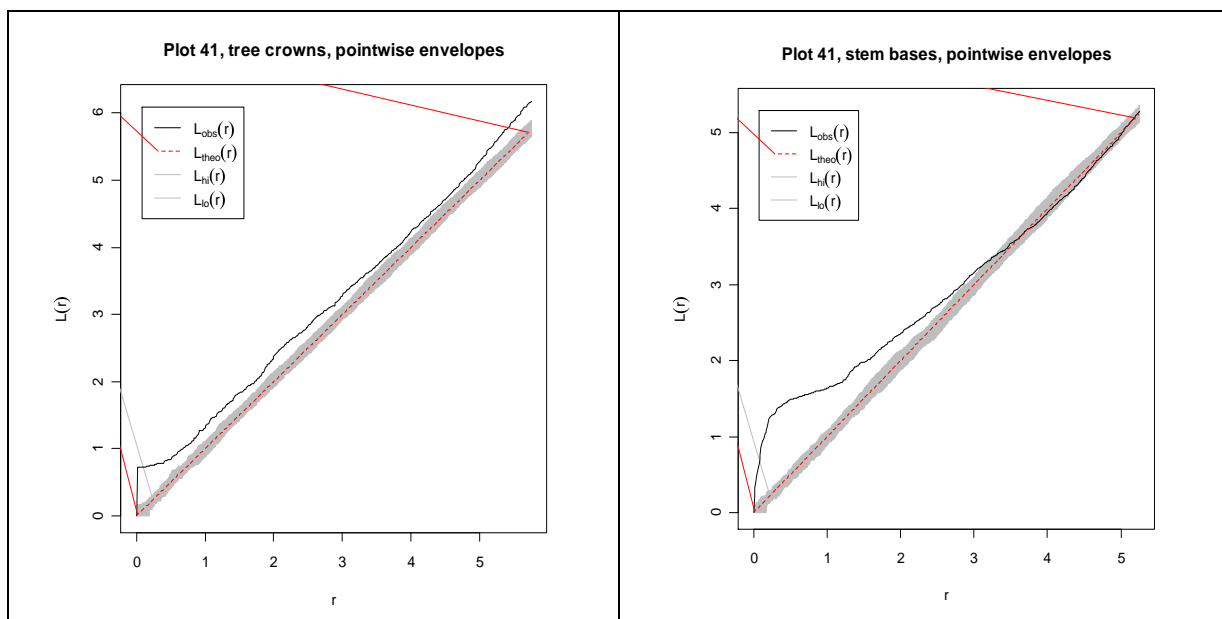
Ze souřadnic pozice všech stromů byla vytvořena porostní mapa (Obr. 8), znázorňující prostorové rozmístění jedinců na ploše. K určení typu rozmístění (shlukovitého, náhodného nebo pravidelného) byla užita Ripleyho $K(d)$ funkce (Ripley, 1977):

$$K(d) = \frac{1}{n^2} A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{I_d(\delta_{ij})}{w_{ij}}, \quad i \neq j;$$
 kde A je velikost plochy s n stromy, $I_d = 1$ pokud vzdálenost δ_{ij} mezi stromem i a j je menší nebo rovna intervalu d a w_{ij} je vážený faktor upravující okrajový efekt (Haase, 1995).



Obr. 8: Příklad prostorového rozmístění všech dřevin v nadmořské výšce 990 m n. m. (plocha 41) a v nadmořské výšce 1467 m n. m. (plocha 45).

Dále bylo graficky vyjádřeno prostorové rozmístění bází kmenů a středů korun (Obr. 9), které popisuje heterogenitu prostředí a kompetici o světlo. Shlukovité uspořádání bází kmenů dokazuje heterogenitu prostředí, zatímco pravidelnější rozmístění středů korun dokazuje kompetici o světlo. Rozmístění bylo také vyjádřeno jako počet korun/kmenů na jednotku podplochy (Obr. 10, viz Přílohy).



Obr. 9. Příklad prostorového rozmístění středů korun a bází stromů na ploše 41.

9 Závěr

Zejména v dnešní době, kdy dochází k výraznému ubývání a degradaci lesů vlivem odlesňování a zhoršujících se faktorů životního prostředí, je důležité chránit biologicky cenná území a v hospodářských lesích postupovat tak, aby byla zajištěna trvalá udržitelnost jejich využívání.

Předkládaný projekt rozšíří znalosti v oblasti vztahů mezi dřevinami a umožní tak lépe vyhodnocovat plány péče pro chráněná území. Uplatnění by měly tyto poznatky nacházet také v lesních hospodářských plánech, zejména by mohly posílit tendence k přírodě blízkému hospodaření v lesích.

Interakce mezi dřevinami jsou přirozenou součástí každého lesního společenstva a zejména konkurenční vztahy vedou k přirozenému výběru, jenž je hnacím motorem evoluce. A právě tato skutečnost dokazuje význam mezidruhových interakcí a jejich studia. Hospodářské lesy jsou v tomto směru značně ochuzeny, jelikož člověk svými zásahy zabraňuje průběhu takových interakcí. O to důležitější je význam chráněných území, která se tak stávají velmi důležitým místem vzniku nových adaptací.

10 Literatura

- Abugov, R.** (1982) Species diversity and phasing of disturbance. *Ecology*, 2, 289-293.
- Barthlot, W.; Laurel, W. & Placke, A.** (1996) Global distribution of species diversity on vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde*, 50, 317-327.
- Barton, A. M.** (1993) Factors controlling plant distributions: Drought, competition and fire in montane pines in Arizona. *Ecological Monographs*, 63, 367-397.
- Begon, M.; Harper, J. L. & Townsend, C. R.** (1997) *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. 1. vydání. Olomouc, Vydavatelství Univerzity Palackého.
- Botkin, D. B.** (1993) *Forest dynamics: An Ecological Model*. New York, Oxford University Press.
- Box, E. O. & Fujiwara, K.** Vegetation types and their broad-scale distribution. In van der Maarel, E. (Ed.). *Vegetation ecology*. Blackwell Science Ltd, 2005, s. 106-128.
- Callaway, R. M.** (1997) Positive interactions in plant communities and the individualistic-continuum concept. *Oecologia*, 112, 143-149.
- Camarero, J. J., Gitiérrez, E. & Fortin, M. J.** (2000) Spatial pattern of subalpine forest-alpine grassland ecotones in the Spanish Central Pyrenees. *Forest Ecology and Management*, 134, 1-16.
- Canham, C. D.; Papaik, M. J.; Uriarte, M.; McWilliams, W. H.; Jenkins, J. C. & Twery, M. J.** (2006) Neighborhood analyses of canopy tree competition along environmental gradients in New England forests. *Ecological Applications*, 16, 540-554.
- Casper, B. B. & Jackson, R. B.** (1997) Plant competition underground. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28, 545-570.
- Clinton, B. D. & Baker, C. R.** (2000) Catastrophic windthrow in the southern Appalachians: characteristics of pits and mounds and initial vegetation responses. *Forest Ecology and Management*, 126, 51-60.
- Colinvaux, P. A.; De Oliveira, P. E.; Moreno, J. E.; Miller, M. C. & Bush, M. B.** (1996) A long pollen record from lowland Amazonia: Forest and cooling in glacial times. *Science*, 274, 85-88.
- Coomes, D. A. & Grubb, P. J.** (2000) Impacts of root competition in forests and woodlands: A theoretical framework and review of experiments. *Ecological Monographs*, 70, 171-207.

- De Groot, R. S.; Wilson, M. A. & Boumans, R. M. J.** (2002) A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41, 393-408.
- Dillenburg, L. R.; Whigham, D. F.; Teramura, A. H. & Forseth, I. N.** (1993) Effects of below- and aboveground competition from the vines *Lonicera japonica* and *Parthenocissus quinquefolia* on the growth of the tree host *Liquidambar styraciflua*. *Oecologia*, 93, 48-54.
- Doležal, J.; Song, J.-S.; Altman, J.; Janeček, S.; Černý, T.; Šrůtek, M. & Kolbek, J.** (2009) Tree growth and competition in a post-logging *Quercus mongolica* forest on Mt. Sobaek, South Korea. *Ecological Research*, 24, 281-290.
- Doležal, J.; Šrůtek, M.; Hara, T.; Sumida, A. & Penttilä, T.** (2006) Neighborhood interactions influencing tree population dynamics in nonpyrogenous boreal forest in northern Finland. *Plant Ecology*, 185, 135-150.
- Drápela, K. & Zach, J.** (1995) *Dendrometrie: Dendrochronologie*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
- Duncan, R. P.** (1991) Competition and the coexistence of species in a mixed podocarp stand. *Journal of Ecology*, 79, 1073-1084.
- Fischer, A.; Lindner, M.; Abs, C. & Lasch, P.** (2002) Vegetation dynamics in central European forest ecosystems (near natural as well as managed) after storm events. *Folia geobotanica*, 37 17-32.
- Frelich, L. E.** (2002) *Forest Dynamics and Disturbance Regimes: Studies from Temperate Evergreen-Deciduous Forest*. New York, Cambridge University Press.
- Frelich, L. E. & Reich, P. B.** (1999) Neighborhood effects, disturbance severity and community stability in forests. *Ecosystems*, 2, 151-166.
- Greenland, D.; Goodin, D. G. & Smith, R. C.** (2003) An Introduction to Climate Variability and Ecosystem Response. In Greenland D.; Goodin, D. G. & Smith, R. C. (Eds.). *Climate variability and ecosystem response at long-term ecological research sites*. New York, Oxford University Press, p. 3-19.
- Grime, J. P.** (1979) *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester, Wiley, Cit in Grime, J. P. (2001) *Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties*. 2nd ed. Chichester, John Wiley & Sons Ltd.

- Grime, J. P.** (2001) *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. 2nd ed. Chichester, John Wiley & Sons Ltd.
- Haase, P.** (1995) Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K-function: Introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science*, 6, 575-582.
- Hewitt, G. M.** (1999) Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68, 87-112.
- Hou, J. H., Mi, X. C., Liu, C. R. & Ma, K. P.** (2004) Spatial patterns and associations in *Quercus-Betula* forest in northern China. *Journal of Vegetation Science*, 15, 407-414.
- Chapin III, F. S.; Matson, P. A. & Mooney, H. A.** (2002) *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. New York, Springer.
- Chaverri-Polini, A.** (1998) Mountains, biodiversity and conservation. *Unasylva* [online], 49, [cit. 2011-12-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.fao.org/docrep/w9300e/w9300e09.htm#mountains>>.
- Ching, K. K.** (1991) Temperate deciduous forests in east Asia. In Röhrig, E. & Ulrich, B. (Eds.). *Ecosystems of the world 7: Temperate deciduous forest*. Amsterdam, Elsevier, p. 539-555.
- Cho, D.-S.** (1994) Community structure and size and age distribution of conifers in subalpine korean fir (*Abies koreana*) forest in Mt. Chiri. *Korean Journal of Ecology*, 17, 415-424.
- Cho, D.-S.; Bae, Y.-J. & Lee, K. S.** (1999) Growth responses in trees to canopy gaps in a deciduous hardwood forest. *Korean Journal of Ecology*, 22, 197-203.
- Chung, C.-H.** (2011) Holocene vegetation dynamics and its climatic implications inferred from pollen record in Boseong area, South Korea. *Geosciences Journal*, 3, 257-264.
- Chung, C.-H.** (2007) Vegetation response to climate change on Jeju Island, South Korea, during the last deglaciation based on pollen record. *Geosciences Journal*, 2, 144-155.
- Chung, C.-H.; Lim, H. S. & Lee, H. J.** (2010) Vegetation and climate history during the late Pleistocene and early Holocene inferred from pollen record in Gwangju area, South Korea. *Quaternary International*, 227, 61-67.

- Chung, C.-H.; Lim, H. S. & Yoon, H. I.** (2006) Vegetation and climate changes during the Late Pleistocene to Holocene inferred from pollen record in Jinju area, South Korea. *Geosciences Journal*, 4, 423-431.
- Jensen, A. M.; Löf, M. & Gardiner, E. S.** (2011) Effects of above- and below-ground competition from shrubs on photosynthesis, transpiration and growth in *Quercus robur* L. seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 71, 367-375.
- Jun, C. P.; Yi, S. & Lee, S. J.** (2010) Palynological implication of Holocene vegetation and environment in Pyeongtaek wetland, Korea. *Quaternary International*, 1, 68-74.
- Kräuchi, N.; Brang, P. & Schönenberger, W.** (2000) Forests of mountainous regions: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 132, 73-82.
- Kong, W.-S.** (2000) Vegetational history of the Korean Peninsula. *Global Ecology & Biogeography*, 9, 391-402.
- Kunnecke, B. H.** (2008) Temperate forest biomes. In Woodward, S. L. (Ed.). *Greenwood Guides to Biomes of the World*. Westport, Connecticut, London, Greenwood Press, p. 81-135.
- Kyu, K. J.** (2004) *National Parks of Korea*. Seoul, National Parks Authority.
- Laštůvka, Z.** (1986) *Koakce a kompetice vyšších rostlin*. Praha, Academia.
- Lee, S. H.; Lee, Y. I.; Yoon, H. I. & Yoo, K.-C.** (2008) East Asian monsoon variation and climate changes in Jeju Island, Korea, during the latest Pleistocene to early Holocene. *Quaternary Research*, 70 265-274.
- Lepš, J. & Kindlmann, P.** (1987) Models of the development of spatial pattern of an even-aged plant population over time. *Ecological Modelling*, 39, 45-57.
- Manabe, T. & Yamamoto, S.I.** (1997) Spatial distribution of *Eurya japonica* in an old-growth evergreen broad-leaved forest, SW Japan. *Journal of Vegetation Science*, 8, 761-772.
- Metz, M. R.; Sousa, W. P. & Valencia, R.** (2010) Widespread density-dependent seedling mortality promotes species coexistence in a highly diverse Amazonian rain forest. *Ecology*, 91, 3675-3685.
- Nakashizuka, T. & Tanaka, H.** (2002) Studies on the coexistence of tree species in forest communities. In Nakashizuka, T. & Matsumoto, Y. (Eds.). *Diversity and interaction in a temperate forest community: Ogawa Forest Reserve of Japan*. Tokio, Springer, p. 3-7.

- Petit, R. J.; Hu, F. S. & Dick, C. W.** (2008) Forests of the Past: A Window to Future Changes. *Science*, 320, 1450-1453.
- Prach, K.; Štech, M. & Říha, P.** (2009) *Ekologie a rozšíření biomů na Zemi*. Praha, Scientia.
- Pretzsch, H. & Biber, P.** (2010) Size-symmetric versus size-asymmetric competition and growth partitioning among trees in forest stands along an ecological gradient in central Europe. *Canadian Journal of Forest Research*, 40, 370-384.
- Pugnaire, F. I.; Armas, C. & Maestre, F. T.** (2011) Positive plant interactions in the Iberian Southeast: Mechanisms, environmental gradients, and ecosystem function. *Journal of Arid Environments*, 75, 1310-1320.
- Richards, F. J.** (1959) A flexible growth function for empirical use. *Journal of Experimental Botany*, 10, 290-300.
- Ripley, B. D.** (1977) Modelling spatial patterns. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 39, 172-212.
- Schweingruber, F. H.** (1996) *Tree ring and environment. Dendroecology*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Bern, Stuttgart, Vienna, Haupt.
- Slavíková, J.** (1986) *Ekologie rostlin*. 1. vydání, Praha, Státní pedagogické nakladatelství.
- Song, J.-S.** (1999) A comparative phytosociological study of cool temperate forests (*Quercus* forest and *Fagus* forest) in Korea and Germany. *Korean Journal of Ecology*, 22, 219-225.
- Sousa, W. P.** (1984) The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15, 353-391.
- Spurr, S. H. & Barnes, B. V.** (1973) *Forest ecology*. 2nd ed. New York, The Ronald Press Company.
- Šamonil, P.; Antolík, L.; Svoboda, M. & Adam, M.** (2009) Dynamics of windthrow events in natural fir-beech forest in the Carpathian mountains. *Forest Ecology and Management*, 257, 1148-1156.

- Steward, G. H. & Rose, A. B.** (1990) The significance of life history strategies in the developmental history of mixed beech (*Nothofagus*) forests, New Zealand. *Vegetatio*, 87, 101-114.
- Takahashi, K., Homma, K., Vetrova, V.P., Florenzev, S. & Hara, T.** (2001) Stand structure and regeneration in a Kamchatka mixed boreal forest. *Journal of Vegetation Science*, 12, 627-634.
- Traverse, A.** (2007) *Paleopalynology*. 2nd ed. Hardbound, Springer.
- Theodose, T. A. & Bowman, W. D.** (1997) The influence of interspecific competition on the distribution of an alpine graminoid: evidence for the importance of plant competition in an extreme environment. *Oikos*, 79, 101-114.
- Thorpe, A. S.; Aschehoug, E. T.; Atwater, D. Z. & Callaway, R. M.** (2011) Interactions among plants and evolution. *Journal of Ecology*, 99, 729-740.
- Vacek, S. & Lepš, J.** (1996) Spatial dynamics of forest decline: the role of neighbouring trees. *Journal of Vegetation Science*, 7 789-798.
- Veblen, T. T.; Hadley, K. S. & Reid, M. S.** (1991) Disturbance and stand development of a Colorado subalpine forest. *Journal of Biogeography*, 18, 707-716.
- Wagner, R. G. & Radosevich, S. R.** (1998) Neighborhood approach for quantifying interspecific competition in coastal Oregon forests. *Ecological Applications*, 8, 779-794.
- Wang, G.; Zhou, G.; Yang, L. & Li, Z.** (2002) Distribution, species diversity and life-forms spectra on plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. *Plant Ecology*, 165, 169-181.
- Ward, J. S., Parker, G. R. & Ferrandino, F. J.** (1996) Long-term spatial dynamics in an old-growth deciduous forest. *Forest Ecology and Management*, 83, 189-202.
- Wilson, J. B.** (1988) Shoot competition and root competition. *Journal of Applied Ecology*, 25, 279-296, Cit in Dillenburg, L. R.; Whigham, D. F.; Teramura, A. H. & Forseth, I. N. (1993) Effects of below- and aboveground competition from the vines *Lonicera japonica* and *Parthenocissus quinquefolia* on the growth of the tree host *Liquidambar styraciflua*. *Oecologia*, 93, 48-54.
- Whitlock, C. & Bartlein, P. J.** (1997) Vegetation and climate change in northwest America during the past 125 kyr. *Nature*, 388, 57-61.

Yi, S. & Kim, S.-J. (2010) Vegetation changes in western central region of Korean Peninsula during the last glacial (ca. 21.1–26.1 cal kyr BP). *Geosciences journal*, 1, 1-10.

Yi, S.; Kim, J.-Y.; Yang, D.-Y.; Oh, K.-C. & Hong, S.-S. (2008) Mid- and Late-Holocene palynofloral and environmental change of Korean central region. *Quaternary International*, 176-177, 112-120

Internetové zdroje:

(aktuální ke dni 14.12.2011)

http://eng.me.go.kr/content.do?method=moveContent&menuCode=pol_nat_pol_pre_parks

Oficiální stránky Ministerstva životního prostředí

http://web.kma.go.kr/eng/biz/climate_01.jsp

Stránky Korejské meteorologické správy

http://bbsp-neca.brim.ac.cn/books/ntlstrtg_korea/nr_list.html

Stránky Národní Strategie Ochrany Biodiverzity

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ks.html>

Stránky CIA (Ústřední zpravodajské služby USA).

http://www.cotf.edu/ete/modules/korea/rainfall_map.html

Stránky věnované biomům světa

<http://english.knps.or.kr>

Oficiální stránky Správy korejských národních parků

1) <http://english.knps.or.kr/Knp/Jirisan/Intro/FlagstaffSpecies.aspx?MenuNum=1&Submenu=Npp&Third=Intro&Fourth=FlagstaffSpecies>

2) <http://english.knps.or.kr/Knp/SpecialPA.aspx?MenuNum=1&Submenu=Spa>

http://www.paforum.or.kr/area/area.html?cate_idx=18

Fórum chráněných oblastí Koreje

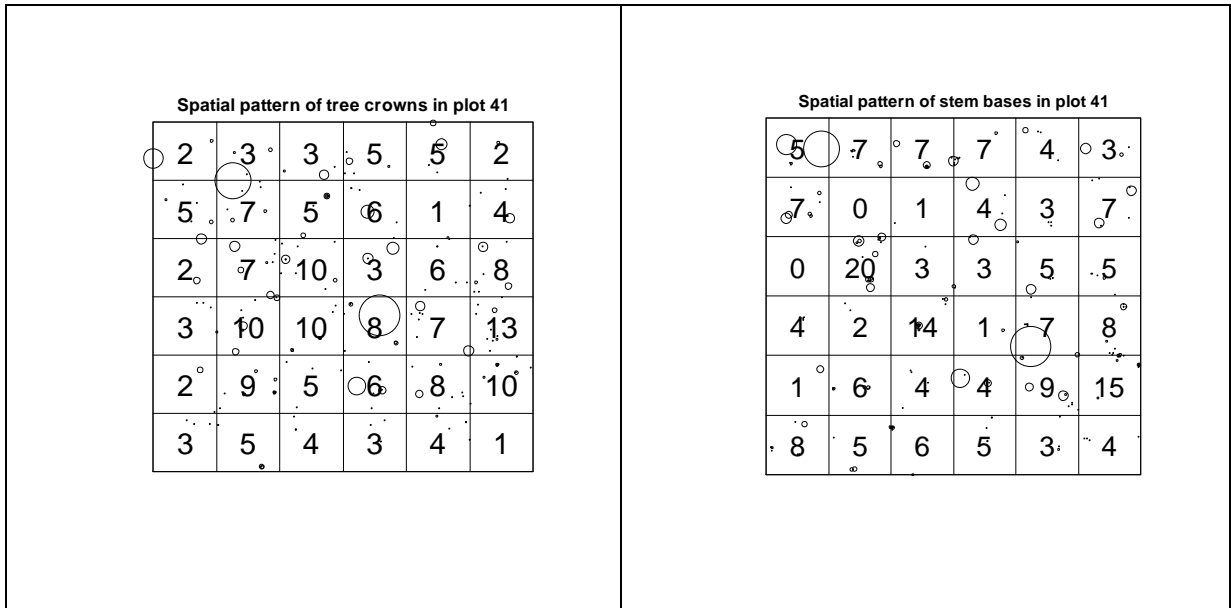
Přílohy

Tab. IV: Absolutní počty jedinců všech druhů na každé ploše.

Druh	990 m n. m.	1253 m n. m.	1475 m n. m.	1470 m n. m.	1467 m n. m.	Celkem
<i>Abies holophylla</i>	6					6
<i>Abies nephrolepis</i>			11	15	10	36
<i>Acer barbinerve</i>			6	21		27
<i>Acer mono</i>			1			1
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	46	64	5	23	22	160
<i>Acer tschonokii</i>				3	6	9
<i>Aria alnifolia</i>			4			4
<i>Betula costata</i>			1			1
<i>Betula ermanii</i>					4	4
<i>Betula schmidtii</i>		1				1
<i>Callicarpa japonica</i>	3					3
<i>Carpinus cordata</i>	2					2
<i>Carpinus tschonokii</i>	3					3
<i>Cornus controversa</i>	1					1
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	1					1
<i>Euonymus pauciflorus</i>	11	3				14
<i>Euonymus sachalinensis</i>				1		1
<i>Fraxinus mandshurica</i>		1				1
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	24	13	2	2	33	74
<i>Ilex macropoda</i>	4					4
<i>Kalopanax septemlobus</i>		1				1
<i>Lindera obtusiloba</i>	20	9				29
<i>Lonicera sachalinensis</i>				1		1
<i>Maackia amurensis</i>		4				4
<i>Magnolia sieboldii</i>	34					34
<i>Morus bombycis</i>	2					2
<i>Picea jezoensis</i>					1	1
<i>Pinus koraiensis</i>			7	5	1	13
<i>Prunus sargentii</i>	1			1		2
<i>Quercus mongolica</i>	3	19	18	13	20	73
<i>Rhododendron mucronulatum</i>					3	3
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	4	59	15	4	92	174
<i>Stewartia koreana</i>	14					14
<i>Styrax obassia</i>	4					4
<i>Symplocos sawafutagi</i>		1		11	6	18
<i>Tilia amurensis</i>					1	1
<i>Tilia manshurica</i>	7	5	10	1		23
<i>Viburnum wrightii</i>		1				1
<i>Weigela florida</i>	1					1
Celkem	191	181	80	101	199	752

Tab. V: Poměrné zastoupení druhů na jednotlivých plochách.

Druh	990 m n. m.	1253 m n. m.	1475 m n. m.	1470 m n. m.	1467 m n. m.	Celkem
<i>Abies holophylla</i>	3,14%					0,80%
<i>Abies nephrolepis</i>			13,75%	14,85%	5,03%	4,79%
<i>Acer barbinerve</i>			7,50%	20,79%		3,59%
<i>Acer mono</i>			1,25%			0,13%
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	24,08%	35,36%	6,25%	22,77%	11,06%	21,28%
<i>Acer tschonoskii</i>				2,97%	3,02%	1,20%
<i>Aria alnifolia</i>			5,00%			0,53%
<i>Betula costata</i>			1,25%			0,13%
<i>Betula ermanii</i>					2,01%	0,53%
<i>Betula schmidtii</i>		0,55%				0,13%
<i>Callicarpa japonica</i>	1,57%					0,40%
<i>Carpinus cordata</i>	1,05%					0,27%
<i>Carpinus tschonoskii</i>	1,57%					0,40%
<i>Cornus controversa</i>	0,52%					0,13%
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0,52%					0,13%
<i>Euonymus pauciflorus</i>	5,76%	1,66%				1,86%
<i>Euonymus sachalinensis</i>				0,99%		0,13%
<i>Fraxinus mandshurica</i>		0,55%				0,13%
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	12,57%	7,18%	2,50%	1,98%	16,58%	9,84%
<i>Ilex macropoda</i>	2,09%					0,53%
<i>Kalopanax septemlobus</i>		0,55%				0,13%
<i>Lindera obtusiloba</i>	10,47%	4,97%				3,86%
<i>Lonicera sachalinensis</i>				0,99%		0,13%
<i>Maackia amurensis</i>		2,21%				0,53%
<i>Magnolia sieboldii</i>	17,80%					4,52%
<i>Morus bombycis</i>	1,05%					0,27%
<i>Picea jezoensis</i>					0,50%	0,13%
<i>Pinus koraiensis</i>			8,75%	4,95%	0,50%	1,73%
<i>Prunus sargentii</i>	0,52%			0,99%		0,27%
<i>Quercus mongolica</i>	1,57%	10,50%	22,50%	12,87%	10,05%	9,71%
<i>Rhododendron mucronulatum</i>					1,51%	0,40%
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	2,09%	32,60%	18,75%	3,96%	46,23%	23,14%
<i>Stewartia koreana</i>	7,33%					1,86%
<i>Styrax obassia</i>	2,09%					0,53%
<i>Symplocos sawafutagi</i>		0,55%		10,89%	3,02%	2,39%
<i>Tilia amurensis</i>					0,50%	0,13%
<i>Tilia manshurica</i>	3,66%	2,76%	12,50%	0,99%		3,06%
<i>Viburnum wrightii</i>		0,55%				0,13%
<i>Weigela florida</i>	0,52%					0,13%
Celkem	191	181	80	101	199	752
	100%	100%	100%	100%	100%	100%



Obr. 10: Příklad rozmístění středů korun (vlevo) a bází kmene (vpravo), vyjádřený počtem korun/kmenů na jednotku podplochy.